

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ»**

**ВІСНИК  
ПРИДНІПРОВСЬКОЇ  
ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ  
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

**НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ**

**Заснований у травні 1997 року**

**№ 1 (261-262)  
січень – лютий 2020**

**Дніпро 2020**

## **РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

Головний редактор	М. В. Савицький, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро
Заступник головного редактора	В. В. Данішевський, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро
Відповідальний секретар	О. А. Тимошенко, к-т техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро
Видавничий редактор	О. А. Тимошенко, к-т техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро

## **ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ:**

А. С. Беліков, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. М. М. Біляєв, д-р техн. наук, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, Дніпро. В. І. Большаков, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. В. М. Волчук, д-р техн. наук, ДВНЗ 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'яно, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. Ю. О. Кірічек, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. Ю. І. Криворучко, д-р арх-ри, Національний університет «Львівська політехніка», Львів. О. О. Лапшин, д-р техн. наук, Криворізький національний університет, Кривий Ріг. В. П. Мироненко, д-р арх-ри, Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків. М. М. Налісько, к-т техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. Т. Д. Нікіфорова, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. В. І. Проскураков, д-р арх-ри, Національний університет «Львівська політехніка», Львів. В. Л. Седін, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. В. В. Товбич, д-р арх-ри, Київський національний університет будівництва та архітектури, Київ. О. В. Харлан, к-т арх-ри, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. С. В. Шатов, д-р техн. наук, ДВНЗ ПДАБА, Дніпро. Едіт Барна, к-т техн. наук, Будапештський технічно-економічний університет, Будапешт (Угорщина). Анна Бач, д-р арх-ри, Вроцлавський університет, Вроцлав (Польща). Александр Корякін, д-р техн. наук, Ризький технічний університет, Рига (Латвія). В. І. Куксенко, к-т техн. наук, Управління з атомної енергії Великобританії, Оксфорд (Великобританія). Богуслав Подхалянський, д-р арх-ри, Краківський політехнічний інститут імені Тадеуша Костюшко, 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 № 22724-12624ПР – видане Міністерством юстиції України 4 травня 2017 р.
Засновник та видавець	Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури».
Рекомендовано до друку	Виходить 6 разів на рік.
Сайт видання	вченою радою академії, протокол № 7 від 26.02.2020 р.
Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науково-практичний журнал	<a href="http://visnyk.pgasa.dp.ua">http:// visnyk.pgasa.dp.ua</a> Інформаційно-аналітичні системи: РІНЦ (eLibrary), 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.
	Художній і технічний редактори С. Д. Моїсеєнко, І. І. Шурова. Перекладач П. М. Стехна. Редактор та коректор В. Д. Маловик.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
«ПРИДНИПРОВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ»**

# **ВЕСТНИК**

**ПРИДНИПРОВСКОЙ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ  
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

**Основан в мае 1997 года**

**№ 1 (261-262)  
январь – февраль 2020**

**Днепро 2020**

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Главный редактор	Н. В. Савицкий, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро
Заместитель главного редактора	В. В. Данишевский, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро
Ответственный секретарь	Е. А. Тимошенко, к-т техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро
Выпускающий редактор	Е. А. Тимошенко, к-т техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро

## **ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОЙ КОЛЛЕГИИ:**

А. С. Беликов, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. Н. Н. Беляев, д-р техн. наук, Днепрпетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, Днепро. В. И. Большаков, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. В. Н. Волчук, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков. С. И. Губенко, д-р техн. наук, Национальная металлургическая академия Украины, Днепро. В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. Киричек, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. Ю. И. Криворучко, д-р арх-ры, Национальный университет «Львовская политехника», Львов. А. А. Лапшин, д-р техн. наук, Криворожский национальный университет, Кривой Рог. В. П. Мироненко, д-р арх-ры, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков. Н. Н. Налисько, к-т техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. Т. Д. Никифорова, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. В. И. Проскуряков, д-р арх-ры, Национальный университет «Львовская политехника», Львов. В. Л. Седин, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. В. В. Товбыч, д-р арх-ры, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев. А. В. Харлан, к-т арх-ры, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. С. В. Шатов, д-р техн. наук, ГВУЗ ПГАСА, Днепро. Эдит Барна, к-т техн. наук, Будапештский технико-экономический университет, Будапешт (Венгрия). Анна Бач, д-р арх-ры, Вроцлавский университет, Вроцлав (Польша). Александр Корякин, д-р техн. наук, Рижский технический университет, Рига (Латвия). В. И. Куксенко, к-т техн. наук, Управление атомной энергии Великобритании, Оксфорд (Великобритания). Богуслав Подхалынский, д-р арх-ры, Краковский политехнический институт имени Тадеуша Костюшко, Краков (Польша).

Научно-практический журнал входит	в Перечень научных профессиональных изданий Украины (категория «Б»), в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на получение ученых степеней доктора и кандидата технических наук и архитектуры по специальностям 132, 191, 192, 194, 263 в соответствии с приказом Министерства образования и науки Украины от 28.12.2019 № 1643.
Свидетельство о Госрегистрации	печатного средства массовой информации – серия КВ № 22724-12624ПР – выдано Министерством юстиции Украины 4 мая 2017 г.
Основатель и издатель	Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры». Выходит 6 раз в год.
Рекомендовано к печати	ученым советом академии, протокол № 7 от 26.02.2020 г.
Сайт издания	<a href="http://visnyk.pgasa.dp.ua">http://visnyk.pgasa.dp.ua</a>
Наукометрические базы и электронные библиотеки, в которых зарегистрирован научно-практический журнал	Информационно-аналитические системы: РИНЦ (eLibrary), InfoBase Index (IBI Factor = 3,96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory Indexing of International Research Journals (CiteFactor). Электронные библиотеки и поисковые системы: Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Национальная библиотека Украины им. В. И. Вернадского.

Художественный и технический редакторы С. Д. Моисеенко, И. И. Шурова.  
Переводчик П. М. Стехна.  
Редактор и корректор В. Д. Маловик.

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**

**STATE HIGHER EDUCATION INSTITUTION  
«PRYDNIPROVSKA STATE ACADEMY  
OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE»**

**BULLETIN**

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

**SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL**

**Established in May, 1997**

**№ 1 (261-262)**  
**January – February 2020**

**Dnipro 2020**

## **EDITORIAL STAFF:**

<i>Chief Editor</i>	M. V. Savytskyi, Doctor of Engineering Science, <i>SHEI PSACEA, Dnipro</i>
<i>Deputy Chief Editor</i>	V. V. Danishevskyy, Doctor of Engineering Science, <i>SHEI PSACEA, Dnipro</i>
<i>Executive Secretary</i>	O. A. Tymoshenko, Candidate of Engineering Science, <i>SHEI PSACEA, Dnipro</i>
<i>Executive Editor</i>	O. A. Tymoshenko, Candidate of Engineering Science, <i>SHEI PSACEA, Dnipro</i>

## **MEMBERS OF EDITORIAL STAFF:**

A. S. Bielikov, Doctor of Engineering Science, *State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture" (SHEI PSACEA), Dnipro*. M. M. Biliaiev, Doctor of Engineering Science, *Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro*. V. I. Bolshakov, Doctor of Engineering Science, *SHEI PSACEA, Dnipro*. V. M. Volchuk, Doctor of Engineering Science, *SHEI 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, *SHEI PSACEA, Dnipro*. Yu. O. Kirichek, Doctor of Engineering Science, *SHEI PSACEA, Dnipro*. T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, *SHEI 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, Candidate of Engineering Science, *SHEI PSACEA, Dnipro*. T. D. Nikiforova, Doctor of Engineering Science, *SHEI PSACEA, Dnipro*. V. I. Proskuriakov, Doctor of Architecture, *National University "Lviv Polytechnic", Lviv*. V. L. Siedin, Doctor of Engineering Science, *SHEI PSACEA, Dnipro*. V. V. Tovbych, Doctor of Architecture, *Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kyiv*. O. V. Kharlan, Candidate of Architecture, *SHEI PSACEA, Dnipro*. S. V. Shatov, Doctor of Engineering Science, *SHEI PSACEA, Dnipro*. Edit Barna, PhD, *Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary*. Anna Bać, Doctor of Architecture, *Wroclaw University of Science and Technology, Wroclaw, Poland*. Aleksandrs Korjakins, Doctor of Engineering Science, *Riga Technical University, Riga, Latvia*. V. I. Kuksenko, PhD, Candidate of Engineering Science, *UK Atomic Energy Authority, Oxford, UK*. Boguslaw Podhalyanski, Doctor of Architecture, *Cracow University of Technology, Cracow (Poland)*.

Scientific-Practical Journal is included in	List of scientific professional publications of Ukraine (category "B"), where the results of dissertations for the degree of Doctor and Candidate of Engineering Sciences and Architecture (by specialty 132, 191, 192, 194, 263) can be published according to the Resolution of the Ministry of Science and Education of Ukraine No. 1643 dated 28.12.2019.
Certificate of State Registration	of the Print Media – Series KV No. 22724-12624PR – issued by the Ministry of Justice of Ukraine dated May 04, 2017.
Founder & Publisher	State Higher Education Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture". Issued 6 times a year.
Recommended for publication by	Academic Board of the Academy, No. 7 from 26.02.2020
Journal website	<a href="http://visnyk.pgasa.dp.ua">http://visnyk.pgasa.dp.ua</a>
Placement of the scientific-practical journal in the international scientometric databases and e-libraries	Information and analytical systems: RSCI (Russian Science Citation Index), InfoBase Index (IBI Factor = 3.96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory Indexing of International Research Journals (CiteFactor). <i>Electronic Libraries and search engines:</i> Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Vernadsky National Library of Ukraine.  <i>Art &amp; Technical Editors</i> S. D. Moiseienko and I. I. Shurova <i>Translator</i> P. M. Stekhna <i>Editor &amp; Proofreader</i> V. D. Malovyk

**У ЦЬОМУ НОМЕРІ**

Білоконь А. І., Маланчій С. О., Коцюба Т. В. РОЗВИТОК ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ТА ПРАКТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ УПРАВЛІННЯ ЗАЦІКАВЛЕНИМИ СТОРОНАМИ У ПРОЕКТАХ.....	10
Діденко Л. М., Харченко В. В., Рибалка К. А., Кучеренко К. А. ДО ПИТАННЯ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ЕКСПЕРТИЗИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ.....	24
Дін Кай Цзянь ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ ІЗ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ СПОСОБОМ НАМОТУВАННЯ.....	32
Дерябіна О. О., Помінчук М. В. ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У 1917–1930-х рр. НА ТЕРИТОРІЇ СРСР.....	38
Дьяченко Л. Ю., Дьяченко О. С., Мехед М. М., Петров В. В. ПРОПОЗИЦІЇ РІШЕНЬ ІЗ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПІДЗЕМНИХ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ.....	43
Ковальов В. В. РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ РОЗРАХУНКУ СТІЙКОСТІ РОЗТАШОВАНИХ ПОРУЧ ЗІ СХИЛАМИ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ЇХ РЕКОНСТРУКЦІЇ.....	49
Колохов В. В., Сопільняк А. М., Мосьпан В. І. НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН БЕТОННОГО ЕЛЕМЕНТУ З ПОШКОДЖЕННЯМ.....	59
Кравчуновська Т. С., Заяць Є. І., Косолапов А. Ф., Єпіфанцева С. В. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У РОЗРОБЛЕННІ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЕКТІВ В УМОВАХ ВІТЧИЗНЯНОГО ДЕВЕЛОПМЕНТУ.....	67
Малахов В. В., Викиданець С. М. ХАРАКТЕР ЗМІНИ ЛОГАРИФМІЧНОГО ДЕКРЕМЕНТА В РЕЗУЛЬТАТІ ТРИЩИНОУТВОРЕННЯ В БАЛКАХ ІЗ ПЕТЛЬОВИМИ СТИКАМИ.....	83
Папірник Р. Б., Євсєєва Г. П., Бабенко В. А. ВИКЛАДАННЯ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ» В ЗАКЛАДАХ ВТЩОЇ ОСВІТИ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК ФОРМУВАННЯ НОВОЇ ТЕХНІЧНОЇ ЕЛІТИ УКРАЇНИ.....	90
Семенець С. М., Насонова С. С., Волчок Д. Л., Вельмагіна Н. О. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ НАФТОВИХ РЕЗЕРВУАРІВ У ПЕРІОД ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	99

**В ЭТОМ НОМЕРЕ**

Белоконь А. И., Маланчий С. А., Коцюба Т. В. РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ СТОРОНАМИ В ПРОЕКТАХ.....	10
Диденко Л. М., Харченко В. В., Рыбалка Е. А., Кучеренко К. А. К ВОПРОСУ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.....	24
Дин Кай Цзянь ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СПОСОБОМ НАМОТКИ.....	32
Дерябина О. А., Поминчук М. В. ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В 1917–1930-х гг. НА ТЕРРИТОРИИ СССР.....	38
Дьяченко Л. Ю., Дьяченко О. С., Мехед М. Н., Петров В. В. ПРЕДЛОЖЕНИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ПОДЗЕМНЫХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ В УКРАИНЕ.....	43
Ковалев В. В. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ РАСПОЛОЖЕННЫХ РЯДОМ СО СКЛОНАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ.....	49
Колохов В. В., Сопильняк А. Н., Мосьпан В. И. НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА С ПОВРЕЖДЕНИЕМ.....	59
Кравчуновская Т. С., Заяц Е. И., Косолапов А. Ф., Епифанцева С. В. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МИРОВОГО ОПЫТА ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ДЕВЕЛОПМЕНТА.....	67
Малахов В.В., Выкиданец С.М. ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ЛОГАРИФМИЧЕСКОГО ДЕКРЕМЕНТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В БАЛКАХ С ПЕТЛЕВЫМИ СТЫКАМИ.....	83
Папирнык Р. Б., Евсеева Г. П., Бабенко В. А. ПРЕПОДАВАНИЕ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ» В ЗАВЕДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭЛИТЫ УКРАИНЫ.....	90
Семенец С. Н., Насонова С. С., Волчок Д. Л., Вельмагина Н. А. ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ НЕФТЯНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	99



**INSIDE**

Bilokon A.I., Malanchii S.O., Kotsiuba T.V. DEVELOPMENT OF THEORETICAL BASIS AND PRACTICAL EVALUATION OF RESULTS MANAGEMENT OF STAKEHOLDERS IN PROJECTS.....	10
Didenko L.M., Kharchenko V.V., Rybalka K.A., Kucherenko K.A. TO THE PROBLEM OF EXAMINATION AND INSPECTION OF AUTOMOBILE ROADS.....	24
Ding Kai Jian MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING PRODUCTS FROM POLYMER COMPOSITE MATERIALS BY THE METHOD OF WINDING MAIN APPROACHES TO IMPROVING THE WINDING TECHNOLOGY FOR POLYMER COMPOSITE PRODUCTS.....	32
Deriabina O.A., Pominchuk M.V. FORMS OF DESIGN ACTIVITY ORGANIZATION IN 1917–1930s IN THE USSR.....	38
Diachenko L.Yu., Diachenko O.S., Mehed M.N., Petrov V.V. OFFER OF SOLUTIONS ON THE DEVELOPMENT OF PROJECTS OF ENERGY-EFFICIENT UNDERGROUND MULTIFUNCTIONAL COMPLEXES AND PUBLIC BUILDINGS IN UKRAINE.....	43
Kovaliov V.V. DEVELOPMENT OF SOFTWARE COMPLEX FOR CALCULATING STABILITY OF INDUSTRIAL BUILDINGS LOCATED NEAR THE SLOPES OF INDUSTRIAL BUILDINGS DURING THEIR RECONSTRUCTION.....	49
Kolokhov V.V., Sopilniak A.M., Mospan V.I. STRESS-STRAIN STATE OF CONCRETE ELEMENT WITH DAMAGE.....	59
Kravchunovska T.S., Zaiats Ye.I., Kosolapov A.F., Yepifantseva S.V. SYSTEMATIZATION OF WORLD EXPERIENCE OF HIGH-RISE CONSTRUCTION AND SUBSTANTIATION OF EXPEDIENCY OF ITS APPLICATION UNDER THE CONDITIONS OF UKRAINIAN BUILDING DESIGN DEVELOPMENT.....	67
Malakhov V.V., Vykydanets S.M. NATURE OF CHANGE OF LOGARITHMIC DECREEMENT AS A RESULT OF CRACKING IN THE BEAMS WITH LOOP JOINTS.....	83
Papirnyk R.B., Yevsieieva H.P., Babenko V.A. TEACHING "INTELLECTUAL PROPERTY" IN THE INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION OF CONSTRUCTION PROFILE AS AN IMPORTANT FACTOR FOR THE FORMATION OF NEW TECHNICAL ÉLITE OF UKRAINE.....	90
Semenets S.M., Nasonova S.S., Volchok D.L., Velmahina N.O. MAINTENANCE OF RELIABILITY OF PETROLEUM RESERVOIRS IN THE PERIOD OF OPERATION.....	99

УДК 65.014.1

DOI:10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.10.605

## РОЗВИТОК ТЕОРЕТИЧНИХ ОСНОВ ТА ПРАКТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ УПРАВЛІННЯ ЗАЦІКАВЛЕНИМИ СТОРОНАМИ У ПРОЕКТАХ

БІЛОКОНЬ А. І.<sup>1\*</sup>, *д. т. н, проф.*,  
МАЛАНЧІЙ С. О.<sup>2</sup>, *асист.*,  
КОЦЮБА Т. В.<sup>3</sup>, *асист.*

<sup>1\*</sup> Кафедра реконструкції та управління в будівництві, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-08-44, e-mail: [bilokon0604@gmail.com](mailto:bilokon0604@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7332-1177

<sup>2</sup> Кафедра реконструкції та управління в будівництві, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-08-44, e-mail: [sky888@ua.fm](mailto:sky888@ua.fm), ORCID ID: 0000-0002-0024-7017

<sup>3</sup> Кафедра металевих, дерев'яних і пластмасових конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-34-61, e-mail: [kottany@gmail.com](mailto:kottany@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-4404-8896

**Анотація.** Розв'язується важлива науково-прикладна задача розвитку та практичного оцінювання процесів управління зацікавленими сторонами (ЗС) у проектах, що має велике значення для забезпечення вчасного виконання плану проекту і досягнення результатів, які б задовольняли всі зацікавлені сторони. Виконано аналіз викладених у публікаціях і дослідженнях підходів щодо визначення і контролю важливих діючих осіб в оточенні проекту і наведено всю послідовність дій у вигляді зв'язаних операцій на всіх фазах і етапах управління проектом, що дозволяє проект-менеджерам бачити увесь процес у цілому, контролювати весь ланцюжок результатів і наслідків. Розглянуто, узагальнено і структуровано наявні практичні підходи до визначення й управління зацікавленими сторонами в проектах та структуровано методи, інструменти, дії відносно: фази проекту або групи процесів; етапів управління зацікавленими сторонами; змістовних частин етапів. Це дозволяє подати всю сукупність знань у вигляді системи, звести весь комплекс (набір) методологічних прийомів і засобів управління ЗС, проаналізувати й винайти можливість їх удосконалення. Проаналізовано увесь процес послідовних дій і завдань визначення й аналізу зацікавлених осіб в оточенні проекту, визначено можливості підвищення ефективності управління діючими особами (силами) як в структурному плані, так і відносно розвитку самого процесу. Запропоновано для вибору оптимальної структури, яка б контролювала процеси взаємовідносин, скористатися методом аналізу ієрархій – уявлення проблеми у вигляді ієрархії. Структура представляється можливими альтернативами, які утворюють четвертий (нижчий) рівень ієрархії. Критерії (вимоги до комунікацій, легітимність, оперативність, багатовекторність) утворюють другий рівень ієрархії. У свою чергу, важливість критеріїв залежить від значущості підкритеріїв, які утворюють третій рівень ієрархії. В плані розвитку процесу, базуючись на топології Мітчелла, розробити алгоритм аналізу значимості зацікавлених сторін з урахуванням динаміки зміни, упродовж часу реалізації проекту, складу груп, сили прояву інтересів і ступеня впливу ЗС на проект. Це дозволяє розробити адекватний план управління ЗС і вибудувати зручний план комунікацій і значно скоротити час на взаємодії, узгодження і вирішення проблем. Показано характер запропонованих змін (удосконалень) процесу управління зацікавленими сторонами, розкрито їх сутність і показано нові можливості та надано практичну оцінку успішності управління ЗС у проектах. **Мета дослідження** – розвиток та практичне оцінювання управління оточенням проекту з метою кращого задоволення інтересів усіх діючих осіб. **Об'єкт дослідження:** процеси управління зацікавленими особами в оточенні проекту. **Предмет дослідження:** методи і засоби управління оточенням проекту.

**Ключові слова:** *середовище проекту; особи, зацікавлені у проекті; чинники, що визначають успіх проекту; оцінка досягнення цілей проекту; можливості досягнення цілей кожної із зацікавлених сторін*

## РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ УПРАВЛЕНИЯ ЗАИНТЕРЕСОВАННЫМИ СТОРОНАМИ В ПРОЕКТАХ

БЕЛОКОНЬ А. И.<sup>1\*</sup>, *д. т. н, проф.*,

МАЛАНЧИЙ С. А.<sup>2</sup>, *ассист.*,  
КОЦЮБА Т. В.<sup>3</sup>, *ассист.*

<sup>1\*</sup> Кафедра реконструкции и управления в строительстве, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-08-44, e-mail: [bilokon0604@gmail.com](mailto:bilokon0604@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7332-1177

<sup>2</sup> Кафедра реконструкции и управления в строительстве, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-08-44, e-mail: [sky888@ua.fm](mailto:sky888@ua.fm), ORCID ID: 0000-0002-0024-7017

<sup>3</sup> Кафедра металлических, деревянных и пластмассовых конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-34-61, e-mail: [kottany@gmail.com](mailto:kottany@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-4404-8896

**Аннотация.** Решается важная научно-прикладная задача развития и практической оценки процессов управления заинтересованными сторонами (ЗС) в проектах, которая имеет большое значение для обеспечения своевременного выполнения плана проекта и достижения результатов, которые бы удовлетворяли все заинтересованные стороны. Выполнен анализ изложенных в публикациях и исследованиях подходов к определению и контролю важных действующих лиц в окружении проекта и представлена вся последовательность действий в виде связанных операций на всех фазах и этапах управления проектом, что позволяет проект-менеджерам видеть весь процесс в целом, контролировать всю цепочку результатов и последствий. Рассмотрены, обобщены и структурированы имеющиеся практические подходы к определению и управлению заинтересованными сторонами в проектах и структурированы методы, инструменты, действия в отношении: фазы проекта или группы процессов; этапов управления заинтересованными сторонами; содержательных частей этапов. Это позволяет представлять всю совокупность знаний в виде системы, свести весь комплекс (набор) методологических приемов и средств управления ЗС, проанализировать и найти возможность их совершенствования. Проанализирован весь процесс последовательных действий и задач определения и анализа заинтересованных лиц в окружении проекта, определены возможности повышения эффективности управления действующими лицами (силами) как в структурном плане, так и в отношении развития самого процесса. В структурном плане предложено для выбора оптимальной структуры, которая бы контролировала процессы взаимоотношений, воспользоваться методом анализа иерархий – представление проблемы в виде иерархии. Структура представляется возможными альтернативами, которые образуют четвертый (нижний) уровень иерархии. Критерии (требования к коммуникациям, легитимность, оперативность, многовекторность) образуют второй уровень иерархии. В свою очередь, важность критериев зависит от значимости подкритериев, которые образуют третий уровень иерархии. В плане развития процесса на основании топологии Митчелла разработан алгоритм анализа значимости заинтересованных сторон с учетом динамики изменения в течение времени реализации проекта состава групп, силы проявления интересов и степени влияния ЗС на проект. Это позволяет разработать адекватный план управления ЗС, выстраивать удобный план коммуникаций и значительно сократить время на взаимодействия, согласования и решения проблем. Показан характер предлагаемых изменений (улучшений) процесса управления заинтересованными сторонами, раскрыта их сущность, показаны новые возможности и дана практическая оценка успешности управления ЗС в проектах. **Цель исследования:** развитие и практическая оценка управления окружением проекта с целью лучшего удовлетворения интересов всех действующих лиц. **Объект исследования:** процессы управления заинтересованными лицами в окружении проекта. **Предмет исследования:** методы и средства управления окружением проекта.

**Ключевые слова:** среда проекта; лица, заинтересованные в проекте; факторы, определяющие успех проекта; оценка достижения целей проекта; возможности достижения целей каждой из заинтересованных сторон

## DEVELOPMENT OF THEORETICAL BASIS AND PRACTICAL EVALUATION OF MANAGEMENT RESULTS OF STAKEHOLDERS IN PROJECTS

BILOKON A.I.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
MALANCHII S.O.<sup>2</sup>, *Ass.*,  
KOTSIUBA T.V.<sup>3</sup>, *Ass.*

<sup>1\*</sup> Department of Reconstruction and Management in Construction, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-08-44, e-mail: [bilokon0604@gmail.com](mailto:bilokon0604@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7332-1177

<sup>2</sup> Department of Reconstruction and Management in Construction, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-08-44, e-mail: [sky888@ua.fm](mailto:sky888@ua.fm), ORCID ID: 0000-0002-0024-7017

<sup>3</sup> Department of Metal, Wooden and Plastic Structures, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-61, e-mail: [kottany@gmail.com](mailto:kottany@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-4404-8896

**Abstract.** The work addresses an important scientific and applied task of developing and evaluating stakeholder management processes in projects, which is important for ensuring timely implementation of the project plan and achieving results that would satisfy all interested parties. The analysis of the approaches described in publications and studies to identify and control important acting parties in the project environment is presented and the entire sequence of actions is presented in the form of related operations at all phases and stages of the project management, which allows project managers to see the whole process as a whole, to control the entire results chain and consequences. Existing practical approaches to identify and manage stakeholders in projects are reviewed, summarized and structured, and methods, tools, and actions are structured in relation to a project phase or a group of processes; stakeholder management phases; substantive parts of the stages. This allows you to represent the entire body of knowledge in the form of a system, to reduce the entire complex (set) of methodological techniques and means of managing the IP, to analyze and find the possibility of their improvement. The whole process of sequential actions and the tasks of identifying and analyzing stakeholders in the project environment are analyzed, the possibilities for increasing the effectiveness of acting people (forces) are determined both structurally and in relation to the development of the process itself. In the structural plan, it is proposed to use the method of hierarchy analysis to represent the problem in the form of a hierarchy to select the optimal structure that would control the processes of relationships. The structure is presented by possible alternatives that form the fourth (lower) level of the hierarchy. Criteria (communication requirements, legitimacy, efficiency, multi-vector nature) form the second level of the hierarchy. In turn, the importance of the criteria depends on the significance of the sub-criteria that form the third level of the hierarchy. In terms of the development of the process, based on the Mitchell topology, an algorithm has been developed to analyze the significance of interested parties, taking into account the dynamics of change during the time of the project, the composition of the groups, the strength of the manifestation of interests and the degree of influence of IP on the project. This allows to develop an adequate IP management plan and build a convenient communication plan and significantly reduce the time for interaction, coordination and problem solving. The nature of the proposed changes (improvements) of the stakeholder management process is shown, their essence is revealed and new features are shown, and practical assessment of the success of managing IP in projects is given. **Purpose.** Development and practical evaluation of project environment management in order to meet better the interests of all acting parties. **Object of study.** Management processes of interested parties in the project environment. **Subject of study.** Methods and means for the project management environment.

**Keywords:** *project environment; interested parties; factors determining the success of the project; assessment of the achievement of the project objectives; opportunities to achieve the objectives of each of the stakeholders*

**Актуальність теми.** Огляд зарубіжних і вітчизняних джерел показує, що теорія стейкхолдерів активно обговорювалася і розвивалася не тільки фахівцями в галузі управління, а й філософами, юристами і, що може бути найцікавіше, – політологами. Деякі вчені стверджують, що теорія стейкхолдерів, так, як вона була представлена, не має серйозної наукової основи ні в економічній теорії фірми, ні в теорії етики бізнесу.

При цьому необхідність управління відносинами зі стейкхолдерами об'єктивно існує і визнається. Вирішення протиріччя вимагає розроблення цілісної методології, базисом якої постає визначення та класифікація стейкхолдерів.

Одна з причин проблеми – неоднозначність і мінливість у часі

ідентифікації стейкхолдера і його впливу на проект.

Головний висновок – процеси управління взаєминами із зацікавленими групами і механізми оцінювання ефективності цього управління не отримали ще відповідного системного розвитку ні в теорії, ні на практиці. Такі механізми дозволили б чітко позначати роль і внесок кожного з учасників відносин і, відповідно, вибудовувати ефективні комунікації, ставити конкретні завдання перед менеджментом і контролювати їх реалізацію.

Розвитку теорії стейкхолдерів і взаємодії організації зі стейкхолдерами присвятили свої праці: R. E. Freeman, W. M. Evan, J. E. Post, L. E. Preston, S. Sachs, М. А. Петров, Т. Ю. Плешкова, Енді Нілі,

Кріс Адамс, Майк Кеннерлі, M. Clarkson, Y. Fassin, Anne Fletcher, James Guthrie, Peter Steane, Goran Roos, Stephen Pike, J. Frooman, A. I. Білоконь, R. Yulker, С. Д. Бушуєв, I. В. Чумаченко, N. Phillips, Юхані Сілвасті, R. K. Mitchell, B. R. Agle, D. J. Wood, R. Henderson, W. Mitchell, K. Gibson, C. Hardly

Аналіз публікацій досліджуваної предметної галузі показує, що увага приділяється різним аспектам взаємодії із зацікавленими сторонами, в тому числі: визначення найбільш важливих діючих осіб і оцінюванню потенційних проблем [1]; розгляду зацікавлених осіб з точки зору влади, впливу на проект [2]; тому, як будуть вимірювати успіх основні діючі сторони, критеріям успішності [3]; плануванню дій і підтримці зв'язку із зацікавленими сторонами [4] та ін.

Однак усі напрацьовані інструменти і дії стосуються окремих етапів і фаз управління проектом і не дають повного уявлення про процес у цілому, що не дозволяє менеджеру бачити весь комплекс і послідовність завдань управління зовнішніми і внутрішніми силами оточення проекту.

Тому велика кількість публікацій, з одного боку, і локальність розглянутих у них питань, з іншого, викликає необхідність узагальнити, систематизувати і подати весь комплекс завдань у вигляді єдиного процесу взаємопов'язаних послідовних дій, щоб менеджери проекту змогли побачити і тримати під контролем усю проблему цілком.

Узагальнити і систематизувати комплекс знань щодо управління важливими діючими особами в оточенні проекту, подати весь процес управління взаємодіями цілком і визначити можливості підвищення керованості зацікавленими сторонами, як у структурному відношенні, так і в плані розвитку процесу – актуальне завдання як для практики, так і для теорії управління проектами.

**Мета і завдання дослідження.** Мета роботи – розвиток і вдосконалення управління зацікавленими групами осіб в оточенні проекту.

Для досягнення зазначеної мети в роботі поставлено і виконано такі основні завдання:

1. Виконати аналіз викладених у публікаціях і дослідженнях методів визначення і контролю важливих діючих осіб в оточенні проекту і подати їх у вигляді єдиного процесу послідовних пов'язаних дій на всіх фазах і етапах управління проектом.
2. Розглянути, узагальнити і систематизувати наявні підходи до визначення й управління зацікавленими особами в проектах, навести у вигляді системи взаємопов'язаних елементів: фази проекту або групи процесів (А); етапи управління зацікавленими особами (Б); зміст етапу (В); методи, інструменти, дії (Г).
3. Проаналізувати весь процес послідовних дій і завдань визначення та аналізу діючих осіб в оточенні проекту, виявити можливості підвищення керованості діючими особами як у структурному плані, так і відносно розвитку самого процесу.
4. У плані розвитку процесу, ґрунтуючись на топології Мітчелла, розробити алгоритм аналізу значущості зацікавлених сторін з урахуванням динаміки зміни протягом часу реалізації проекту, складу груп, прояву інтересів і ступеня впливу на проект самих ЗС.
5. Показати характер запропонованих змін, спрямованих на розвиток процесу управління зацікавленими особами, розкрити їх сутність і показати нові можливості й ефективність на прикладі освітніх проектів.

**Об'єкт дослідження** – процеси взаємодії з діючими особами та організаціями, зацікавленими в проекті.

**Предмет дослідження** – моделі і методи управління зацікавленими сторонами в проектах.

**Методи дослідження.** Теоретичні основи досліджень склали праці провідних зарубіжних і вітчизняних вчених у галузі управління проектами. Методологічною базою роботи стали загальнонаукові

принципи проведення досліджень, теоретичні та методичні основи системного підходу, математичного моделювання. Для проведення дослідження використано методи системного аналізу, методи управління проектами, методи математичного моделювання, метод аналізу ієрархії, методи експертних оцінок.

Показано, щоб забезпечити необхідний контроль над оточенням і добитися необхідних результатів проекту, менеджеру важливо уявити й утримувати весь процес у цілому, розуміти послідовність, взаємозв'язок і значення дій, спрямованих на управління сторонами, зацікавленими в проекті.

Необхідність узагальнити, систематизувати весь комплекс завдань у вигляді єдиного процесу взаємопов'язаних послідовних дій, щоб менеджери проекту змогли бачити і тримати під контролем усю проблему цілком – вельми важливий й актуальний завдання.

Постановка завдання в даному вигляді потребує таких рішень:

1. Виконати аналіз викладених у публікаціях і дослідженнях різних методичних прийомів щодо визначення та управління важливими діючими особами в оточенні проекту, подати їх у вигляді єдиного процесу пов'язаних операцій на всіх фазах і етапах розгортання проекту (табл. 1).

2. Узагальнити і структурувати знання управління зацікавленими особами в проектах і представити у вигляді системи взаємопов'язаних елементів відповідно до: фаз проекту; етапу управління зацікавленими особами; змісту етапу; методів, інструментів, дій (рис. 1).

3. Проаналізувати весь процес управління зацікавленими особами (рис. 2) і визначити можливості підвищення керованості ЗС, удосконаливши його як у структурному плані, так і відносно розвитку самого процесу.

Показано (рис. 2), важливим кроком для розуміння зовнішніх і внутрішніх сил постає визначення їх уявлення про те, як повинен виглядати результат проекту.

Визначення та задоволення вимог сторін до результату проекту формує остаточний профіль (межі) проекту: роботи, які повинні бути виконані, і образ продукту проекту. Формується та база, щодо якої буде оцінюватися виконання вимог до змісту продукту, його характеристик, властивостей і функцій, відповідно до чого продукт буде прийматися після завершення проекту.

Показано, не правельне уявлення або просте ігнорування вимог сторін, зацікавлених у проекті, до очікуваного результату, загрожує помилками під час визначення змісту. А без адекватного розуміння змісту проекту неможливо ні скласти його робочий план, ні визначити вартість, графік робіт, ні сформулювати його цілі, вимоги до продукту і те, як будуть оцінювати успіх.

Щоб задовольнити вимоги ЗС, можливо, необхідно буде переглянути погляд на те, яким повинен бути результат, який влаштовує всі сторони, змінити концептуальне бачення і зміст продукту проекту. Це розширить списки робіт, які повинні бути виконані, викличе зміни графіка, кількості ресурсів, вартості.

Недооцінювання вимог і значення сторін спричинює не провільне подання кінцевого продукту і змісту проекту, витрати часу і вартості, цінності проекту, того, як співвідносяться між собою витрати і вигоди.

Урахування ж інтересів сторін сприяє більш правдоподібному оцінюванню цінності проекту, його окупності і віддачі на капітал, що інвестується.

І те й інше може істотно впливати на наше суб'єктивне уявлення про можливу цінність проекту. Наші початкові оптимістичні очікування можуть бути невиправданими.

Наступним кроком необхідно буде переглянути співвідношення вигоди / витрати за проектом і скорегувати наведену цінність.

Керувати групами зацікавлених осіб – означає давати їм деяку можливість контролювати рішення і проміжні результати щодо створення продукту, життєво важливі для їх інтересів, щоб

заручитися підтримкою і мати в їх особі своїх прихильників (прихильників проекту).

Задоволеність комунікаціями в проекті – один із факторів успіху.

Таблиця

Результати, дії	Розвиток процесу
1. Визначення найбільш важливих ДО	1
2. Їх цілі, цінності	2
3. Наявна влада над основними ДО	3
4. Ступінь залежності. Ризики, загрози	4
5. В якому виді вони бачать результат	5
6. Як можем задовольнити їх вимоги	6
7. Як будуть вимірювати успіх	7
7.1. Критерії успішності	7.1
7.2. Конкретні вимірювачі	7.2
7.3. Граничні значення критеріїв. Вигоди	7.3
8. Як зміниться кінцевий продукт	8
8.1. Зміна змісту	8.1
8.2. Графік, час, вартість	8.2
9. Зміни: витрати/вигоди	9
10. Комунікаційні вимоги	10
11. План управління ЗО	11

Тому наступний крок – це вибудовування зручної системи комунікацій, що враховує: способи і періодичність інформування; зміст (склад) звітів про фактичний розвиток подій і досягнутих значень проміжних результатів (критеріїв); важливих для інтересів ЗС; ключові (вузлові) віхи; що визначають проміжні поставки частини продукту; проміжні виміри того, що зроблено, а, отже, періодичність у питаннях узгодження і отримання від них схвалення.

Наступний крок – планування дій для управління зацікавленими сторонами.

Показано, план управління зацікавленими сторонами включає заходи як структурного характеру, так і розвитку процесу.

Показано, що діючий стандарт ISO 21500, що розглядає предметну галузь управління проектами і групи процесів на різних стадіях розгортання проекту, не дає

повного уявлення про процес планування та управління зацікавленими сторонами [5; 4].

Розглянуто етапи управління зацікавленими особами на різних фазах життєвого циклу проекту: ініціювання, планування, виконання, управління (коригування), завершення [4].

Усі знання в цій галузі і напрацьовані результати структуровано і систематизовано щодо: фаз проекту (груп процесів); етапів розвитку процесів; змісту етапів; застосовуваних інструментів, методів.

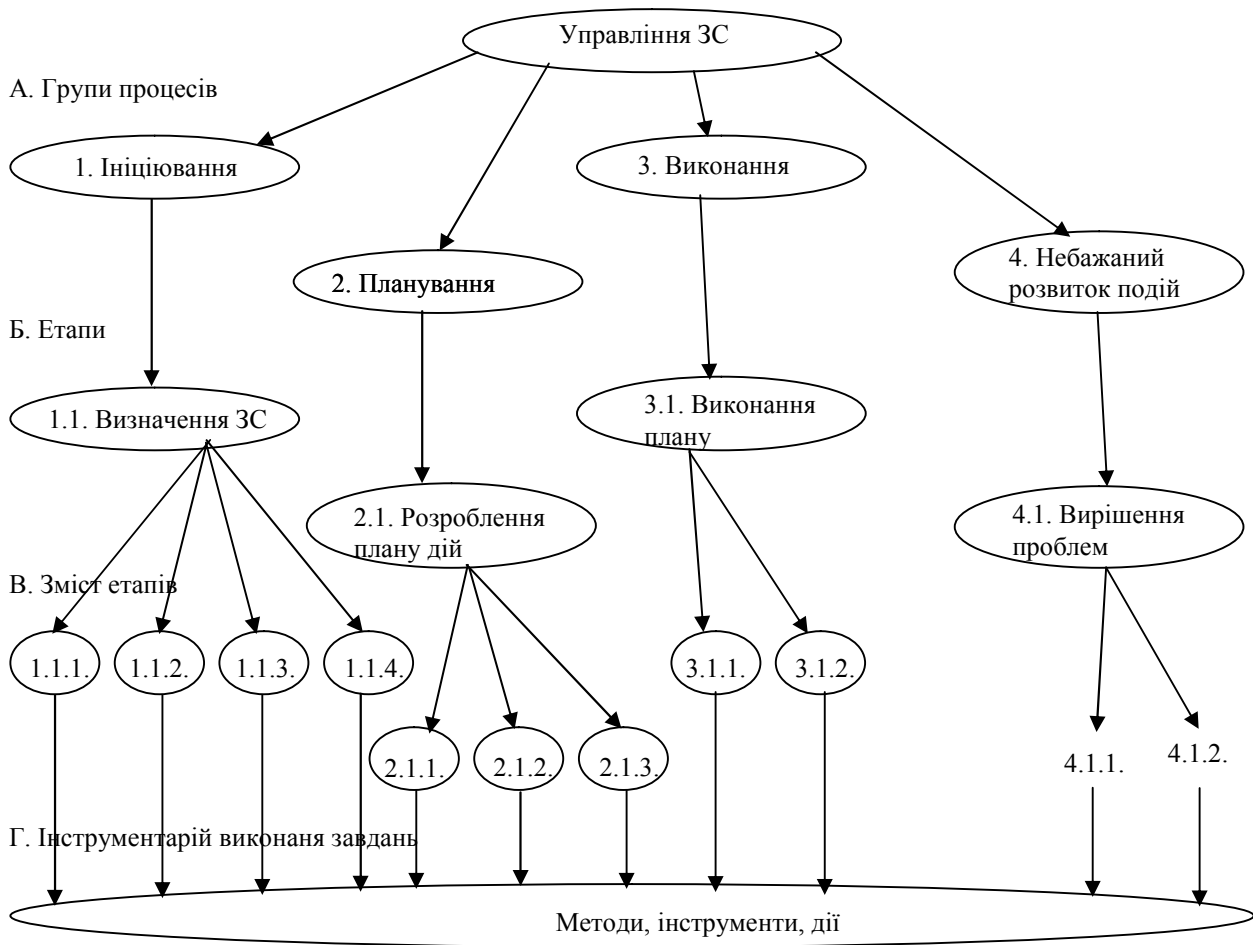


Рис. 1. Системний підхід до узагальнення основи знань управління зацікавленими особами

Показано змістовну частину етапів і зміст застосовуваних інструментів і дій для управління зацікавленими особами.

Наприклад:

Фаза 2. Планування.

Етап 2.1. Розроблення плану дій управління взаємовідносинами та зацікавленими особами.

Зміст етапу

2.1.1. Вибудовування організаційних форм для взаємодії і зв'язку.

2.1.2. Заходи, спрямовані на розвиток процесу;

Застосовувані інструменти, дії

\*\*\* Організаційні структури управління взаємовідносинами;

\*\*\* Опис очікуваних результатів проекту, в тому числі проміжних критеріїв успішності;

\*\*\* Комунікаційні вимоги, інформування.

Інноваційна діяльність, удосконалення процесів завжди орієнтовані на ефективність.

Наукове управління завданнями передбачає:

– необхідно вивчити процес, проаналізувати етапи його виконання;

– описати кожен етап і проаналізувати методи, інструменти, дії для його виконання;

– необхідно відповідним чином змінити, удосконалити інструментарій, який використовується в цьому завданні, щоб виконавець витрачав якомога менше часу, зусиль на його виконання й отримувал більш точні результати.

У плані розвитку процесу, ґрунтуючись на топології Мітчелла, розробили алгоритм аналізу значущості зацікавлених сторін з урахуванням динаміки зміни протягом часу реалізації проекту складу груп, прояву інтересів і ступеня впливу зацікавлених осіб на проект [6].

Показано, що основний орієнтир у галузі управління проектами – це задоволення всіх



зацікавлених сторін, тому найкращих результатів досягають ті проекти й організації, які максимально повно враховують потреби зацікавлених сторін і компетентно вибудовують свої взаємини з усіма зацікавленими особами, чим створюється цінність для всіх сторін, а не тільки для акціонерів.

Показано, що більшість моделей для вимірювання успішності проекту сконцентрована тільки на самій організації і споживачеві, замовнику або команді

проекту, що автоматично знижує саму можливість успіху проекту.

З точки зору авторів, більш доцільно оцінювати успіх проекту з позиції інтересів різних зацікавлених сторін, де результиуючим показником постає ступінь їх загальної задоволеності.

Така логіка розширення факторів, що визначають успіх проекту, зумовлює розуміння того, що найбільш доцільно оцінювати успішність проекту з позиції всіх зацікавлених сторін, аналізувати їх, балансувати їхні інтереси і керувати ними.

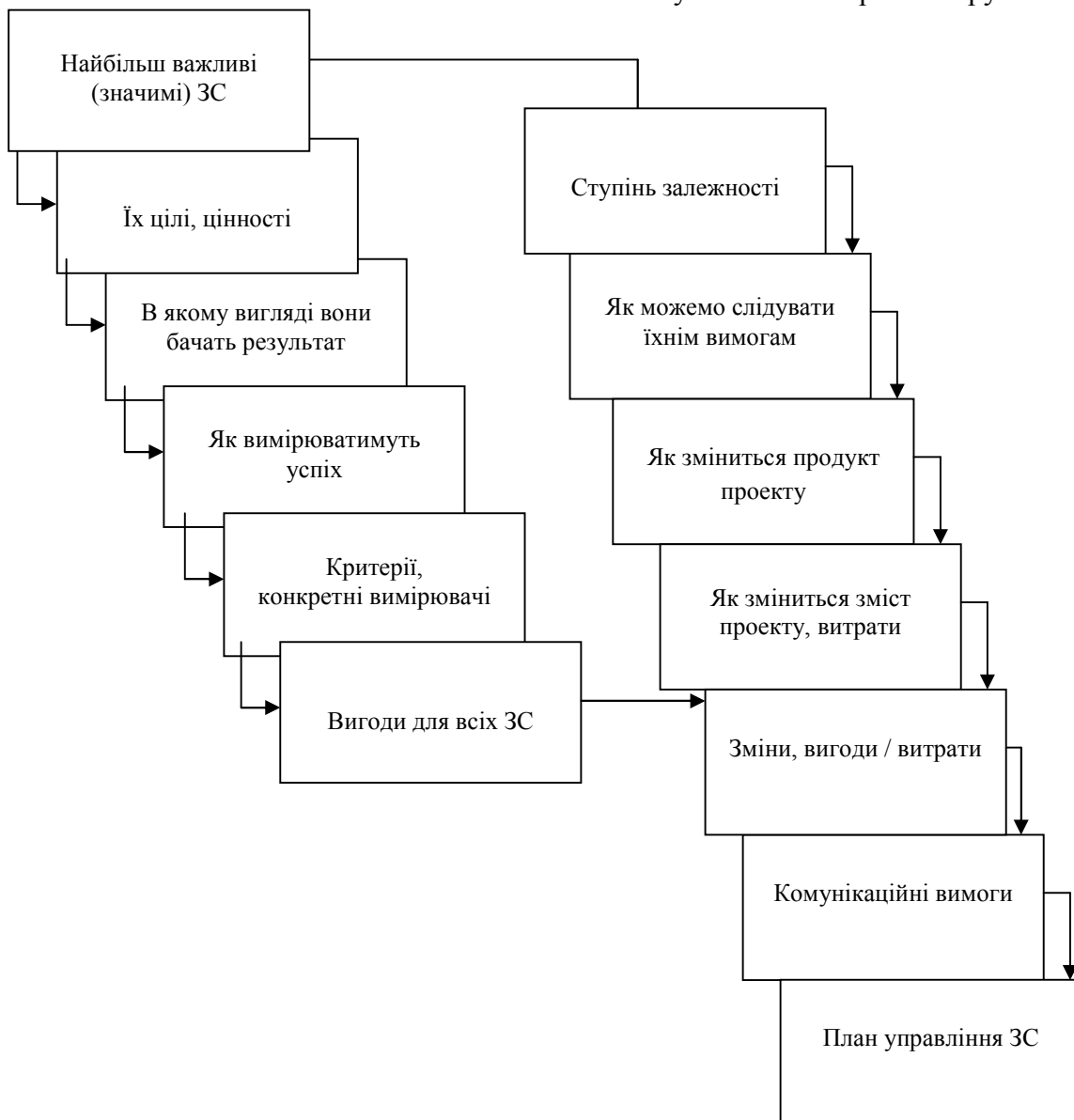


Рис. 2. Процес управління ЗС в оточенні проекту

Існує велика кількість підходів до аналізу і класифікації зацікавлених

сторін [7]. А. Менделоу [8] аналізує зацікавлені сторони в залежності від їх

інтересів і їх влади, і, відповідно, від здатності впливати на діяльність підприємства і бажання робити це. Інтегрований показник, вплив зацікавленої сторони визначається шляхом перемноження влади та інтересу.

Розширеною моделлю А. Менделоу можна вважати типологію Р. Мітчелла [8].

В основі типології – три фактори: законність, значимість і терміновість, тобто юридична легітимність віддавати вказівки, сила впливу ЗС на підприємство, мінімально необхідна швидкість відповідей на запити зацікавленої сторони.

Сторони, яким властива тільки одна характеристика, приховані, бездіяльні. Зацікавлені сторони, яким притаманні дві характеристики, є такими, які вичікують. Найбільшим впливом володіють зацікавлені сторони, вплив яких узаконено, значимо, і які вимагають рішень і відповіді в найкоротші терміни (категорична група).

Аналізуючи базову модель, більш детально врахуємо, що зацікавлені сторони проекту глобально поділяються на два типи:

– оточення проекту, тобто те, що перебуває поза проектом (замовники, постачальники, інвестори, що контролюють органи, споживачі і т. д.);

– внутрішнє середовище проекту (команда проекту, персонал проекту і т. п.) [6].

Отже, внутрішнє середовище проекту являє собою «групу, що вимагає», а зовнішнє оточення – «контролюючу» і «бездіяльну».

Виходячи з цього визначення, можемо вважати, що поняття «терміновість» або ж «час проекту» набагато більш критичне для внутрішнього середовища, ніж для зовнішнього оточення.

Так само слід враховувати, що в будь-який момент часу реалізації проекту кількість зацікавлених сторін у даних групах може змінюватися.

Так, у разі необхідності узгодження, отримання дозволів або ж будь-яких інших юридичних документів, зацікавлені сторони з «контролюючої» групи можуть перейти в «домінуючу» і вона розшириться.

Аналогічно може змінитися склад і «залежної» групи [6].

Як бачимо, зацікавлені особи можуть переходити з однієї групи в іншу і склад груп протягом життєвого циклу реалізації проекту може змінюватися.

Разом із тим, під час реалізації проекту, може змінюватися і їх значення, особливо у сфері своїх інтересів і ступеня впливу на проект.

Для кожної групи зацікавлених осіб (внутрішні ЗС проекту, внутрішньо-корпоративні, зовнішнє оточення проекту) були визначені їхні основні інтереси.

Виходячи з інтересів кожної зацікавленої сторони, автори запропонували алгоритм аналізу їх впливу на проект протягом усього життєвого циклу на всіх етапах створення і постачання продукту проекту або його окремих частин.

Алгоритм аналізу значущості зацікавлених сторін проекту включає:

1. Виявлення всіх ключових груп зацікавлених сторін, проведення експертної оцінки ступеня загрози, яка виходить від них, їх готовності до взаємодії, законності, терміновості та значущості їх вимог.

2. Проведення ідентифікації основних ключових осіб (рушійних сил) у кожному сегменті, групі ЗС, а також їх інтересів.

Для цього визначають вагу (значущість) зацікавленої сторони за середньозваженими експертними оцінками влади, законності і терміновості за формулою:

$$\text{Вага (значимість) зацікавленої сторони} = k \cdot \text{влада} + m \cdot \text{законність} + n \cdot \text{терміновість},$$

де  $k, m, n$  – вага (частка) критеріїв.

Вага (значущість) критеріїв змінюється по ходу реалізації проекту. Змінюються і склади груп.

3. На основі отриманих результатів вибудовують локальну карту зацікавлених осіб, яка відображатиме їхні інтереси і взаємозв'язок, а потім для цільових ЗС будують індивідуальні поведінкові профілі.

Результати дослідження формують розуміння того, що для управління зацікавленими сторонами проекту необхідно

знати не тільки їхні інтереси, а й їхні цілі, тобто точки, де їхні інтереси максимально зачіпаються і де досягнуті значення проміжних результатів проекту переконували б їх у тому, що їхні інтереси не порушені.

Управління цілями в проекті починається із формування основних цілей і з визначення ключових точок проекту (віх) або ж підцілей проекту (проміжних результатів). Тобто проект можна подати у вигляді послідовно з'єднаних нечітких вирішальних елементів  $x$ , а самі віхи у вигляді нечіткого вирішального елемента  $R_i$ . Аналогічним чином можна побудувати і цілі зацікавлених сторін, особливо якщо, як ми зазначили вище, вони можуть змінюватися в процесі реалізації проекту. Нечіткі вирішальні елементи послідовно проектуються таким чином, що знижується область невизначеності в рамках установлених обмежень (кожна віха має термін і обсяг фінансування).

Кожна з проєкцій описується як система «вхід – вихід», причому на вході і виході діють лінгвістичні змінні, нечіткі значення яких визначають конкретні стани елемента.

Зазначене подання проекту дозволяє оцінити не тільки ступінь досягнення цілей проекту, а і ступінь можливості досягнення цілей кожної з ключових зацікавлених сторін.

Розглянуто можливості поліпшення управління ЗС у структурному плані.

Показано, що аналіз значущості зовнішніх і внутрішніх сил створює базу для формування структур управління взаємовідносинами. У виборі організаційних форм для управління зацікавленими сторонами слід враховувати два моменти: раціональну структуру і критерії, за якими можна буде оцінювати успішність управління зацікавленими особами.

Раціональна структура залежить від низки факторів: потоку проєктів, списку груп зацікавлених осіб, їхніх інтересів і того, які операції взаємодії візьме на свій контроль створювана структура із числа тих, що основні діючі особи визначили як найбільш важливі. Вибір альтернативи в

кожному конкретному випадку будуть визначати: вимоги до комунікацій; легітимність, законність; терміновість реагування; багатовекторність діяльності та ін.

Запропоновано для вибору оптимальної структури з можливих альтернатив використовувати метод аналізу ієрархій (МАІ) – уявлення проблеми у вигляді ієрархії [9]. У розглянутій задачі структура представлена можливими альтернативами, які утворюють четвертий (нижчий) рівень ієрархії. Критерії (вимоги до комунікацій, легітимність, терміновість, багатовекторність), яким повинна відповідати структура – утворюють другий рівень ієрархії. У свою чергу, важливість (вага) критеріїв залежить від значущості підкритеріїв, які утворюють третій рівень ієрархії [10].

На вершині ієрархії мета – вибір оптимальної структури з точки зору кращого задоволення інтересів (відповіді на запити) ключових діючих осіб в оточенні проекту.

Завдання виконується в два етапи. Перший етап передбачає подання проблеми у вигляді ієрархії. На другому етапі необхідно встановити пріоритети критеріїв, оцінити кожен альтернативу щодо критеріїв та визначити, яка з них найбільше відповідає інтересам сторін.

У МАІ елементи в ієрархії порівнюють попарно щодо впливу на загальну для них характеристику. Таблицю попарних порівнянь записують у вигляді зворотньо-симетричної матриці, в якій  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ . Для отримання позитивного результату в порівняннях необхідно: вибрати числову шкалу порівнянь; визначити ступінь неузгодженості суджень. В результаті розв'язання визначається чисельно виражений відносний ступінь взаємодії елементів в ієрархії.

Коли завдання поставлене у вигляді ієрархії, матриця на другому рівні складається для парного порівняння критеріїв щодо спільної мети, розташованої на першому рівні.

Такі ж матриці будуються для парних порівнянь кожної альтернативи на третьому рівні відносно критеріїв другого рівня і т. д., якщо кількість рівнів більше трьох.

Після формування матриць парних порівнянь за всіма критеріями і альтернативами визначають власні вектори матриць, перевіряють узгодженість матриць за допомогою їх власних чисел і проводять аналіз важливості альтернатив щодо основної мети.

Запропоновані вдосконалення, спрямовані на розвиток процесу управління зацікавленими особами, дозволяють вибудовувати ефективні комунікації і суттєво підвищити успішність взаємодій в проекті.

Показано, що оцінити успішність управління взаємовідносинами можна через контроль часу. Пошук рішень (створення умов) скорочення часу, що витрачається на виконання вимог стейкхолдерів, важливий для проекту.

Показано на прикладі погоджувально-дозвільних робіт, що: дії стейкхолдерів визначаються переважно зовнішніми силами (законами, правилами, інструкціями, службовими нормами, особистими мотивами). Стейкхолдери обмежені у своїх діях тільки граничними термінами розгляду документів і не мотивовані в їх скороченні; проект-менеджер зацікавлений почати проект у термін і будь-яке скорочення часу на стосунки із зовнішніми факторами може істотно вплинути на терміни початку і загальну тривалість робіт [4].

Показано, що для звичайного непідготовленого виконавця, не знайомого з тонкощами погоджувально-дозвільної системи, час на взаємодії підпорядковується рівнянню випадкового блукання і за кількість ( $n$ ) кроків (одиниць часу, відведеного для проходження необхідних інстанцій) він, відповідно до теорії, з максимальною ймовірністю пройде лише  $\sqrt{n}$  кроків до мети. А на те, щоб досягти мети, йому знадобиться  $n^2$  кроків.

Якщо ж управління взаємовідносинами покласти на спеціально створену структуру, весь комплекс завдань буде виконано

набагато швидше. До того ж, час легко піддається виміру і може служити кількісною мірою оцінки успішності управління зацікавленими сторонами за наявності спеціальної структури і без неї.

У проект-менеджменті основним інструментом керування часом є графік Гантта. Однак його наявність мало що дає, наприклад, на етапі погоджень і затвердження проекту, коли ціла низка робіт з необхідністю виконується за деякими правилами, встановленими для стейкхолдерів до, поза і без урахування потреби конкретного проекту.

Оптимізація часових параметрів проекту під час роботи зі стейкхолдерами дає можливість почати конкретні дії за проектом якомога раніше, тобто скорочує загальну тривалість (а значить і пов'язану із цим вартість) проекту.

Головний висновок – пасивне очікування рішень стейкхолдерів може спричинити значні втрати часу проекту.

Звичайно, ці оптимізаційні дії матимуть сенс лише в тому випадку, якщо їх сумарна вартість не перевищить економії від заходів оптимізації.

Показано, що зростання рівня контролю і впливу завжди супроводжується збільшенням витрат на здійснення цих функцій і одночасним зниженням витрат, які неминучі в разі відсутності контролю (впливу). А це означає можливість існування оптимальної (або близької до оптимальної) величини витрат на управління взаємовідносинами та зацікавленими особами [10].

У статті наведено графічну інтеграцію функціональної залежності витрат і втрат від досягнутого рівня контролю (впливу). Крім загальних витрат на взаємодії, ефективність процесу може характеризуватися також показником задоволеності (комфортності) досягнутого рівня комунікацій.

Досягненням, основною умовою оцінювання застосовуваних управлінських дій, бачиться знаходження компромісу між отриманням бажаного рівня контролю (впливу) і загальними організаційними

витратами на здійснення цього контролю (впливу).

Іншими словами, і діючі сторони задоволені досягнутим рівнем взаємодії, і витрати організації на управління факторами зовнішнього середовища вважаються для неї прийнятними.

Показано, що при цьому можуть відбуватися окремі цільові конфлікти як наслідок реалізації певного плану дій з управління ЗС. Наведено зустрічну динаміку взаємозалежності втрат і витрат внаслідок посилення контролю факторів зовнішнього середовища.

Показано, що при переході від варіанта стану (II) до варіанта стану (I) зусилля на контроль (вплив) ростуть, ризик втрат знижується.

На підставі цих двох функцій визначають взаємозалежність застосовуваних рішень вдосконалення процесу щодо посилення влади (впливу) і зменшення, в результаті, ризику втрат від неконтрольованості процесу.

Обидві моделі дозволяють відстежити (встановити) результат і ефективність застосовуваних дій щодо вдосконалення процесу і можуть використовуватися для підготовки звітів і планів управління взаємовідносинами, показуючи, чи були управлінські дії правильними і наскільки, з точки зору інтересів усіх зацікавлених осіб.

### **Висновки**

У статті розв'язується важлива науково-прикладна задача розвитку та практичного оцінювання процесів управління зацікавленими сторонами в проектах, що має велике значення для забезпечення вчасного виконання плану проекту і досягнення результатів, які б задовольняли всі зацікавлені сторони.

За результатами роботи можна зробити такі висновки:

1. Виконано аналіз викладених у публікаціях і дослідженнях підходів щодо визначення і контролю важливих діючих осіб в оточенні проекту і наведено всю послідовність дій у вигляді зв'язаних операцій на всіх фазах і етапах управління проектом, що дозволяє проект-менеджерам

бачити увесь процес у цілому, контролювати весь ланцюжок результатів і наслідків.

2. Розглянуто, узагальнено й структуровано наявні практичні підходи до визначення й управління зацікавленими сторонами в проектах та структуровано методи, інструменти, дії відносно: фази проекту або групи процесів; етапів управління зацікавленими сторонами; змістовних частин етапів.

Це дозволяє подавати всю сукупність знань у вигляді системи, звести весь комплекс (набір) методологічних прийомів і засобів управління ЗС, проаналізувати й винайти можливість їх вдосконалення.

3. Проаналізовано увесь процес послідовних дій і завдань визначення й аналізу зацікавлених осіб в оточенні проекту, визначено можливості підвищення ефективності управління діючими особами (силами) як в структурному плані, так і відносно розвитку самого процесу.

4. У структурному плані запропоновано для вибору оптимальної структури, яка б контролювала процеси взаємовідносин, скористатися методом аналізу ієрархій – уявлення проблеми у вигляді ієрархії. Структура представляється можливими альтернативами, які утворюють четвертий (нижчий) рівень ієрархії. Критерії (вимоги до комунікацій, легітимність, оперативність, багатовекторність) утворюють другий рівень ієрархії. У свою чергу, важливість критеріїв залежить від значущості підкритеріїв, які утворюють третій рівень ієрархії.

Вершиною ієрархії постає мета – формування ефективної структури для взаємодії з ключовими факторами проекту з метою кращого задоволення інтересів усіх діючих осіб.

5. У плані розвитку процесу, базуючись на топології Мітчелла, розробили алгоритм аналізу значимості зацікавлених сторін з урахуванням динаміки зміни, упродовж часу реалізації проекту, складу груп, сили прояву інтересів і ступеня впливу ЗС на проект. Це дозволяє розробити адекватний план управління ЗС і вибудувувати зручний план

комунікацій і значно скоротити час на взаємодії, узгодження і вирішення проблем.

6. Показано характер запропонованих змін (удосконалень) процесу управління зацікавленими сторонами, розкрито їх

сутність, показано нові можливості і надано практичну оцінку успішності управління ЗС у проектах.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Силвасти Ю. Управление заинтересованными сторонами. *Мир управления проектами. Основы, методы, организация, применение* : пер. с англ. / под ред. Х. Решке, Х. Шелле. Москва : Аланс, 1993. С. 188–192.
2. Йоукер Р. Управление международным окружением проекта. *Project Leadership Seminar* : confidential materials. Strategic Management Group. Philadelphia, 1994. 15 p.
3. Грашина М. А., Дункан В. Р. *Основы управления проектами* : учеб. пособ. Санкт-Петербург : Питер. 2006. 208 с.
4. Білоконь А. І., Маланчий С. О., Коцюба Т. В., Алкубалайт Т. А. Аналіз зовнішніх і внутрішніх сил в оточенні проекту. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 3 (241–242). С. 15–28.
5. ISO 21 500:2012. Guidance on Project Management. ISO-2012. 36 p.
6. Белоконов А. И., Маланчий С. А., Антоненко С. В., Коцюба Т. В. Анализ значимости заинтересованных сторон проекта. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 2 (239–240). С. 81–94.
7. Белоконов А. И., Маланчий С. А., Алкубалайт Т. А. Теоретические аспекты определения и взаимодействия заинтересованных групп лиц в проектах. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 1 (214). С. 72–78.
8. Mitchell R. K., Agle B. R., Wood D. J. Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience : Defining the Principle of Who and What Really Counts. *Academy of Management Review*. 1997. Vol. 22, № 4. Pp. 853–888.
9. Саати Т. Принятие решений. *Метод анализа иерархий* : пер. с англ. Р. Г. Вачнадзе. Москва : Радио и связь, 1993. 278 с.
10. Белоконов А. И., Маланчий С. А., Бахри Надхем. Управление окружением в проектах обучения иностранных студентов. *Вісник Національного технічного університету ХПІ. Серія : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами*. 2017. № 2 (1224). С. 79–83.
11. Белоконов А. И., Маланчий С. А., Антоненко С. В., Коцюба Т. В. Управление заинтересованными сторонами в окружении проекта. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 4 (217). С. 64–72.

### REFERENCES

1. Silvasti Yu. *Upravlenie zainteresovanyimi storonami* [Management of interested parties]. *Mir upravleniya proektami. Osnovy, metody, organizatsiya, primeneniye* [World of project management. Basics, methods organization and application]. Eds. Reschke J. and Schell H. Moscow : Alans, 1993, pp. 188–192 (in Russian).
2. Jouker R. *Upravlenie mezhdunarodnym okruzeniem proekta* [International project management environment]. *Project Leadership Seminar: Confidential materials*. Strategic Management Group. Philadelphia, 1994, 15 p. (in Russian).
3. Grashina M.A. and Dunkan V.R. *Osnovy upravleniya proektami* [Basics of project management]. Saint-Petersburg : Piter, 2006, 208 p. (in Russian).
4. Bilokon' A.I., Malanchij S.O., Kocyuba T.V. and Alkubalajt T.A. *Analiz zovnishnih i vnutrishnih sil v otochenni proektu*. [Analysis of external and internal forces in the project environment]. *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2018, no. 3 (241–242), pp. 15–28 (in Ukrainian).
5. ISO 21 500:2012. Guidance on Project Management. ISO – 2012. 36 p.
6. Belokon' A.I., Malanchij S.A., Antonenko S.V. and Kocyuba T.V. *Analiz znachimosti zainteresovannyih storon proekta* [Analysis of the significance of project stakeholders]. *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2018, no. 2 (239–240), pp. 81–94 (in Russian).
7. Bilokon' A.I., Malanchij S.O. and Alkubalajt T.A. *Teoreticheskie aspekty opredeleniya i vzaimodejstviya zainteresovannyih grupp lic v proektah* [Theoretical aspects of the definition and interaction of stakeholder groups in projects]. *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2016, no. 1 (214), pp. 72–78 (in Russian).
8. Mitchell R.K., Agle B.R. and Wood D.J. Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience : Defining the Principle of Who and What Really Counts. *Academy of Management Review*. 1997, vol. 22, no. 4, pp. 853–888.

9. Saati T. *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy system* [Making decisions. Hierarchy Analysis Method]. Trans. from English R.G. Vachnadze. Moscow : Radio i svyaz', 1993, 278 p. (in Russian).
10. Belokon' A.I., Malanchij S.A. and Bahri Nadhem. *Upravlenie okruzeniem v proektah obucheniya inostrannih studentov* [Management of environment in the projects of foreign students' training]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnogo universytetu «KhPI». Seriya : Stratehichne upravlinnia, upravlinnia portfeliamy, programamy ta proektamy* [Bulletin of the National Technical University «KhPI». Series : Strategic management, portfolio management, programs and projects]. 2017, no. 2 (1224), pp. 79–83 (in Russian).
11. Belokon' A.I., Malanchij S.A., Antonenko S.V. and Kocyuba T.V. *Upravlenie zainteresovannymi storonami v okruzenii proekta* [Manage interested parties in project environment]. *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2016, no. 4 (217), pp. 79–83 (in Russian).

Надійшла до редакції : 12.01.2020.

УДК 625.76

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.24.606

## К ВОПРОСУ ОБСЛЕДОВАНИЯ И ЭКСПЕРТИЗЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ДИДЕНКО Л. М.<sup>1\*</sup>, к. т. н., проф.,  
ХАРЧЕНКО В. В.<sup>2</sup>,  
РЫБАЛКА Е. А.<sup>3</sup>, к. т. н., доц.,  
КУЧЕРЕНКО К. А.<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup> Кафедра реконструкции и управления в строительстве, Государственное высшее учебное заведение «Приднiproвская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел.+38 (067) 769-62-06, e-mail: [didenko.leon@gmail.com](mailto:didenko.leon@gmail.com), ORCIDID: 0000 0002-6885-3144

<sup>2</sup> Лаборатория судебных инженерно-технических исследований, Днепропетровский научно-исследовательский институт судебных экспертиз, ул. Сичеславская Набережная, 17, оф. 361, Днипро, Украина, тел. +38 (056) 726-54-00, e-mail: [dnipronoise@mail.ru](mailto:dnipronoise@mail.ru)

<sup>3</sup> Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднiproвская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (0562) 756-34-57, e-mail: [rubalkakatrin@ukr.net](mailto:rubalkakatrin@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

<sup>4</sup> Кафедра рисунка, живописи и архитектурной графики, Государственное высшее учебное заведение «Одесская государственная академия строительства и архитектуры. Архитектурно-художественный институт», ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +38 (067) 303-61-77, e-mail: [kycherenko85@gmail.com](mailto:kycherenko85@gmail.com)

**Аннотация. Постановка проблемы.** Согласно данным учета движения автотранспортных средств, на дорогах Украины прирост интенсивности движения автомобилей за календарный год составляет в среднем 1,5...2 %, но экономическая эффективность их по ряду причин не соответствует требованиям нормативным документам страны. Несоответствие между требованиями к дороге и ее фактическим состоянием постепенно возрастает, особенно в условиях значительного ограничения средств, выделяемых на содержание и ремонт дорог. В этих условиях генподрядные и подрядные организации компенсируют затраты на ремонт или строительство новых дорог уменьшением толщины основания дороги и прежде всего асфальтобетонных покрытий, в результате чего не выполняются многие необходимые виды строительного-ремонтных работ в полном объеме. Таким образом, вопрос о совершенствовании методики проверки эффективности использования средств, предусмотренных для проведения ремонтных работ на автодорогах Украины, на данный момент является весьма актуальным. **Цель статьи** – дать рекомендации к повышению качества выполняемых экспертиз по обследованию введенных в эксплуатацию, реконструируемых и отремонтированных автомобильных дорог (участков дорог) на предмет соответствия их требованиям действующей нормативно-технической документации. **Выводы.** Определение качества и проверка эффективности использования средств, предусматриваемых для строительства, проведения реконструкции и ремонта автомобильных дорог в нашей стране с целью улучшения их состояния на данный момент по-прежнему является весьма актуальным. Для качественной, оперативной и объективной оценки качества обследуемых автомобильных дорог и определения стоимости объемов фактически выполненных работ по строительству, их реконструкции и ремонту необходимо оснащение всех заинтересованных участников современными передвижными дорожными лабораториями, позволяющими значительно улучшить качество выполняемых экспертиз.

**Ключевые слова:** дороги; проектно-сметная документация; нормативные документы; обследование; экспертиза; рекомендации по улучшению качества выполняемых экспертиз

## ДО ПИТАННЯ ОБСТЕЖЕННЯ ТА ЕКСПЕРТИЗИ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

ДІДЕНКО Л. М.<sup>1\*</sup>, к. т. н., проф.,  
ХАРЧЕНКО В. В.<sup>2</sup>,  
РИБАЛКА К. А.<sup>3</sup>, к. т. н., доц.,  
КУЧЕРЕНКО К. А.<sup>4</sup>



<sup>1\*</sup> Кафедра реконструкції і управління в будівництві, Державний вищий навчальний заклад «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](mailto:didenko.leon@gmail.com), ORCID ID: 0000 0002-6885-3144

<sup>2</sup> Лабораторія судових інженерно-технічних досліджень, Дніпропетровський науково-дослідний інститут судових експертиз, вул. Січеславська Набережна, 17, офіс 361, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 726-54-00, e-mail: [dnipronoise@mail.ru](mailto:dnipronoise@mail.ru)

<sup>3</sup> Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 756-34-57, e-mail: [rubalkakatrin@ukr.net](mailto:rubalkakatrin@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

<sup>4</sup> Кафедра малюнку, живопису і архітектурної графіки, Державний вищий навчальний заклад «Одеська державна академія будівництва і архітектури. Архітектурно-художній інститут», вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +38 (067) 303-61-77, e-mail: [kycherenko85@gmail.com](mailto:kycherenko85@gmail.com)

**Анотація. Постановка проблеми.** Згідно з даними обліку руху автотранспортних засобів на дорогах України приріст інтенсивності руху автомобілів за календарний рік становить у середньому 1,5...2 %, але економічна ефективність їх через низку причин не відповідає вимогам нормативних документів країни. Невідповідність між вимогами до дороги та її фактичним станом поступово зростає, особливо в умовах значного обмеження коштів, що виділяються на утримання і ремонт доріг. У цих умовах генпідрядні й підрядні організації компенсують витрати на ремонт або будівництво нових доріг зменшенням товщини основи дороги і перш за все асфальтобетонних покриттів, в результаті чого не виконуються багато необхідних видів будівельно-ремонтних робіт у повному обсязі. Отож питання про вдосконалення методики перевірки ефективності використання коштів передбачених для проведення ремонтних робіт на автошляхах України, наразі досить актуальне. **Мета статті** – навести рекомендації щодо підвищення якості виконуваних експертиз з обстеження введених в експлуатацію, автомобільних доріг (ділянок доріг), реконструйованих та відремонтованих на предмет відповідності їх вимогам діючої нормативно-технічної документації. **Висновки.** Визначення якості та перевірка ефективності використання коштів, що передбачаються для будівництва, проведення реконструкції та ремонту автомобільних доріг у нашій країні з метою поліпшення їх стану на даний момент, як і раніше, досить актуальне. Для якісного, оперативного та об'єктивного оцінювання якості обстежуваних автомобільних доріг і визначення вартості обсягів фактично виконаних робіт із будівництва, реконструкції та ремонту їх необхідне оснащення усіх зацікавлених учасників сучасними пересувними дорожніми лабораторіями, що дозволяють значно поліпшити якість виконуваних експертиз.

**Ключові слова:** дороги; проектно-кошторисна документація; нормативні документи; обстеження; експертиза; рекомендації щодо поліпшення якості виконуваних експертиз

## TO THE PROBLEM OF EXAMINATION AND INSPECTION OF AUTOMOBILE ROADS

DIDENKO L.M.<sup>1\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Prof.*,  
KHARCHENKO V.V.<sup>2</sup>,  
RYBALKA K.A.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
KUCHERENKO K.A.<sup>4</sup>

<sup>1\*</sup> Department of Reconstruction and Management in Building, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 769-62-06, e-mail: [didenko.leon@gmail.com](mailto:didenko.leon@gmail.com), ORCIDID: 0000 0002 – 6885 - 3144

<sup>2</sup> Forensic Engineering Research Laboratory, Dnipropetrovskiy Science-Research Institute of Forensic Examinations, 17, Sicheslavsk Naberezhna, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 726-54-00, fax (056) 791-17-56, e-mail: [dnipronoise@mail.ru](mailto:dnipronoise@mail.ru)

<sup>3</sup> Department of Life Safety, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 756-34-57, e-mail: [rubalkakatrin@ukr.net](mailto:rubalkakatrin@ukr.net), ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

<sup>4</sup> Department of Drawing, Painting and Architectural Graphics, State Higher Education Institution “Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture. Architectural and Art Institute”, 4, Didrikhsona St., 65029, Odesa, Ukraine, tel. +38 (067) 303-61-77, e-mail: [kycherenko85@gmail.com](mailto:kycherenko85@gmail.com)

**Abstract. Problem statement.** According to the data on the accounting for the movement of vehicles on the roads of Ukraine, the increase in the intensity of movement of cars for the calendar year is on average 1.5...2 %, but their economic efficiency for a number of reasons does not meet the requirements of the regulatory documents of the country. The discrepancy between the requirements for the road and its actual condition is gradually increasing, especially in the conditions of a significant limitation of funds allocated for the maintenance and repair of roads. Under these conditions, general contracting and contracting organizations compensate for the costs of repairing or building new roads by reducing the thickness of the road base and, first of all, asphalt concrete pavements, as a result of which

many necessary types of construction and repair work are not performed in full. Thus, based on the experience of experts and the number of examinations carried out, the problem of improving the methodology for verifying the effectiveness of the use of funds provided for repair work on Ukrainian roads is currently a very urgent task. **Purpose.** Recommendations for improving the quality of the performed inspections on the examination of operated, reconstructed and repaired automobile roads (road sections) for compliance with the requirements of the 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 roads in our country in order to improve their condition at the moment is still very relevant. For a high-quality, operational and objective assessment of the quality of the roads examined and determination of the cost of volumes actually performed on construction, reconstruction and repair work, it is necessary to equip all interested participants with modern mobile road laboratories, which can significantly improve the quality of the inspections performed.

**Keywords:** roads; design specifications and estimates; regulatory documents; inspection; examination; recommendations on improving the quality of examinations

**Постановка проблеми.** В Украине автотранспортные перевозки составляют значительный процент от общего объема перевозимых грузов. По своему значению автомобильные дороги бывают: общего пользования; улицы и дороги городов и других населённых пунктов; ведомственные; дороги на частных территориях.

Наиболее развита сеть автомобильных дорог общего пользования, протяженность которых составляет 172,4 тыс. км, из них с твёрдым покрытием 164,1 тыс. км. Автомобильные дороги общего пользования подразделяются на дороги государственного значения и дороги местного значения Украины. Согласно новой классификации автомобильные дороги государственного значения делятся на международные, национальные, региональные и территориальные, а местного значения – на областные и районные.

В августе 2012 года, согласно данным исследования, проведенного американскими социологами Института Гэллага, дороги Украины в рейтинге заняли 133-е место из 148, т. е. признаны одними из худших.

Несмотря на это, согласно данным учета движения автотранспортных средств на дорогах Украины, прирост интенсивности движения автомобилей за календарный год составляет в среднем 1,5...2 %, но экономическая эффективность их по ряду причин не соответствует требованиям нормативных документов страны.

Ежегодные убытки, которые наносятся дорожному хозяйству вследствие

разрушения дорог, вызванного движением тяжеловесных транспортных средств, составляют более 2 млрд грн. По исследованиям Всемирного банка, ежегодные потери ВВП страны из-за неудовлетворительного состояния автомобильных дорог составляют 3...4 %. Более 90 % автомобильных дорог в Украине требуют выполнения ремонтно-строительных работ.

В этих условиях требования к техническому состоянию существующей дорожной сети в нашей стране должны повышаться, так как от этого в значительной мере зависят сроки доставки, сохранность перевозимых грузов и себестоимость автомобильных перевозок.

Для содержания автомобильных магистралей, как национальных, региональных, так и местных, в должном состоянии требуются значительные средства, объем финансирования которых за последние годы в стране значительно уменьшился, несмотря на ряд принятых решений по этому вопросу на самом высоком уровне [8; 9].

Несоответствие между требованиями к дороге и ее фактическим состоянием постепенно возрастает, особенно в условиях значительного ограничения средств, выделяемых на содержание и ремонт дорог. В этих условиях генподрядные и подрядные организации компенсируют затраты на ремонт или строительство новых дорог уменьшением толщины основания дороги и прежде всего асфальтобетонных покрытий, в результате чего не выполняются многие

необходимые виды строительно-ремонтных работ в полном объеме.

Таким образом, вопрос о совершенствовании методики проверки эффективности использования средств, предусмотренных для проведения ремонтных работ на автодорогах Украины, на данный момент является весьма актуальным.

В соответствии с Уголовным кодексом Украины ст. 288 предусмотрена уголовная ответственность за нарушение правил, норм, стандартов лицом, ответственным за строительство, реконструкцию, ремонт и содержание автомобильных дорог, если эти нарушения привели к причинению средней тяжести телесных повреждений, тяжких телесных повреждений или смерти, – штраф до ста необлагаемых минимумов доходов граждан, или исправительные работы на срок до двух лет, или лишение свободы на срок до пяти лет [7].

**Цель статьи** – предоставить рекомендации к повышению качества выполняемых экспертиз по обследованию введенных в эксплуатацию, реконструируемых и отремонтированных автомобильных дорог (участков дорог) на предмет соответствия их требованиям действующей нормативно-технической документации.

**Изложение материала.** Экспертиза обследования автомобильных дорог с целью подачи заключения на поставленные вопросы постановлением суда или следователем прокуратуры, как правило, является комплексной и требует привлечения экспертов разных направлений. Учитывая, что научно-исследовательские институты судебных экспертиз не имеют своей исследовательской базы, для выполнения такого рода экспертиз необходимо привлечение лицензионных НИИ, вузов, организаций и специализированных аккредитованных лабораторий, которые имеют в наличии соответствующее сертифицированное оборудование. В настоящей статье авторы выражают пожелание и рекомендации по проведению такого рода экспертиз,

опираясь на приобретенный опыт исследования автомобильных дорог в городах Днипро, Запорожье, Павлоград, Кропивницкий и др.

Экспертиза автомобильных дорог представляет собой целый комплекс мероприятий, результатом которых является оценивание качества строительства, ремонта или реконструкции автомобильных дорог и транспортных сооружений.

В ходе составления экспертизы чаще всего прорабатываются следующие вопросы:

- выявление отклонений конструкции дорожного покрытия в исполнительной документации от проектно-сметной (толщины слоев дорожного покрытия и основания, геометрических параметров);

- проверка качества использованных строительных материалов и степень их соответствия требованиям проекта;

- оценка основных параметров поперечного профиля дороги;

- оценка качества строительно-монтажных работ по устройству асфальтобетонного покрытия на соответствие требованиям действующей нормативно-технической документации;

- определение толщин и количества наложенных слоев дорожного покрытия;

- оценка наличия и качества выполненных водоотводящих устройств;

- анализ смет на достоверное определение стоимости работ по проекту;

- анализ актов приемки выполненных работ (форма КБ-2в), в части соответствия перечню, объемам и стоимости проведенных строительных и ремонтных работ проектно-сметной и исполнительной документации, необходимым государственным требованиям;

- определение необходимости ремонта дорожного покрытия (ямочный или капитальный), вызванной разрушением природной средой;

- определение экономического ущерба, нанесенного в результате применения некачественных строительных материалов, завышения объемов фактически выполненных работ и пр.

Експертиза виконується, як правило, в декілька етапів.

На *першому етапі* здійснюється вивчення і аналіз всієї проектної документації з визначенням об'ємів робіт в відповідності з проектними рішеннями і сметною документацією, в частині застосованих расценок в локальних сметах для визначення сметної вартості будівництва, реконструкції або ремонту дороги.

На *другому етапі* здійснюється вивчення і аналіз всієї виконавчої документації і отчетних документів: справок про вартість виконаних робіт (форма КБ-3); акти прийому виконаних робіт (форма КБ-2в); акти на приховані роботи; итогові відомості ресурсів, протоколи лабораторних випробувань, журнали і пр.

На *третьому етапі* для отримання достовірних даних проводиться інструментальне обстеження дороги, по результатам якого встановлюються: матеріали, застосовані при виробництві робіт; геометричні параметри обстежуваного ділянки дороги (довжина, ширина, поперечний профіль); вибір проб товщин шарів дорожнього одягу і основи; наявність водостоків і др.

На сьогоднішній день існує багато методів визначення якості дорожнього полотна і обстеження стану дорожнього одягу. Хоча головним методом і еталоном по-прежнему вважається висверлювання проб, який вважається найважчим, але при цьому відрізняється найкращими результатами.

Найчастіше при інструментальному обстеженні застосовують:

– КП-151 (КП 151-3-02) установка для вибору проб (ООО «Спецдортехника» – завод по виготовленню спеціальних дорожніх машин і обладнання) (рис. 1, 2);

– дорожній станок для вибору проб 2000 (ООО «Компанія Бі Ей Ві») (рис. 3);



Рис. 1. Установка для отбора проб КП 151-3-02 и высверленный проб в дорожном покрытии



Рис. 2. Установка для резки проб, КП-153



Рис. 3. Дорожный станок для отбора проб 2000 (ООО «Компанія Бі Ей Ві»)

– КП-232 (КП-231С) – устройство для контроля геометрических параметров автомобильных дорог (ровности, уклонов, радиусов кривых в плане, расстояний, рис. 4).



Рис. 4. Устройство для контроля геометрических параметров дорожного полотна, КП-232

К сожалению, наши ведущие НИИСЭ и в том числе специализированные аккредитованные лаборатории не имеют на вооружении современных передвижных лабораторных комплексов. В качестве примера можно привести мобильную лабораторию для испытания дорожно-строительных материалов на шасси Ford Transit с мощным подрамником, который изготовила одна из лидеров рынка передвижных и стационарных лабораторий России – московская компания «МегаВан», которая была представлена на выставке «Доркомэкспо». Лаборатория полностью укомплектована для проведения всего перечня анализов и экспертиз, начиная от грунта, песка, щебня и заканчивая бетоном, асфальтом и другим вяжущим материалом. В салоне есть 50-тонный пресс, вибростол, вакуумная установка, высокоточные весы с возможностью гидростатического взвешивания, автономная система водоснабжения, сушильный шкаф, холодильник и много другого. Машину оснастили дизельным генератором (10 кВт) с инверторным преобразователем (1,5 кВт). Укомплектован также кормовой отсек, где стоит керноотборник GOLZ KB-200 (Германия) с собственным карбюраторным моторчиком STIHL на 2,8 кВт, (3,8 л. с.) и комплектом коронок для взятия проб из асфальтобетонных и цементобетонных покрытий. Для удобства монтажа и демонтажа там же есть электрическая тельферная лебедка ЭТФ-250 с мощностью двигателя 510 Вт и 12-метровой бухтой стального троса с сечением нитки в диаметре 3 мм.

Но в последние годы все чаще определяют толщину слоев неразрушающим методом. Среди таких методов предпочтение отдают методу радиолокационного зондирования, который имеет широкую известность в странах СНГ.

На четвертом этапе производится лабораторный анализ отобранных проб (кернов) асфальтобетона с целью определения соответствия его проектным требованиям и нормативным документам. Лабораторные исследования выполняют только те лаборатории (организации), которые имеют лицензию и все необходимое оборудование с наличием соответствующих сертификатов поверки на точность измерений.

Испытания кернов асфальтобетона, отобранных из верхнего слоя дорожного покрытия, производят в соответствии с п. 23.3 ДСТУ [3] методом выжигания вяжущего, а зерновой состав минеральной части смеси после выжигания определяют в соответствии с п. 23.2 [3].

Среднюю плотность кернов асфальтобетонов, отобранных из дорожной одежды, определяют в соответствии с п. 7 ДСТУ [4].

Остаточную пористость определяют в соответствии с п. 12 [4]. Пределы прочности при сжатии при температуре 20 °С кернов асфальтобетонов определяются в соответствии с п. 15 [3].

Минералогический состав минерального порошка для асфальтобетонных смесей определяют с использованием рентгенофазового анализа. Результат такого анализа порошка (рентгеновская дифрактограмма) приведен на рисунке 5.

На основании полученных данных по идентификации минералов проводится сопоставление экспериментально определенных значений межплоскостных расстояний и относительных интенсивностей ( $I_{\text{oth}}$ ) дифракционных максимумов с эталонными рентгенограммами, приведенными в справочной литературе. В результате идентификации минерального порошка, присутствующего в кернах асфальтобетона, выявлен кварц



(как показывает ряд выполненных реальных экспертиз), а должны преобладать известняк (карбонат кальция), доломит, доломитизированный известняк и другие карбонатные горные породы [4].

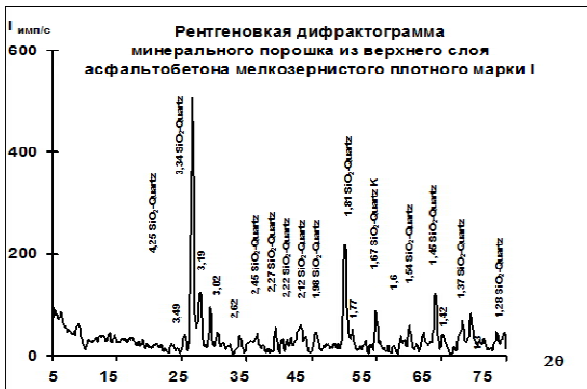


Рис. 5. Рентгеновская дифрактограмма минерального порошка из верхнего слоя асфальтобетона мелкозернистого плотного марки I, в котором преобладает кварц

На *пятом этапе* рассчитывается стоимость по фактическому объему выполненных работ и расценкам, которые соответствовали объему и составу работ в соответствии с рабочими чертежами. По каждой смете выводится общая фактическая стоимость выполненных работ.

На *последнем этапе* по итогам анализа и проведенных исследований составляется экспертное заключение, в котором отражаются полученные технические и экономические результаты, подтвержденные нормативными документами, правилами строительного проектирования и экспериментальными лабораторными исследованиями.

**Выводы.** Проблема определения качества и проверка эффективности использования средств, предусматриваемых для строительства, проведения реконструкции и ремонта автомобильных дорог в нашей стране с целью улучшения их состояния на данный момент по-прежнему является весьма актуальной.

Для точной, оперативной и объективной оценки качества обследуемых автомобильных дорог и определения стоимости объемов фактически выполненных работ по их строительству, реконструкции и ремонту необходимо оснащение всех заинтересованных участников современными передвижными дорожными лабораториями, позволяющими значительно улучшить качество выполняемых экспертиз.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ДСТУ 2708:2006. Метрологія. Повірка засобів вимірювальної техніки. Організація та порядок проведення. Вид. офіц. Київ : Укрметртестстандарт, 2006. 18 с. (Інформація та документація).
2. ДСТУ 8746:2017. Автомобільні дороги. Методи вимірювання зчпних властивостей поверхні дорожнього покриття. Вид. офіц. Київ : Технічний комітет стандартизації ТК 307 «Автомобільні дороги і транспортні споруди», 2017. 17 с. (Інформація та документація).
3. ДСТУ Б В.2.7-119:2011. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Технічні умови. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2012. 55 с. (Інформація та документація).
4. ДСТУ Б В.2.7-319:2016. Суміші асфальтобетонні і асфальтобетон дорожній та аеродромний. Методи випробувань. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 75 с. (Інформація та документація).
5. Про автомобільні дороги : Закон України від 8 вересня 2005 р. № 2862-IV. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2862-15>
6. Про дорожній рух : Закон України від 30 червня 1993 р. № 3353-III. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3353-12>
7. Кримінальний кодекс України від 05.04.2001 № 2341-III. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/go/2341-14>
8. Про затвердження переліку автомобільних доріг загального користування державного значення : Постанова КМУ від 30 січня 2019 р. № 55. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/55-2019-%D0%BF>
9. Про заходи щодо збереження автомобільних доріг загального користування : Постанова КМУ від 27 червня 2007 р. № 879. – Режим доступу : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/879-2007-%D0%BF>

## REFERENCES

1. DSTU 2708:2006. *Metrologiya. Povirka zasobiv vimiryuval'noi tehniki. Organizaciya ta poryadok provedennya* [DSTU 2708: 2006. Metrology. Povirka of interests in vimiryuvalno technology. Organizations and procedures]. Kyiv : Ukrmetrteststandart, 2006, 18 p. (Information and documentation). (in Ukrainian).
2. DSTU 8746:2017. *Avtomobil'ni dorogi. Metodi vimiryuvannya zchipnih vlastivostej poverhni dorozhn'ogo pokritya* [DSTU 8746:2017. Car roads. Methods of vimiryuvannya of all authorities on the surface of road surface]. Kyiv : Standartization Technical Committee TK 307 "Roads and transportation facilities", 2017, 17 p. (Information and documentation). (in Ukrainian).
3. DSTU B V.2.7-119:2011. *Sumishi asfal'tobetonni i asfal'tobeton dorozhnij ta aerodromnij. Tehnichni umovi* [DSTU B B.2.7-119: 2011. Sumy asphalt concrete and asphalt concrete road and aerodrome. Technological mind]. Kyiv : Minregion of Ukraine, 2012, 55 p. (Information and documentation). (in Ukrainian).
4. DSTU B V.2.7-319:2016. *Sumishi asfal'tobetonni i asfal'tobeton dorozhnij ta aerodromnij. Metodi viprobuvan'* [DSTU B B.2.7-319: 2016. Sumy asphalt concrete and asphalt concrete road and aerodrome. Methody viping]. Kyiv : Minregion of Ukraine, 2016, 75 p. (Information and documentation). (in Ukrainian).
5. *Pro avtomobil'ni dorogi : Zakon Ukraïni vid 8 veresnya 2005 r. № 2862-IV* [The Law of Ukraine "On Automobile Roads", dated September 8th, 2005, no. 2862-IV]. (in Ukrainian).
6. *Pro dorozhnij ruh : Zakon Ukraïni vid 30 chervnya 1993 r. № 3353-XII* [The Law of Ukraine "On Road Traffic", dated June 30th, 1993, no. 3353-XII]. (in Ukrainian).
7. *Kriminalnyy kodeks Ukrayini vid 05.04.2001 r. № 2341-III* [Criminal Code of Ukraine, dated 05.04.2001, no. 2341-III]. (in Ukrainian).
8. *Pro zatverdzhennya pereliku avtomobil'nih dorig zagal'nogo koristuvannya derzhavnogo znachennya : Postanova KMU vid 30 sichnya 2019 r. № 55* [Postanova of the Cabinet of Ministers of Ukraine "On the consolidated transfer of motor roads of the lower corridor of the sovereign value", dated January 30th, 2019, no. 55]. (in Ukrainian).
9. *Pro zahodi schodo zberezhennya avtomobil'nih dorig zagal'nogo koristuvannya : Postanova KMU vid 27 chervnya 2007 r. № 879* [Postanova of the Cabinet of Ministers of Ukraine "About Come in Saving Preservation of the Road of the Zagalniye Koristuvanny", dated June 27th, 2007, no. 879]. (in Ukrainian).

Поступила в редакцію 01.02.2020.

УДК621.3.034

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.32.607

## MAIN DIRECTIONS OF IMPROVING THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR MANUFACTURING PRODUCTS FROM POLYMER COMPOSITE MATERIALS BY THE METHOD OF WINDING

DING KAI JIAN, *Cand. Sc. (Tech.)*

Department of Processing Technology of Non-metallic Materials, State Educational Institution of Higher Professional Education "Moscow Aviation Technology Institute – Russian State Technological University named after K.E. Tsiolkovsky", 3, Orshanskaya St., Moscow, 121552, Russia, tel. +007 8962-955-2330, e-mail: [kjding222@163.com](mailto:kjding222@163.com)

**Abstract.** The development of scientific and technological progress in mechanical engineering, energy, aerospace and other industries is unthinkable without the creation of new structural materials that can improve the most important parameters of engines, machines and mechanisms, assemblies, devices and increase their mass performance, reliability, service life of products and reduce their material consumption. Products and aggregates from polymer composite materials (PCM) can be obtained in various ways. In industrial production, the most widely used method of winding and pressing. Pressing can be carried out using a mixture of preliminarily fiber and a polymer binder. One of the most promising methods of forming products and assemblies from a variety of plastic is the method of winding with fiber, due to the fact that it creates the required filler structure in the factories depending on their shape and operation characteristics. All areas of effective use of polymer composite materials are reflected. This article discusses the technological capabilities and applications of traditional and new varieties of the method. Even, the results of an analysis of the prospects for the development of manufacturing technologies for products and aggregates from polymer composite materials using the winding method are presented. There are methods of dry and wet winding. Consider these winding methods. Winding is carried out on a mandrel mounted on a machine with numerical control. This method is also called the spiral winding method. Existing approaches to the development of mathematical models are described and created for the manufacture of complex structural elements, including products and an assembly with a curved spatial axis, and so on.

**Keywords:** *composite polymeric material; winding; pressure; fibre; reinforcing scheme; prepreg*

## ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ВИРОБІВ ІЗ ПОЛІМЕРНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ СПОСОБОМ НАМОТУВАННЯ

ДІН КАЙ ЦЗЯНЬ, *к. т. н.*

Кафедра технології переробки неметалічних матеріалів, Федеральна державна бюджетна освітня установа вищої професійної освіти «МАТІ – Російський державний технологічний університет імені К. Е. Ціолковського», вул. Оршанська, 3, 121552, Москва, Росія, тел. + 007 8962-955-2330, e-mail: [kjding222@163.com](mailto:kjding222@163.com)

**Анотація.** Розвиток науково-технічного прогресу в машинобудуванні, енергетиці, авіакосмічній та інших галузях промисловості немислимий без створення нових конструкційних матеріалів, здатних поліпшити найважливіші параметри двигунів, машин і механізмів, агрегатів, приладів, підвищити їх масові показники, надійність, термін служби виробів і знизити їх матеріаломісткість. Вироби і агрегати з полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) можна отримати різними способами. У промисловому виробництві найбільшого поширення набули методи намотування і пресування. Пресування може здійснюватися з використанням суміші попередньо нарубаного волокна і полімерного сполучного. Одним із найбільш багатообіцяючих методів формування виробів і агрегатів з різноманітного пластика виступає метод намотування волокном, за рахунок того, що він створює необхідну структуру наповнювача у фабрикатів залежно від їх форми й особливостей експлуатації. У статті описано сфери ефективного застосування полімерних композиційних матеріалів. Розглянуто технологічні можливості і галузі застосування традиційних і нових різновидів способу. Наведено результати аналізу перспектив розвитку технологій виготовлення виробів і агрегатів з полімерних композиційних матеріалів за допомогою методу сухого та мокрого намотування. Намотування здійснюється на оправлення, встановлене на верстат із числовим програмним управлінням. Цей метод має також назву методу спірального намотування. Викладено існуючі підходи до розроблення



математичних моделей, створених для виготовлення складнопрофільних елементів конструкцій, в тому числі виробів і агрегатів з вигнутою просторовою віссю.

**Ключові слова:** *полімерний композиційний матеріал (ПКМ); намотування; пресування; волокно; схема армування; препрег*

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СПОСОБОМ НАМОТКИ**

ДИН КАЙ ЦЗЯНЬ, *к. т. н.*

Кафедра технологии переработки неметаллических материалов, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «МАТИ – Российский государственный технологический университет имени К. Э. Циолковского», ул. Оршанская, 3, 121552, Москва, Россия, тел. + 007 8962-955-2330, e-mail: [kjding222@163.com](mailto:kjding222@163.com)

**Аннотация.** Развитие научно-технического прогресса в машиностроении, энергетике, авиакосмической и других отраслях промышленности немыслимо без создания новых конструкционных материалов, способных улучшить важнейшие параметры двигателей, машин и механизмов, агрегатов, приборов, повысить их массовые показатели, надежность, срок службы изделий и снизить их материалоемкость. Изделия и агрегаты из полимерных композиционных материалов (ПКМ) могут быть получены различными способами. В промышленном производстве наибольшее распространение получили методы намотки и прессования. Прессование может осуществляться с использованием смеси предварительно нарубленного волокна и полимерного связующего. Одним из самых многообещающих методов формования изделий и агрегатов из разнообразного пластика выступает метод намотки волокном, за счет того, что он создает требуемую структуру наполнителя в фабрикатах в зависимости от их формы и особенностей эксплуатации. В статье описаны области эффективного применения полимерных композиционных материалов. Рассмотрены технологические возможности и области применения традиционных и новых разновидностей способа. Приведены результаты анализа перспектив развития технологий изготовления изделий и агрегатов из полимерных композиционных материалов с помощью метода сухой и мокрой намотки. Изложены существующие подходы к разработке математических моделей, созданных для изготовления сложно-профильных элементов конструкций, в том числе изделий и агрегатов с изогнутой пространственной осью.

**Ключевые слова:** *полимерный композиционный материал (ПКМ); намотка; прессование; волокно; схема армирования; препрег*

**Introduction.** Currently, while the average use of composite materials in mechanical industry is estimated to vary from 1.5 to 2%, in the majority of developed countries this rate can rise to 10-15%. Today, the USA, Germany, France, Russia, China and the UK are considered the world leaders in developing technology and equipment for manufacturing composite materials. It is expected that the annual growth in composites consumption in the aerospace engineering and automotive industry could make up 8%, 6% respectively. Today, the fabrication of composites has become a strategic industry in many countries. For example, composites are extensively used in the shipbuilding industry (powerboat and yacht hulls), aircraft industry (aircraft hull parts), power systems engineering (wind energy

converters), automotive industry (hull parts, car tuning, outflow valve), the construction industry (finishing materials, sanitary ware and bathroom equipment), mechanical manufacturing (pipes, containers, tanks) [1; 2].

Filament winding technique for polymer composites has been applied across industries since the 1950s, since when this manufacturing technique has undergone further development, which allowed designing high-strength lightweight parts and units, mainly used in the aerospace industry. In the filament winding process, a band of continuous resin-impregnated fiber rovings or tows is wound under tension around a rotating mandrel in a preselected fiber orientation pattern to produce hollow continuous fiber-reinforced polymer composite parts. After curing, the mandrel is

removed, leaving the hollow composite product. The shape of mandrel (circle, triangle, rectangle, or ellipse) determines the shape of the part or unit. For some products such as gas bottles, the mandrel is a permanent part of the finished product forming a liner serving as an inner sealing shell [3; 4].

This method is used to produce revolutionary shaped products such as missile hulls, structural parts of engines in missiles and launch vehicles, submersible hulls, gun barrels, body shells, balloons, tanks, barrels, tubes, frames, air scoops, oar blades, etc.

There are several different types of filament winding processes. The simplest winding machines have two axes of motion, the mandrel rotation and the carriage travel (usually horizontal). This method is applied for producing cylindrical products of comparatively small diameter, for example fishing rods, golf club shafts, etc. This process involves winding filaments under tension over a rotating mandrel. The mandrel rotates around the spindle while a delivery eye on a carriage traverses horizontally in line with the axis of the rotating mandrel, laying down fibers in the desired pattern or angle. The most common filaments are carbon and are impregnated in a bath with resin as they are wound onto the mandrel. Depending on the resin system and its cure characteristics, often the rotating mandrel is placed in an oven or placed under radiant heaters until the part is cured. Once the resin has cured, the mandrel is removed or extracted. Although this method is quite simple and efficient, its drawback is that it cannot be applied for producing pipes of large diameter [5].

Thread winding machines are applied for manufacturing products with high stress-deformation and strength characteristics. This method depending on the initial state of the fabric applied has two technologies: dry filament winding and wet filament winding.

In the dry winding method, the reinforcement is in the preimpregnated form termed towpreg. After several layers are wound, the component is cured and removed from the mandrel. The heating devices heat the bonding agent applied to the fiber filler and transfer it into a viscous state. Dry winding

creates high contact pressure in the molding area. The use of a prepreg, which can be stored for quite a long time, allows more precise filler/binder ratio, this way simplifying the technology of hybrid composites and improving environmental performance.

One disadvantage of the dry winding technology is the presence of a residual solvent in the binder, which is the reason for the decrease in the properties of the products received. At the same time, due to the use of solvents, the range of binder substances, – including phenol formaldehyde, epoxy-phenolic, epoxy, polyamide and resins, – expands significantly. Another drawback of this technology is that the product is formed at the temperature of in the mandrel which is higher than the melting point of the binder. As a result, the composite may have cavities or voids caused by incomplete saturation of the filler by the binder, which is especially the case in fibers with a developed free surface [6–8].

In wet winding, the operations of impregnation of fibers and product forming are combined in one technological process. Glass, carbon and organic fibers are used as reinforcing fillers. The fiber picks up resin either by passing through a bath with a liquid binder or from a metered application system. An excessive bonding agent is returned by the spin rollers. The reinforcing fibre bundles from the creels or bobbins are fed through a series of guides and a tensioning system a further set of guide pins control the trajectory of the fibres onto a drum impregnator located in a resin bath. The individual components of the resin system (for example, epoxy and amine) are mixed manually in the required stoichiometric proportions before being poured into the resin bath. The impregnated fibres are directed to a traversing carriage and a ‘D-eye’ which gathers the impregnated fibre bundles into a ribbon prior to winding them onto a rotating mandrel. The carriage traverses horizontally along the length of the rotating mandrel, laying resin-impregnated fibres in a pre-determined fashion onto the mandrel. The desired winding angle of the fibres is achieved by controlling the traverse rate of the carriage and rotation speed of the mandrel. The amount of bonding agent remaining after impregnation is controlled by

force on the pressure rolls. The required winding density is obtained by tensioning the harness. As the thickness of the product increases, the velocity ratio must be adjusted according to the reinforcement scheme. This circumstance determines the need for machines using numerical control so as to fabricate products with more stable properties.

The wet winding technology allows for the production of high-strength monolithic products. However, the inability to employ solvents causes technological difficulties in ensuring the required viscosity of the bonding agent. The viscosity of the bonding agent must be maintained at least while the molding cycle of one product or unit is in progress. The cause of a large loss of resin is its wastage when it comes into contact with the parts of the processing equipment. In wet filament winding technology, low-viscosity resins such as unsaturated polyesters, complex vinyl esters, low-molecular epoxy substances are employed.

Winding of a fibrous material over the mandrel is often accompanied by air seizure, which can result in the formation of cavities and heterogeneity in the composite structure, causing local destruction zones. Threads and towpregs consist of numerous elementary microfibers which tend to contain a large number of microscopic capillaries. Therefore, the primary task of impregnation is to replace air and moisture in those micro-capillaries with the resin. This process occurs according to the laws of the capillary effect, to overcome which requires creation of a pressure gradient in the capillary. Improved fiber impregnation requires the employment of resins with both lower viscosity and coefficient of surface tension. The solution to this problem appears to be fundamental for ensuring stable quality of composites.

Depending upon the winding nature of the reinforcing material, there are several types of winding patterns in composite product, including circumferential (also known as hoop winding), helical, polar, longitudinal-circumferential, crosswise, planar patterned winding and other. These reinforcement winding trajectories are studied in detail and extensively employed in manufacturing wound composite products with pre-defined properties.

Theoretically, when winding the fibers on a mandrel surface, it is possible to organize any the fiber trajectories and the resulting winding pattern. Yet empirically, there are objective restrictions to the winding trajectories when winding complex-profile composite parts. Knowledge of differential geometry is used to obtain the winding trajectories. Geodesics are defined as the shortest paths between two arbitrary points on a surface. They can simplify the calculation and the computational effort for obtaining winding trajectories on a surface. However, for design flexibility, the complete coverage of a mandrel surface, and especially for optimization purposes non-geodesic paths are used. Unlike geodesic paths, non-geodesic paths are not stable. Friction forces become essential to keep these paths from slipping and therefore the friction coefficient is a key parameter to be measured.



*Fig. 1. Curved Axis Product Model*



*Fig. 2. Model of a complex product*



*Fig. 3. Convex Concave Product Model*

There is specialized equipment designed to perform a certain winding technology. The majority of world manufacturers tend to be moving in two main directions regarding the improvements of winding equipment: the development of versatile machinery equipped with maximum additional winding means and variable geometry of operating area.

The objective number one at present is to develop winding composite technologies which are shown in Figures 1–3. Numerous designs of this type exist in contemporary aircraft and space engineering technology. However, there has been no experience of winding such composite parts and units in the world's practice yet, since the manufacturing procedure of these complex structures should be preceded by an ample array of research, design, technological and computation works.

Indeed, the development of complex structures should begin with formulating a general concept of the product, including computational and designing procedures of special technological and winding equipment. Product manufacturing procedures prove to have a significant impact on the physical and mechanical properties of composite material and the design parameters of the product created [9–11].

Meanwhile, new methods and applications of winding technology are being developed. One of them is perform/liquid molding. The features of this type of process could be described as follows. Unimpregnated fibres are initially made into part performs and then

placed in assembled mold cavities or vacuum bags. With the aid of applied vacuum pressure the resins are injected and flow into the performs along the part plane. The technological parameters of this process include the density of the wound part, the time, the pressure and the temperature of the impregnation. The use of a vacuum bad allows the improvement of the quality of the external surface of products. This technology is proved to be promising, since it combines the advantages of winding and injection pressing.

A continuous technology of producing long-length composite parts from polymer composite materials combines stretching and winding of the spiral layer. The received product has a multi-directional reinforced structure. At the same time, the inner layer of the product consists of uniaxial-directed fibers, while the outer layer consists of spiral-directed fibers. Solid and hollow products appear to have a unique set of physical and mechanical characteristics.

**Conclusion.** Characterising the current state of the composite industry as a whole, it is noteworthy that domestic manufacturers of raw materials and equipment for composite materials are still lagging behind their international counterparts is. It is of utmost importance to develop the market segment of composite materials that is not yet entirely occupied, employing winding technology and equipment in mechanical engineering, metallurgy, the oil and gas, chemical and processing industries.

## REFERENCES

1. <http://uccr.ur.ru/press-center/news/yr2010/mn6/dy22/46>
2. [http://www.matrasurcomposites.com/articles/kompositny\\_mir\\_2008.pdf](http://www.matrasurcomposites.com/articles/kompositny_mir_2008.pdf)
3. Bulanov I.M. and Sparrow V.V. *Tekhnologiya raketnykh i aerokosmicheskikh konstruksionnykh materialov* [Technology of rocket and aerospace structural materials]. Moscow : Publishing House of MSTU named after N.E. Bauman, 1998, 516 p. (in Russian).
4. Vorobey V.V. and Evstratov S.V. *Novyye napravleniya v sovremennoy tekhnologii namotki konstruksiy iz kompozitsionnykh materialov* [New directions in the modern technology of winding structures from composite materials]. *Vestnik MAI* [MAI Bulletin]. 2009, vol. 16, no. 1, pp. 61–72. (in Russian).
5. *Uglerodnyye volokna* [Carbon Fiber]. Edited by S. Simamura. Per. with Japanese. Moscow: Mir, 1987, 304 p. (in Russian).
6. Grigoryev S.N. and Martinov G.M. *Perspektivy razvitiya raspredelennykh geterogennykh sistem CHPU detsentralizovannymi proizvodstvami* [Prospects for the development of distributed heterogeneous CNC systems by decentralized industries]. *Avtomatizatsiya v promyshlennosti* [Automation in Industry]. 2010, no. 5, pp. 4–8. (in Russian).

7. Grigoriev S., Melnik Yu. and Metel A. Broad fast neutral molecule beam sources for industrial – scale beam – assisted deposition. *Journal of Surface and Coating Technology*. 2002, vol. 156, no 1–3, pp. 44–49.
8. Grigoriev S.N., Melnik Yu.A., Metel A.S, Panin V.V and Prudnikov V.V. *Kompaktnyy istochnik para materiala provodyashchey misheni, raspylyayemoy ionami s energiyey 3 kev pri davlenii 0,05 Pa* [A compact source of steam of the material of a conducting target sputtered by ions with an energy of 3 keV at a pressure of 0.05 Pa]. *Pribory i tekhnika eksperimenta*. [Instruments and experimental technique]. 2009, no. 5, pp. 127–133. (in Russian).
9. Grigoryev S.N. and Borovsky V.G. *Razrabotka tekhnologii nanoseniya iznosostoykikh pokrytiy na rezhushchiy instrument na osnove mineralokeramiki i kubicheskogo nitrída bora* [Development of technology for applying wear-resistant coatings on cutting tools based on mineral ceramics and cubic boron nitride]. *Obrabotka metallov: tekhnologiya, oborudovaniye, instrumenty* [Metal processing: technology, equipment, tools]. 2003, no. 3, pp. 5–6. (in Russian).
10. Grigoryev S.N., Melnik Yu.A., Metel A.S. and Panin V.V. *Istochnik shirokogo puchka bystrykh atomov, poluchayemykh pri perezaryadke ionov, uskoryayemykh mezhdú dvumya oblastyami, zapolnennymi plazmoy* [Source of a wide beam of fast atoms obtained by recharging ions accelerated between two regions filled with plasma]. *Pribory i tekhnika eksperimenta* [Instruments and experimental technique]. 2009, no. 4, pp. 166–172. (in Russian).
11. Metel A.S., Grigoryev S.N., Melnik Yu.A. and Panin V.V. *Zapolneniye rabochey kamery tekhnologicheskoy ustanovki odnorodnoy plazmoy s pomoshch'yu statsionarnogo tleyushchego razryada* [Filling the working chamber of a technological installation with a uniform plasma using a stationary glow discharge]. *Fizika plazmy* [Plasma Physics]. 2009, vol. 35, no. 12, pp. 1140–1149. (in Russian).

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <http://uccir.ru/press-center/news/yr2010/mn6/dy22/46>
2. [http://www.matrasurcomposites.com/articles/kompositny\\_mir\\_2008.pdf](http://www.matrasurcomposites.com/articles/kompositny_mir_2008.pdf)
3. Буланов И. М., Воробей В. В. Технология ракетных и аэрокосмических конструкционных материалов : монография. Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1998. 516 с.
4. Воробей В. В., Евстратов С. В. Новые направления в современной технологии намотки конструкций из композиционных материалов. *Вестник МАИ*. 2009. Т. 16, № 1. С. 61–72.
5. Углеродные волокна / под ред. С. Симамуры : пер. с япон. Москва : Мир, 1987. 304 с.
6. Григорьев С. Н., Мартинов Г. М. Перспективы развития распределенных гетерогенных систем ЧПУ децентрализованными производствами. *Автоматизация в промышленности*. 2010. № 5. С. 4–8.
7. Grigoriev S., Melnik Yu., Metel A. Broad fast neutral molecule beam sources for industrial – scale beam – assisted deposition. *Journal of Surface and Coating Technology*. 2002. Vol. 156, № 1–3. Pp. 44–49.
8. Григорьев С. Н., Мельник Ю. А., Метель А. С., Панин В. В., Прудников В. В. Компактный источник пара материала проводящей мишени, распыляемой ионами с энергией 3 кэВ при давлении 0,05 Па. *Приборы и техника эксперимента*. 2009. № 5. С. 127–133.
9. Григорьев С. Н., Боровский В. Г. Разработка технологии нанесения износостойких покрытий на режущий инструмент на основе минералокерамики и кубического нитрида бора. *Обработка металлов: технология, оборудование, инструменты*. 2003. № 3. С. 5–6.
10. Григорьев С. Н., Мельник Ю. А., Метель А. С., Панин В. В. Источник широкого пучка быстрых атомов, получаемых при перезарядке ионов, ускоряемых между двумя областями, заполненными плазмой. *Приборы и техника эксперимента*. 2009. № 4. С. 166–172.
11. Метель А. С., Григорьев С. Н., Мельник Ю. А., Панин В. В. Заполнение рабочей камеры технологической установки однородной плазмой с помощью стационарного тлеющего разряда. *Физика плазмы*. 2009. Т. 35, № 12. С. 1140–1149.

Надійшла до редакції 13.12.2019.

УДК 72.01+72.007

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.38.608

## ФОРМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОЕКТНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У 1917–1930-х рр. НА ТЕРИТОРІЇ СРСР

ДЕРЯБИНА О. О.<sup>1\*</sup>, канд. арх., доц.,  
ПОМІНЧУК М. В.<sup>2</sup>, канд. арх.

<sup>1\*</sup> 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](mailto:olya.deriabina@gmail.com), ORCID ID 0000-0002-3478-2544

<sup>2</sup> Кафедра основ архітектури, Харківський національний університет будівництва та архітектури, вул. Сумська, 40, 61002, Харків, Україна, тел.: +38 (050) 575-81-84, e-mail: [pominchuk.marina@gmail.com](mailto:pominchuk.marina@gmail.com), ORCID ID 0000-0001-8659-8821

**Анотація.** *Постановка проблеми.* Зміни, що відбуваються в сучасному житті України в цілому та в архітектурно-будівельній сфері, зокрема, впливають на форми організації професійної діяльності архітектора, перш за все за рахунок розширення кола взаємодій з іншими фігурантами ринку. У зв'язку з цим набуває актуальності вивчення історичних етапів становлення форм організації проектної справи з метою прогнозування подальших змін у цій сфері. У статті аналізуються організаційні структури, притаманні архітектурній практиці початку ХХ століття, виявляються і описуються нові форми організації проектної діяльності, а саме: архітектурна майстерня та проектний інститут. *Мета дослідження* — на підставі теоретичних та архівних джерел простежити та узагальнити етапи структурних змін у системі управління проектною діяльністю в період 1910–1930-х років. *Висновок.* Форми архітектурно-містобудівного проектування в СРСР виникали для вирішення історично конкретних проблем. За короткий період (1917–1933 рр.) нова держава пододала три етапи економічної політики, що дає можливість простежити взаємозв'язок між рівнем економічного розвитку держави та організацією архітектурно-проектної діяльності. Установлено, що на етапі одержавлення і централізації архітектурно-містобудівного проектування приватна практика органічно функціонує поряд із великими архітектурно-проектними колективами з опосередкованою централізацією з боку влади. Протягом цього періоду спостерігалася розгалужена конкурсна практика, наявність консультантів або експертів в основному складі провідних майстерень, функціонування консультативно-технічних бюро, різні форми використання зарубіжного досвіду (від запрошення зарубіжних консультантів до створення спільних акціонерних товариств).

**Ключові слова:** *архітектурна практика початку ХХ ст.; форми організації проектної справи; архітектурні майстерні; проектні організації*

## ФОРМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В 1917–1930-х гг. НА ТЕРРИТОРИИ СССР

ДЕРЯБИНА О. А.<sup>1\*</sup>, канд. арх., доц.,  
ПОМИНЧУК М. В.<sup>2</sup>, канд. арх.

<sup>1\*</sup> Кафедра основ архитектуры, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, 61002, Харьков, Украина, тел.: +38 (063) 707-78-85, e-mail: [olya.deriabina@gmail.com](mailto:olya.deriabina@gmail.com), ORCID ID 0000-0002-3478-2544

<sup>2</sup> Кафедра основ архитектуры, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, ул. Сумская, 40, 61002, Харьков, Украина, тел.: +38 (050) 575-81-84, e-mail: [pominchuk.marina@gmail.com](mailto:pominchuk.marina@gmail.com), ORCID ID 0000-0001-8659-8821

**Аннотация.** *Постановка проблемы.* Изменения, происходящие в современной жизни Украины в целом и в архитектурно-строительной сфере, в частности, влияют на формы организации профессиональной деятельности архитектора, прежде всего за счет расширения круга взаимодействий с другими фигурантами рынка. В связи с этим приобретает актуальность изучение исторических этапов становления форм организации проектного дела с целью прогнозирования дальнейших изменений в этой сфере. В статье анализируются организационные структуры, присущие архитектурной практике начала ХХ века, описываются новые формы организации проектной деятельности, а именно: архитектурная мастерская и проектный институт. *Цель исследования* — на основании теоретических и архивных источников проследить и обобщить этапы структурных изменений в системе управления проектной деятельностью в период 1910–1930-х годов. *Вывод.* Формы архитектурно-градостроительного проектирования в СССР возникали для решения исторически

конкретных задач. За короткий период с 1917 по 1933 год новое государство преодолело три этапа экономической политики, что дает возможность проследить взаимосвязь между уровнем экономического развития государства и организацией архитектурно-проектной деятельности. Установлено, что на этапе огосударствления и централизации архитектурно-градостроительного проектирования частная практика органично функционирует наряду с крупными архитектурно-проектными коллективами с опосредованной централизацией со стороны власти. В течение данного периода наблюдалась разветвленная конкурсная практика, наличие консультантов или экспертов в основном составе ведущих мастерских, функционирование консультационно-технических бюро, различные формы использования зарубежного опыта (от приглашения зарубежных консультантов до создания совместных акционерных обществ).

**Ключевые слова:** архитектурная практика начала XX в.; формы организации проектного дела; архитектурные мастерские; проектные организации

## FORMS OF DESIGN ACTIVITY ORGANIZATION IN 1917–1930s IN THE USSR

DERIABINA O.O.<sup>1\*</sup>, *Cand. Sc. (Arch.), Ass. Prof.*,  
POMINCHUK M.V.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Arch.)*

<sup>1\*</sup> Department of Architecture, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska St., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel.: +38(063) 707-78-85, e-mail: [olya.deriabina@gmail.com](mailto:olya.deriabina@gmail.com), ORCID ID 0000-0002-3478-2544

<sup>2</sup> Department of Architecture, Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, 40, Sumska St., 61002, Kharkiv, Ukraine, tel.: +38(050) 575-81-84, e-mail: [pominchuk.marina@gmail.com](mailto:pominchuk.marina@gmail.com), ORCID ID 0000-0001-8659-8821

**Abstract. Problem statement.** Changes in the modern life of Ukraine as a whole and in the architectural and construction sphere in particular affect the organization of professional activities of an architect, primarily due to the expansion of the circle of interactions with other peoples involved in the market. In this regard, it becomes relevant to study the historical stages of the formation of forms of organization of design business in order to predict further changes in this area. The article analyzes the organizational structures inherent in the architectural practice of the early twentieth century, describes new forms of organization of design activities, namely: an architectural workshop and a design institute. **Purpose** is to trace and summarize the stages of structural changes in the design management system from the 1910–1930s based on theoretical and archival sources. **Conclusion.** Forms of architectural and urban planning in the USSR arose to solve historically specific problems. In a short period from 1917 to 1933, the new state overcame three stages of economic policy, which makes it possible to trace the relationship between the level of economic development of the state and the organization of architectural and design activities. It was found that at the stage of nationalization and centralization of architectural and urban planning, private practice organically functions along with large architectural and design teams with indirect centralization by authorities. During that period, there was an extensive competitive practice, the presence of consultants or experts in the main composition of the leading workshops, the functioning of consulting and technical bureaus, various forms of using foreign experience (from inviting foreign consultants to create joint-stock companies).

**Keywords:** architectural practice of the early twentieth century; forms of organization of design business; architectural workshops; design organizations

**Постановка проблеми.** Зміни, що відбуваються в сучасному житті України в цілому та в архітектурно-будівельній сфері зокрема впливають на форми організації професійної діяльності архітектора, перш за все шляхом розширення кола взаємодій з іншими фігурантами ринку. У зв'язку з цим набуває актуальності вивчення історичних етапів становлення форм організації проектної справи з метою прогнозування подальших змін у цій сфері. У статті аналізуються організаційні структури, притаманні архітектурній практиці початку

XX століття, виявляються й описуються нові форми організації проектної діяльності, а саме: архітектурна майстерня та проектний інститут.

**Аналіз публікацій.** Дослідження організації форм проектної діяльності розпочалося в середині XX сторіччя. Праці таких авторів як О. І. Адамов, Ю. П. Волчок, Н. О. Душкина, О. В. Рябушин, В. Е. Хазанова, С. О. Хан-Магомедов, Ю. С. Яралов присвячені етапам становлення архітектури 1910–1930-х рр., особливостям її розвитку та подальшого

впливу на архітектурну практику. Перше п'ятнадцятиріччя формування радянського архітектурного проектування, його членування на періоди, а також особливості організації проектного комплексу для кожного з етапів спираються на дослідження І. О. Казуся. Конкурсна діяльність 1920–1930-х рр. розглянута в публікаціях О. Ю. Вороб'єва, О. М. Дудки, А. Г. Токарева, Л. Г. Токменінової та інш.

**Мета статті** — на підставі теоретичних та архівних джерел простежити та узагальнити етапи процесу структурних змін у формах організації проектно-діяльності в період 1910–1930-х років.

**Виклад матеріалу.** Ще із середини ХІХ сторіччя розгортається наростаючий процес диференціації праці у структурі проектно-справи. Водночас поширюється кооперація архітектора-проектувальника з представниками інших галузей знань, яка все більше набуває характеру спеціалізованого консультування.

За період 1910–1930-х років СРСР пройшов декілька етапів економічної політики, а саме: воєнний комунізм, НЕП та індустріалізацію.

Період воєнного комунізму (1917–1920 рр.) характеризувався одержавленням промисловості, централізацією, продрозкладкою та трудовою повинністю. Що стосується організації проектно-діяльності, головною тенденцією стало посилення її централізації та керованості. Основною формою організації проектно-діяльності на цьому етапі стали архітектурні майстерні. Це нова форма організації, що характеризувалась компактністю, не більше 15–20 молодих архітекторів, які об'єдналися навколо визнаного майстра. Єдиним замовником у той час була держава, їй і передавався продукт діяльності майстерень. Також важливою була наявність консультантів або експертів в основному складі багатьох майстерень (архітектурно-художня майстерня Мосради, архітектурна майстерня при Раді щодо врегулювання плану Петрограда та ін.).

В Управлінні роботами з відновлення м. Ярославль поряд з 11 архітектурними майстернями різного профілю були організовані бюро наукових досліджень і бюро експертів. Консультантами й експертами в цих структурах працювали інженери, лікарі (розроблення санітарних вимог), фахівці з благоустрою. Поширені були випадки, коли самі архітектори залучалися як консультанти в різного роду ради, комітети, комісії [3].

У дослідженні І. О. Казуся зроблено висновок, що для періоду 1917–1920 рр. характерна тенденція централізованого управління процесом архітектурно-містобудівного проектування. Це управління здійснювалося опосередковано, через видатних професіоналів – майстрів архітектури. В цей період – через І. В. Жолтовського, який одночасно очолював основні архітектурні організації країни (Архитбуд ВРНГ, Архітектурно-художній відділ Наркомосу, Архітектурно-художню майстерню Мосради, Особливий будівельно-санітарний комітет Мосради) [3].

У період НЕПу (1921–1928 рр.), основною метою якого був вихід із кризи та відновлення господарства, а також створення сприятливих умов для побудови соціалістичного суспільства та відновлення міжнародних зв'язків, архітектурна діяльність окремих майстерень трансформувалася в складну загально-державну систему архітектурно-проектно-справи, в результаті чого з'явилося багато великих архітектурно-проектних колективів. Акціонерні товариства, пайові та кооперативні товариства, трести, підрядні будівельні і проектно-консультативні бюро дозволяли орієнтуватися на постійно мінливі умови будівельного ринку. Поряд із цим була досить поширена приватна практика в архітектурі. Тільки для цього періоду характерне активне використання європейського й американського досвіду як у сфері будівельних технологій, так і в організації діяльності проектно-контори: західних фахівців запрошували як консультантів, створювалися спільні акціонерні товариства, радянські



архітектори та інженери відвідували передові підприємства і контори за кордоном. У цей період як «зодчий-радник» в СРСР у 1926 р. був запрошений берлінський архітектор Бруно Таут [4].

Особливості організації архітектурно-проектної діяльності, а також загальний розвиток економіки періоду НЕПу стали каталізатором творчого піднесення архітектури, сприяли впровадженню в практику результатів творчих пошуків архітекторів авангарду.

Становлення архітектури авангарду забезпечило відповідність структурної організації проектно-проектної діяльності її внутрішньому змісту — архітектори виступають у проектному процесі одночасно в різноманітних ролях: розробник програми, експерт журі, автор ескізного проекту, розробник остаточного проекту і тощо, що дозволяло майстрові бути найбільш повно включеним у процес архітектурної діяльності і якнайповніше розкрити свій творчий потенціал. Незважаючи на це, у професійних дискусіях обговорюється протиріччя, що з'явилося між традиційною індивідуальністю творчості архітектора і необхідністю колективної роботи під час проектування складних комплексів.

Ще одним фактором, що сприяв піднесенню інтенсивності творчої діяльності 1920-х рр., стали відкриті конкурси. Архітектори при цьому могли вільно переходити від вирішення питань однієї предметно-окресленої царини до іншої і тим повніше реалізувати можливості своєї професії як універсальної [2].

Конкурси, які проводило Московське архітектурне товариство в другій половині 1920-х років, знаходили численні відгуки за кордоном і перетворювалися на події міжнародного значення. Проекти радянських зодчих публікувалися в усіх іноземних архітектурних журналах, зокрема, в «L'architecture d'aujourd'hui». За один тільки 1931 рік у ньому було розміщено понад 40 проектів і низку статей, присвячених радянській архітектурі.

Досягнення СРСР сприяли безпосередньому співробітництву іноземних і радянських архітекторів. У 1930 році в Москві Ле Корбюзьє почав будівництво Центросоюзу. В роботах над здійсненням і перекомпонуванням деяких частин будівлі взяв участь М. Я. Коллі, який виїжджав до Парижа для узгодження проекту з Ле Корбюзьє. Крім того, для тривалої проектно-будівельної роботи в СРСР приїхали Андре Люрса, Ганнес Майер і ряд інших видатних архітекторів Заходу [1]. Участь цих майстрів в радянському будівництві була показником визнання творчих досягнень на Заході і Сході Європи.

Однак, чим більш одержавленою ставала система архітектурно-проектної діяльності, тим менш популярними ставали конкурси (скорочується їх кількість, змінюються структура і завдання), залишалось менше можливостей для вільного розвитку творчої думки.

Після переходу країни на індустріалізацію склалися основні риси командно-адміністративної системи управління економікою, для якої характерні жорсткий централізм господарського життя на базі державної власності. Архітектура стала дієвим «органом» державного управління і провідником «ідей вожда в маси». У 1933 році створюється єдиний центр наукової, методичної та педагогічної роботи в галузі архітектури та містобудування — Академія архітектури при Президії ЦВК СРСР [5].

Для етапу 1929–1933 рр. характерна інтеграція проектних організацій, що діяли раніше за уніфікованими ознаками, в потужні спеціалізовані проектні структури, котрі орієнтувалися в першу чергу на впровадження в архітектурне проектування виробничих принципів, і створення технічної документації для процесів будівництва, з трактуванням її творчої частини як другорядної. Через систему керованих майстерень Мосради схема «архітектурно-художнього контролю» дозволила в короткі терміни здійснити поворот радянської архітектури до використання архітектурної спадщини [5].

Галузева диференціація, розвиток типового проектування, пристосованого до потреб індустріалізації, спричинює ситуацію, де архітектор перестає бути лідером проектного процесу і виступає у великих проектних інститутах у супідрядних ролях, що обмежує повну реалізацію його творчих ідей.

Система організації проектування, що склалася в передвоєнний період, була заснована на жорсткому централізмі, детальному регламентуванні роботи та директивних адресних завданнях. З утворенням СА СРСР архітектурні об'єднання й угруповання припиняють існування. Розроблення творчого методу радянської архітектури здійснюється на основі концепції освоєння спадщини. Основний обсяг проектних робіт виконується державними проектними інститутами, формується корпус нормативно-методичної документації, технології проектування.

**Висновок.** Система управління проектною діяльністю на території СРСР у передвоєнні часи змінюється слідом з етапами економічної політики: воєнний комунізм, НЕП та індустріалізація, що дає можливість простежити взаємозв'язок між

економічним вектором управління господарською діяльністю країни та організацією архітектурно-проектної діяльності і творчим піднесенням у цілому.

Найбільш наочний у цьому сенсі період НЕПу, коли м'який державний капіталізм з опосередкованою централізацією з боку влади у сфері управління проектною діяльністю характеризувався органічним синтезом приватної практики і великих архітектурно-проектних колективів. Це сприяло активному використанню закордонного досвіду та поширенню конкурсної практики, що, у свою чергу, створило сприятливий ґрунт для творчого піднесення і подальшого впровадження у практику результатів пошуків лідерів авангарду.

Після переходу країни на індустріалізацію механізми прийняття рішень, характерні для державного капіталізму, згортаються і замінюються централізованими. Професійне мислення розгортається в рамках галузевих секторів «народного господарства» і типологічних сфери проектування. В цих умовах архітектура стала дієвим органом державного управління і провідником «ідей вождя в маси».

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Всеобщая история архитектуры : в 12 т. / под общ. ред. Баранова Н. В., Бунина А. В., Большакова В. В. и др. Москва : Издательство литературы по строительству, 1975. Т. 12, ч. 1. 756 с.
2. Дудка О. М. Організаційні процеси в архітектурі 20–30-х років ХХ сторіччя та їх вплив на формування проектної практики. *Вісник ХДАДМ*. 2009. Вип. 11. С. 36–41.
3. Казусь И. А. Организация архитектурно-градостроительного проектирования в СССР : этапы, проблемы, противоречия (1917–1933) : дисс. ... к-та арх-ры : 18.00.01. Москва, 2001. 341 с.
4. Казусь И. А. Советская архитектура 1920-х годов. Организация проектирования : монография. Москва : Прогресс-Традиция, 2009. 464с.
5. Меерович М. Г. Социально-архитектурные основы осуществления государственной жилищной политики в РСФСР (1917–1941) : дисс. ... д-ра истор. наук : 24.00.01. Иркутск, 2004. 659 с.

## REFERENCES

1. *Vseobshchaya istoriya arkhitektury : v 12 tomah* [General History of Architecture : in 12 vol.]. Edited by Baranov N.V., Bunin, A.V., Bolshakov V.V. and oth. Moscow : Literature on construction Publ., 1975, vol. 12, part 1, 756 p. (in Russian).
2. Dudka O.M. *Orhanizatsiyni protsesy v arkhitekturi 20–30-kh rokiv XX stolittya i yikh vplyv na formuvannya proektnoyi praktyky* [Organizational processes in the architecture of the 20–30s of the XX century and their impact on the formation of project practice]. *Visnik HDADM* [Bulletin of KhSADA]. 2009, vol. 11, pp. 36–41. (in Ukrainian).
3. Kazus' I.A. *Organizatsiya arkhitektrno-gradostroitel'nogo proyektirovaniya v SSSR : etapy, problemy, protivorechiya (1917–1933): diss. ... k-ta arh-ry : 18.00.01* [The organization of architectural and urban planning in the USSR : stages, problems, contradictions (1917–1933) : diss. ... Cand. of Architecture : 18.00.01]. Moscow, 2001, 341 p. (in Russian).

4. Kazus' I.A. *Sovetskaya arkhitektura 1920-kh godov. Organizatsiya proyektirovaniya : monografiya* [Soviet architecture of the 1920s. Organization of design : monograph]. Moscow : Progress-Traditsiya, 2009, 464 p. (in Russian).

5. Meyerovich M.G. *Sotsial'no-arkhitekturnyye osnovy osushchestvleniya gosudarstvennoy zhilishchnoy politiki RSFSR (1917–1941) : diss. ... d-ra istor. Nauk : 24.00.01* [Social and architectural foundations of the state housing policy in the USSR (1917–1941) : diss. ... Dr. Sc. (History) : 24.00.01]. Irkutsk, 2004, 659 p. (in Russian).

Надійшла до редакції : 10.01.2020.

УДК 728.536:625.712.14

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.43.609

## ПРОПОЗИЦІЇ РІШЕНЬ ІЗ РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ПІДЗЕМНИХ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ КОМПЛЕКСІВ ТА ГРОМАДСЬКИХ БУДІВЕЛЬ В УКРАЇНІ

ДЬЯЧЕНКО Л. Ю.<sup>1\*</sup>, к. т. н., доц.,

ДЬЯЧЕНКО О. С.<sup>2\*</sup>, асист.,

МЕХЕД М. М.<sup>3</sup>, студ.,

ПЕТРОВ В. В.<sup>4</sup>, студ.

<sup>1\*</sup> Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-65, e-mail: [olya\\_d1@ukr.net](mailto:olya_d1@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

<sup>2\*</sup> Кафедра архітектури, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: [diachenko.olha@pgasa.dp.ua](mailto:diachenko.olha@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-2591-3274

<sup>3</sup> Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (093) 461-62-73, e-mail: [mehed.maria@gmail.com](mailto:mehed.maria@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5444-3112

<sup>4</sup> Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (099) 197-72-28, e-mail: [killavvar@gmail.com](mailto:killavvar@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5897-2951

**Анотація. Постановка проблеми.** Вже сьогодні людство зіткнулося з необхідністю вирішення складних питань, пов'язаних зі зміною клімату, з викидами в атмосферу планети продуктів переробки промислових підприємств і, як наслідок, збільшенням «парникового ефекту», катастроф техногенного характеру, постійного збільшення населення планети. Людям необхідно навчитися виживати в цих непростих умовах і докласти всіх зусиль, щоб не допустити в майбутньому розвитку негативних явищ. Спробувати вирішити ці проблеми можна, побудувавши енергоефективні підземні багатофункціональні комплекси і громадські будівлі (готелі, соціальні й освітні установи, аптеки, магазини, спортивні зали тощо). Проте тривале перебування людини під землею тягне за собою низку трансформацій : зміни балансу рідини в організмі – вже за рік він значно зменшиться, в біохімічному складі з'являться декілька нових мінеральних речовин, які неминуче вдихає людина під землею, нестача вітаміну D, зміна гормонального фону, погіршення психологічного стану. У найближчому майбутньому формування здорового екологічного міського середовища, забезпечення оптимальних умов для праці, побуту, відпочинку та пересування міського населення буде залежати від ефективного використання підземного простору в містах. **Мета статті** – запропонувати рішення з розроблення проектів енергоефективних підземних багатофункціональних комплексів та громадських будівель в Україні. **Висновки.** Енергоефективні підземні будівлі громадського призначення вирішують проблему будівництва багатоповерхових будівель в історично цінній житловій забудові міста, звільняючи простір над землею для житлових будівель і рекреаційних зон, а також економлять природні ресурси, поліпшують стан навколишнього середовища, підвищують енергозбереження ресурсів в Україні.

**Ключові слова:** енергоефективні підземні будівлі; багатофункціональний комплекс; геотермальна енергія

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ РЕШЕНИЙ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТОВ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ПОДЗЕМНЫХ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ В УКРАИНЕ

ДЬЯЧЕНКО Л. Ю.<sup>1\*</sup>, к. т. н., доц.,  
ДЬЯЧЕНКО О. С.<sup>2\*</sup>, ассист.,  
МЕХЕД М. Н.<sup>3</sup>, студ.,  
ПЕТРОВ В. В.<sup>4</sup>, студ.

<sup>1\*</sup> Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-65, e-mail: [olya\\_d1@ukr.net](mailto:olya_d1@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

<sup>2\*</sup> Кафедра архитектуры, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-32, e-mail: [diachenko.olha@pgasa.dp.ua](mailto:diachenko.olha@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-2591-3274

<sup>3</sup> Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (093) 461-62-73, e-mail: [mehed.maria@gmail.com](mailto:mehed.maria@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5444-3112

<sup>4</sup> Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (099) 197-72-28, e-mail: [killavvar@gmail.com](mailto:killavvar@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5897-2951

**Аннотация. Постановка проблемы.** Уже сегодня человечество столкнулось с необходимостью решения сложных задач, связанных с изменением климата, с выбросами в атмосферу планеты продуктов переработки промышленных предприятий и, как следствие, увеличением «парникового эффекта», катастроф техногенного характера, постоянного увеличения населения планеты. Людям необходимо научиться выживать в этих непростых условиях и приложить все усилия, чтобы не допустить в будущем развития негативных явлений. Попытаться решить эти задачи можно построив энергоэффективные подземные многофункциональные комплексы и общественные здания (гостиницы, социальные и образовательные учреждения, аптеки, магазины, спортивные залы и т. д.). Однако длительное пребывание человека под землей влечет за собой ряд трансформаций организма: изменения баланса жидкости – уже через год он значительно уменьшится, в биохимическом составе появятся несколько новых минеральных веществ, которые неизбежно вдыхает человек под землей, недостаток витамина D, изменение гормонального фона, ухудшение психологического состояния. В ближайшем будущем формирование здоровой экологической городской среды, обеспечение оптимальных условий для труда, быта, отдыха и передвижения городского населения будет зависеть от эффективного использования подземного пространства в городах. **Цель статьи** – предложить решение по разработке проектов энергоэффективных подземных многофункциональных комплексов и общественных зданий в Украине. **Выводы.** Энергоэффективные подземные здания общественного назначения решают проблему строительства многоэтажных зданий в исторически ценной жилой застройке города, освобождая пространство над землей для жилых зданий и рекреационных зон, а также экономят природные ресурсы, улучшают состояние окружающей среды, повышают энергосбережение ресурсов в Украине.

**Ключевые слова:** энергоэффективные подземные здания; многофункциональный комплекс; геотермальная энергия

## OFFER OF SOLUTIONS ON THE DEVELOPMENT OF PROJECTS OF ENERGY-EFFICIENT UNDERGROUND MULTIFUNCTIONAL COMPLEXES AND PUBLIC BUILDINGS IN UKRAINE

DIACHENKO L.Yu.<sup>1\*</sup>, Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.,  
DIACHENKO O.S.<sup>2\*</sup>, Ass.,  
MEKHED M.M.<sup>3</sup>, Stud.,  
PETROV V.V.<sup>4</sup>, Stud.

<sup>1\*</sup> Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-65, e-mail: [olya\\_d1@ukr.net](mailto:olya_d1@ukr.net), ORCID ID: 0000-0003-4499-2278

<sup>2\*</sup> Department of Architecture, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-32, e-mail: [diachenko.olha@pgasa.dp.ua](mailto:diachenko.olha@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-2591-3274

<sup>3</sup> State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (093) 461-62-73, e-mail: [mehed.maria@gmail.com](mailto:mehed.maria@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5444-3112

<sup>4</sup> State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (099) 197-72-28, e-mail: [killavvar@gmail.com](mailto:killavvar@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-5897-2951

**Abstract. Problem statement.** Today, mankind is faced with the need to solve complex problems related to climate change, emissions of products of the industrial enterprises into the atmosphere of the planet and as a consequence an increase of the greenhouse effect, man-made disasters, the constant increase of the world population. People need to learn to survive in these difficult conditions and make every effort to prevent in the future the development of negative phenomena. Try to solve these tasks by building energy-efficient underground multifunctional complexes and public buildings (hotels, social and educational institutions, pharmacies, shops, gyms). A long staying under the ground entails a series of transformations of the body: changes in the balance of fluid in the body – within a year, it significantly reduces in the biochemical composition of the human body there will be several new minerals, which are unavoidably inhaled by the person under the ground, vitamin D deficiency, hormonal changes, deterioration in psychological state. In the near future, healthy living environments, providing optimal conditions for work, life, leisure and movement of the urban population will depend on the effective use of underground space in urban areas. **The purpose of the article is** to offer a solution for the development of projects of energy-efficient underground multifunctional complexes and public buildings in Ukraine. **Conclusions:** energy-efficient underground public buildings solve the problem of construction of high-rise buildings in historically valuable urban residential development, freeing up space above ground for residential buildings and recreational areas as well as conserving natural resources, improving the environmental condition, increasing energy conservation resources in Ukraine.

**Keywords:** *energy-efficient underground buildings; multifunctional complex; geothermal energy*

**Постановка проблеми.** Вже сьогодні людство зіткнулося з необхідністю вирішення складних питань, пов'язаних зі зміною клімату, з викидами в атмосферу планети продуктів переробки промислових підприємств і, як наслідок, збільшенням «парникового ефекту», катастроф техногенного характеру, постійного збільшення населення планети. Людям необхідно навчитися виживати в цих непростих умовах і докласти всіх зусиль, щоб не допустити в майбутньому розвитку негативних явищ.

Спробувати вирішити ці проблеми можна побудувавши енергоефективні підземні багатофункціональні комплекси і громадські будівлі (готелі, соціальні й освітні установи, аптеки, магазини, спортивні зали тощо) [2].

Проте тривале перебування людини під землею тягне за собою низку трансформацій організму: зміни балансу рідини – вже за рік він значно зменшиться, в біохімічному складі з'являться декілька нових

мінеральних речовин, які неминуче вдихає людина під землею, нестача вітаміну D, зміна гормонального фону, погіршення психологічного стану [1].

**Аналіз досліджень і публікацій.** Останнім часом у світі ведеться проектування та будівництво не тільки громадських і адміністративних підземних будівель, а і містобудівних комплексів.

Підземні багатофункціональні комплекси перебувають у тісному зв'язку з транспортними спорудами і потребують значного підземного простору [2; 7].



Рис. 1. Підземний готельний комплекс Songjiang Beauty Spot в Шанхаї

У Китаї на місці колишнього 88-метрового кар'єру побудовано оригінальний підземний готельний комплекс Songjiang Beauty Spot (рис. 1); 18 поверхів готелю розташовані нижче рівня землі, в тому числі два під водою. Верхній поверх розміщений над рівнем землі і має «зелений» дах. Готель побудований за принципами екологічного проектування з використанням сонячної та геотермальної енергії. Через розташування будівлі на великій глибині технічно складно було забезпечити протипожежний захист, гідроізоляцію і сейсмостійкість (готель витримує землетрус у 9 балів). Унікальний мікроклімат створюється тепловими властивостями гірської маси і кар'єрного озера [4].

Каркасом будівлі виступають сталеві конструкції, перекриття та покриття з монолітного залізобетону, а зовнішні огорожувальні конструкції – навісні фасадні системи: сталеві профілі і легкі навісні панелі з прозорого скла, алюмінію, полімерів.

Центральний Олімпійський підземний зал у Норвегії обсягом 140 тисяч кубічних метрів розташований на глибині 55 метрів. Усередині скельного ґрунту розташований Гірський олімпійський комплекс Йєвік, який досі залишається найбільшою громадською будівлею у світі [4; 5; 9].

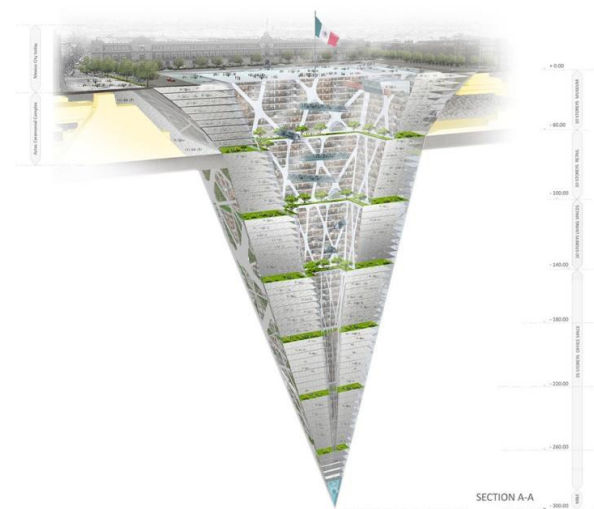


Рис. 2. Архітектурна концепція проекту підземного 65-поверхового багатофункціонального комплексу в Мехіко

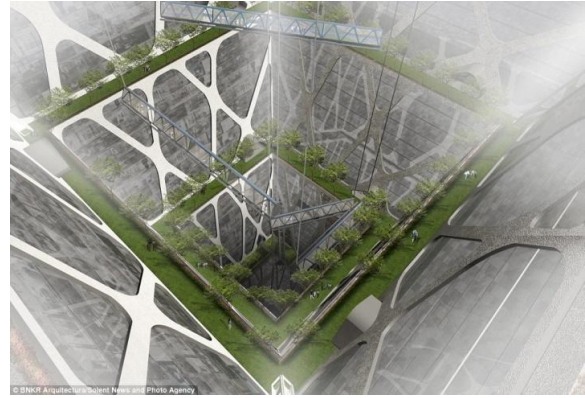


Рис. 3. Підземний 65-поверховий багатофункціональний комплекс у Мехіко, вигляд зверху

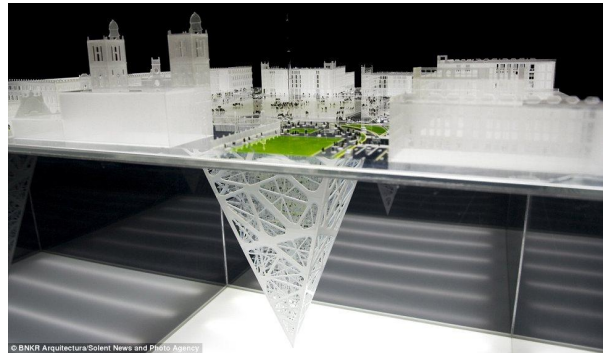


Рис. 4. Підземний 65-поверховий багатофункціональний комплекс у Мехіко, вигляд збоку

Витрати на опалення та охолодження приміщень дозволила вповоловину скоротити природна температура всередині гірського масиву.

Мексиканський архітектор Естебан Суарез запроєктував перший підземний 65-поверховий багатофункціональний комплекс у центрі м. Мехіко, де дуже потрібні нові офісні будівлі (рис. 2).

Законом Мексики заборонено в історичному центрі столиці зносити старі або будувати нові будівлі вище 8 поверхів.

Архітектор прийняв рішення побудувати під центральною площею міста підземний 65-поверховий 300-метровий багатофункціональний комплекс у вигляді перевернутої піраміди. Головну площу міста замінить дах будівлі розмірами 240 × 240 метрів.

По всій висоті будівлі проходить центральний стовп вільного простору, який забезпечить достатнє постачання повітря і світла (рис. 3).

Для цього дах будівлі буде виконано з високоміцного скла. Це скло пропускатиме сонячне світло, що знизить витрати на



електроенергію. Джерелом енергії для будівлі служитиме геотермальна енергія [8].

Перші десять поверхів підземного багатофункціонального комплексу будуть туристичним центром. Наступний десяток поверхів відводиться під магазини і житло, а найглибші – аж до 55-го – займуть офісні приміщення. Щоб зробити перебування людей у підземній будівлі більш комфортним, запроєктовані зелені рекреаційні зони (рис. 4).

**Мета статті** - запропонувати рішення з розроблення проєктів енергоефективних підземних багатофункціональних комплексів та громадських будівель в Україні.

**Виклад матеріалу.** Основне завдання у будівництві підземних громадських будівель в Україні – це підвищення ефективності застосовуваних конструкцій будівель шляхом розроблення та впровадження в практику будівництва енергоефективних конструктивно-технологічних рішень.

Пріоритетні напрямки підвищення енергоефективності підземних будівель такі: ефективна теплоізоляція огорожувальних конструкцій; застосування джерел відновлюваної енергії (промениста енергія сонця, тепла енергія ґрунту); вибір енергозберігальної форми будівлі; використання систем примусової вентиляції з рекуперацією.

У підземних будівлях найбільш ефективно використовувати геотермальну енергію.

Вона буває двох типів: високопотенційна і низькопотенційна. Перша залежно від способу застосування поділяється на гідротермальну і петротермальну.

Гідротермальна система використовує природні водні ресурси (наприклад, гарячий водоносний горизонт). Отримана енергія може використовуватися безпосередньо (тепло в опалювальних системах) або побічно – електрика, що виробляється паровими турбінами. За петротермальним методом енергію добувають з гарячого горизонту гірської породи [5; 8].

### **Пропозиції рішень із розроблення проєктів енергоефективних підземних багатофункціональних комплексів та громадських будівель в Україні:**

1. Розташовувати будівлі на структурно-стійких неводоносних ґрунтах, що залягають шаром великої потужності, у відпрацьованих кар'єрах, гірських виробках, під центральними майданами в історичній забудові [6].

2. За глибокого закладення будівель використовувати просторові конструкції покриттів, стін і фундаментів, застосовувати також цільну просторову систему, сферичну, циліндричну, овоїдальну оболонки [10].

3. Застосовувати енергоефективні технології (геотермальну та сонячну енергію).

4. Влаштувати зелену покрівлю з метою звукоізоляції, збільшення терміну експлуатації конструкції, теплоізоляції покрівлі, гармонійного поєднання з ландшафтом [3].

5. Як протипожежні заходи влаштувати спеціальні плаваючі ліфти в евакуаційних шахтах; такий ліфт являє собою багатоповерхову металеву конструкцію на понтоні з вантажопідйомністю до тисячі чоловік.

6. Необхідно приділяти увагу ізоляції від радону. З огляду на те, що цей газ рухається знизу доверху, конструкцію будівлі необхідно виконувати обтічною знизу, опуклою у бік ґрунту.

7. Застосовувати пристрої, які обмежать проникнення пару в повітря під час використання санітарно-технічного обладнання.

8. Відбудувати припливно-витяжну вентиляцію з подачею свіжого і видаленням забрудненого повітря.

Системи вентиляції залежать від розмірів підземної будівлі, її призначення, часу перебування людей.

Проектують системи вентиляції: повздовжню, повздовжньо-струменеву, поперечну, напівпоперечну, змішану.

**Висновки.** Енергоефективні підземні будівлі громадського призначення

вирішують проблему зведення природні ресурси, поліпшують стан багатоповерхових споруд в історично цінній навколишнього середовища, сприяють житловій забудові міста, звільняючи простір енергозбереженню ресурсів в Україні над землею для житлових будівель і рекреаційних зон, а також економлять

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Беснер Ж. Подземный город в Монреале : планирование, развитие, управление. *Grado. Журнал о градостроительстве и архитектуре*. 2011. № 2. С. 50–57.
2. Голубев Г. Е. Подземная урбанистика и город : учеб. пособие. Москва : ИПИ МИКХиС, 2005. 124 с.
3. Дьяченко Л. Ю., Дьяченко О. С., Сovenko В. В. Предложение решений по разработке проектов энергоэффективных высотных зданий в Украине. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2016. № 4. С. 80–85.
4. Конохов С. Д. Использование подземного пространства : учеб. пособ. для вузов. Москва : Архитектура-С, 2004. 296 с.
5. Миласечкина О. Н., Ежова И. К. Энергосберегающие здания : монография. Саратов : СГТУ, 2006. 75 с.
6. Семенова О. С., Коломасова С. А. Методические подходы выявления потребности размещения объектов многофункционального общественного пространства в подземной части современных городов. *Современные тенденции в науке и образовании*. Ч. V. 2014. 164 с.
7. Семенова О. С. Методология выявления зон размещения объектов многофункционального общественного пространства как части транспортной системы, при функциональном зонировании подземной территории крупных городов. *Градостроительство*. № 2. 2014. 62 с.
8. Табунщиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания : монография. Москва : Авок-пресс, 2003. 196 с.
9. Kibert C. J., Sendzimi J., Bradley G. J. Construction ecology : nature as the basis for green buildings. London : Spon Press, 2002. 336 p.
10. Wines J. Green architecture. Koln : Taschen, 2000. 240 p.

### REFERENCES

1. Besner Zh. *Podzemnyy gorod v Monreale : planirovaniye, razvitiye, upravleniye* [The Underground City of Montreal : Planning, Development, Management]. *Grado. Zhurnal o gradostroitel'stve i arkhitekture* [Grado. Journal of Urban Planning and Architecture]. 2011, no. 2, pp. 50–57. (in Russian).
  2. Golubev G.E. *Podzemnaya urbanistika i gorod : ucheb. posobie* [Underground urbanism and city]. Moscow : IPIMIKHiC Publ., 2005, 124 p. (in Russian).
  3. Konjuhov S.D. *Ispol'zovanie podzemnogo prostranstva : uchebnoe posobie dlja vuzov* [The use of underground space : a manual for schools]. Moscow, 2004, 296 p. (in Russian).
  4. D'yachenko L.Yu., D'yachenko O.S. and Sovenko V.V. *Predlozheniye resheniy po razrabotke proyektov energoeffektivnykh vysotnykh zdaniy v Ukraine* [Offer solutions for the development of projects of energy-efficient high-rise buildings in Ukraine]. *Visnyk Prydniprovs'koyi derzhavnoyi akademiyi budivny'cztva ta arxitektury* [Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2016, no. 4, pp. 80–85. (in Russian).
  5. Milashechkina O.N. and Ezhova I.K. *Energoberegayushchie zdaniya* [Energy conservation buildings]. Saratov : SGTU, 2006, 75 p. (in Russian).
  6. Semenova O.S. and Kolomasova S.A. *Metodicheskie podhody vyjavleniya potrebnosti razmeshheniya ob#ektov mnogofunktional'nogo obshhestvennogo prostranstva v podzemnoj chasti sovremennykh gorodov* [Methodological approaches to identify the needs of multi-siting of public space in the underground part of modern cities]. *Sbornik nauchnykh trudov Sovremennyye tendencii v nauke i obrazovanii*. [Proceedings of the modern trends in science and education]. 2014, part V, 164 p. (in Russian).
  7. Semenova O.S. *Metodologiya vyjavleniya zon razmeshheniya ob#ektov mnogofunktional'nogo obshhestvennogo prostranstva, kak chasti transportnoj sistemy, pri funktsional'nom zonirovaniy podzemnoj territorii krupnykh gorodov* [Methodology for identifying areas of siting multifunctional public space as part of the transport system, functional zoning underground areas of large cities]. *Zhurnal Gradostroitel'stvo* [Journal of Urban Planning]. 2014, no. 2, 62 p. (in Russian).
  8. Tabunshchikov Yu.A., Brodach M.M. and Shilkin N.V. *Energoeffektivnye zdaniya* [Energy-efficient buildings]. Moscow : Avok-press, 2003, 196 p. (in Russian).
  9. Kibert C.J., Sendzimir J. and Bradley G.J. Construction ecology: nature as the basis for green buildings. London : Spon Press Publ., 2002, 336 p.
  10. Wines J. Green architecture. Koln : Taschen Publ., 2000, 240 p.
- Надійшла до редакції : 02.02.2020.



УДК 624.131.537

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.49.610

## РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ РОЗРАХУНКУ СТІЙКОСТІ РОЗТАШОВАНИХ ПОРУЧ ЗІ СХИЛАМИ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ДЛЯ ЇХ РЕКОНСТРУКЦІЇ

КОВАЛЬОВ В. В., к. т. н., доц.

Кафедра інженерної геології і геотехніки, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

**Анотація. Постановка проблеми.** В містах спостерігається значний дефіцит придатних для будівництва територій, що викликає необхідність проектування будівель у складних умовах – виконувати освоєння під будівництво територій, які раніше вважалися непридатними, все частіше доводиться споруджувати будівлі на нестійких схилах, будувати об'єкти у колишніх промислових зонах після зміни їх функціонального призначення. Тому питання раціонального проектування і будівництва на нестійких схилах досить актуальне. **Мета статті** – розроблення програмного комплексу, за допомогою якого можливо було б виконувати розрахунки найбільш поширеними класичними методами: стійкості укосів без та з армуванням, стійкості будівель, розташованих поруч зі схилами, визначати тиск одного блока ґрунтового масиву на інший, тиск ґрунту на утримувальні споруди, визначати стійкість ухилів за наявності фільтраційного потоку та хвильового тиску. **Висновок.** Розроблено програмний комплекс, що дає можливість під час проектування нових та реконструкції існуючих промислових будівель, розташованих поруч із схилами, виконувати розрахунки стійкості методами Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслова–Берера («класичний» і «гідростатичний»), Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорфмана. Програма дає можливість цими методами виконувати розрахунки стійкості схилів; споруд, розташованих на схилах; урахувувати ефект армування укосів; розраховувати коефіцієнти стійкості армованих укосів: у разі розриву армувального прошарку, втрати міцності контакту між арматурою і ґрунтом, розриву армувального прошарку та втрати міцності контакту між арматурою і ґрунтом; розраховувати вплив фільтраційного потоку за наявності хвильової дії при розрахунках стійкості схилу. Все це дає можливість достатньо широко застосовувати цей програмний комплекс у сучасній практиці будівництва.

**Ключові слова:** схил; стійкість; армування; міцність; реконструкція

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА РАСЧЕТА УСТОЙЧИВОСТИ РАСПОЛОЖЕННЫХ РЯДОМ СО СКЛОНАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ИХ РЕКОНСТРУКЦИИ

КОВАЛЕВ В. В., к. т. н., доц.

Кафедра инженерной геологии и геотехники, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: [kovvyach12@gmail.com](mailto:kovvyach12@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

**Аннотация. Постановка проблемы.** В городах наблюдается значительный дефицит пригодных для строительства территорий, что приводит к необходимости проектирования зданий в сложных условиях – выполнять освоение под строительство территорий, которые ранее считались непригодными, все чаще приходится строить здания на неустойчивых склонах, в бывших промышленных зонах после изменения их функционального назначения. Поэтому вопрос рационального проектирования и строительства на неустойчивых склонах является актуальным. **Цель статьи** – разработка программного комплекса, с помощью которого можно было бы производить расчеты наиболее распространенными классическими методами: устойчивости откосов без и с армированием, устойчивости зданий, расположенных рядом со склонами, определять давление одного блока ґрунтового массива на другой, давление ґрунта на удерживающие сооружения, определять устойчивость склонов при наличии фильтрационного потока, при наличии волнового давления. **Вывод.** Разработан программный комплекс, дающий возможность при проектировании новых и реконструкции существующих промышленных зданий, расположенных рядом со склонами, выполнять расчеты устойчивости методами Ю. И. Соловьева, К. Терцаги, Маслова–Берера («классический» и «гидростатический»),

М. Шахунянца, А. Дорфмана. Программа дает возможность этими методами выполнять расчеты устойчивости склонов; сооружений, расположенных на склонах; учитывать эффект армирования откосов; рассчитывать коэффициенты устойчивости армированных откосов: при разрыве армирующего слоя, при потере прочности контакта между арматурой и грунтом; рассчитывать влияние фильтрационного потока при наличии волнового воздействия при расчетах устойчивости склона. Все это дает возможность достаточно широко применять этот программный комплекс в современной практике строительстве.

**Ключевые слова:** *склон; устойчивость; армирование; прочность; реконструкция*

## **DEVELOPMENT OF SOFTWARE COMPLEX FOR CALCULATING STABILITY OF INDUSTRIAL BUILDINGS LOCATED NEAR THE SLOPES OF INDUSTRIAL BUILDINGS DURING THEIR RECONSTRUCTION**

KOVALIOV V.V., *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

Department of Engineering Geology and Geotechnics, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (068) 906-86-42, e-mail: [kovvyach12@gmail.com](mailto:kovvyach12@gmail.com), ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

**Abstract. Problem statement.** In cities, there is a significant shortage of territories suitable for construction, which leads to the need to design buildings in difficult conditions – to carry out development for the construction of territories that were previously considered to be unsuitable, it is increasingly necessary to construct buildings on unstable slopes, to carry out construction of projects in former industrial areas after changing functional purpose. Therefore, the issue of rational design and construction on unstable slopes is relevant. **Purpose of the article.** Development of a software complex with the help of which it would be possible to carry out calculations by the most common classical methods: stability of slopes without and with reinforcement, stability of buildings located next to slopes, determine the pressure of one block of soil mass on another, soil pressure on holding structures, determine the stability of slopes in the presence of a filtration stream, in the presence of wave pressure. **Conclusion.** As a result, a software package was developed that makes it possible to carry out stability calculations using the methods of Yu.I. Soloviov, K. Tertsahi, Maslov-Berer ("classical" and "hydrostatic"), H.M. Shakhunians, A. Dorfman, when designing new and reconstructing existing industrial buildings located near slopes. The program enables these methods to perform slope stability calculations; structures located on the slopes; take into account the effect of reinforcing slopes; calculate the stability coefficients of reinforced slopes: when the reinforcing layer breaks, when the contact strength between the reinforcement and the soil is lost, when the reinforcing layer breaks and the contact strength between the reinforcement and the soil is lost; calculate the influence of the filtration flow in the presence of wave action in calculating the slope stability. All this makes it possible to use widely this software package in modern construction practice.

**Keywords:** *slope; stability; reinforcement; strength; reconstruction*

**Постановка проблеми.** Наразі в містах України спостерігається значне зростання обсягів житлово-цивільного будівництва. З іншого боку, як правило, в містах спостерігається значний дефіцит придатних для будівництва територій, що викликає необхідність проектування будівель у складних умовах – виконувати освоєння під будівництво територій, які раніше вважалися непридатними, все частіше доводиться споруджувати будівлі на нестійких схилах [1; 2; 7; 8; 24], здійснювати будівництво об'єктів у колишніх промислових зонах після зміни їх функціонального призначення [10; 14; 25]. Також, як правило, останнім часом будують будівлі значної поверховості, що значно

впливає на стійкість схилів [4; 12; 15; 20]. Тому питання раціонального проектування і будівництва на нестійких схилах досить актуальне.

Під час проектування будівель, розташованих у таких умовах, виникає необхідність виконувати розрахунки стійкості схилів та вирішувати питання оптимального підвищення стійкості схилів із розглядом різних засобів: уположенням укосів, армуванням укосів, будівництвом різних підтримувальних споруд [3; 5].

Також слід зазначити, що під час проектування будівель і споруд, крім необхідності забезпечення надійності споруджуваних будівель, потрібно вирішувати питання збереження

навколишнього середовища та ощадливого використання території та ресурсів, що викликає необхідність реконструкції існуючих будівель, наприклад, промислових підприємств (які також доволі часто розташовані поруч зі схилами) під цивільні об'єкти.

Все це змушує виконувати розрахунки стійкості укосів та схилів та визначати ступінь стійкості схилу, на якому необхідно вести будівництво.

**Аналіз публікацій.** Історія розвитку розрахунку стійкості схилів почалася понад 250 років тому. Нині існує понад 200 підходів до розрахунку стійкості схилів. Також на сьогоднішній день розроблена значну кількість програм (GEO5, GeoStsb, Slide, Plaxis, Phase2, Concord) [9; 13; 16; 22; 23], що дають можливість оцінити стійкість схилів різними методами.

Однак, незважаючи на значний досвід у дослідженні стійкості схилів та на значну кількість розроблених методів і методик, оцінювання стійкості схилів, як і раніше, залишається складним завданням у

геотехніці. Крім того, різні методи дають результати розрахунків, що інколи значно відрізняються один від одного.

Також слід зазначити, що, як правило, розроблені програмні комплекси виконують розрахунки стійкості укосів одним методом, що буває не завжди зручно.

**Мета статті** – розробити програмний комплекс, за допомогою якого можливо було б виконувати розрахунки найбільш поширеними класичними методами: стійкості укосів без та з армуванням, стійкості будівель, розташованих поруч зі схилами, визначати тиск одного блока ґрунтового масиву на інший, тиск ґрунту на утримувальні споруди, визначати стійкість ухилів за наявності фільтраційного потоку, за наявності хвильового тиску.

**Результати досліджень.** Для розроблення програмного комплексу розглянуто такі методи розрахунку стійкості схилів: Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслова–Берера («класичний» і «гідростатичний»), Г. М Шахунянца, А. Г. Дорфмана [6; 11; 17; 18; 21] (рис. 1).

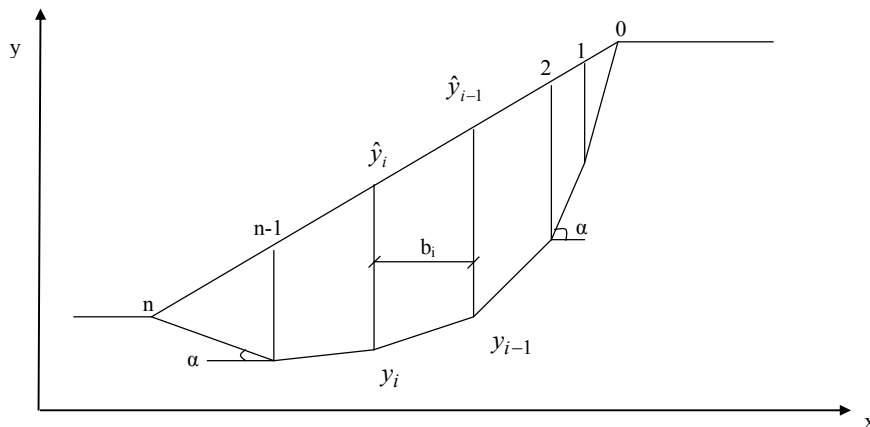


Рис. 1. Схема розрахунку стійкості укосів

Формули для розрахунку такі.

1. Формула Ю. І. Соловйова:

$$k = \frac{\sum S_i}{\sum t_i};$$

$$h_i = y_i - y_{i-1}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_i = (y_{i-1} - y_i) / b_i$$

$$S_i = P_i \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \cdot b_i \cdot g_i$$

$$P_i = (h_i + h_{i-1}) \gamma_i \cdot b_i / 2$$

$$t_i = P_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i$$

2. Формула К. Терцагі:

$$k = \frac{\sum a_i''}{\sum a_i'}; \quad a_i' = \frac{t_i}{r_i}; \quad a_i'' = \frac{S_i}{r_i}.$$

3. Формула Маслова-Берера («класичний» метод):

$$k_K = \frac{\sum T_{ik}}{\sum t_i}; T_{ik} = \frac{P_i g_i}{tg \alpha_i + P_i / s_i}$$

4. Формула Маслова–Берера («гідростатичний» метод):

$$k_G = \frac{\sum T_{ie}}{\sum t_i}; T_{ie} = \frac{P_i g_i}{tg \alpha_i + P_i / (s_i - c_i \cdot b_i \cdot tg^2 \alpha_i)}$$

5. Формула Г. М. Шахунянца:

$$k = \frac{\sum_1^n (s_i / q_i) + \sum_{m+1}^n (t_i / q_i)}{\sum_1^m (t_i / q_i)}$$

6. Формула А.Г. Дорфмана:

$$k = \frac{A''}{A'}$$

$$A' = (...(a'_1)A_2 + a'_2)A_3 + a'_3 \dots A_n + a'_n$$

$$A'' = (...(a''_1)A_2 + a''_2)A_3 + a''_3 \dots A_n + a''_n$$

де  $k$  – коефіцієнт стійкості укосу;  
 $n$  – загальна кількість усіх блоків, на які розбивається укіс;  $\alpha_i$  – кут нахилу підосви відсіку до горизонту;  $G_i$  – вага відсіку, кН;  
 $\bar{y}$  – контур укосу, м;  $y_i$  – відстань від поверхні ковзання до денної поверхні, м;  
 $b_i$  – ширина відсіку, м;  $Q$  – величина рівномірно розподіленого навантаження, кН;  
 $\gamma_i$  – питома вага ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;  
 $\bar{\gamma}_{1,i}$  – середньозважене значення питомої ваги ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;  $c_i$  – зчеплення, кПа;  
 $tg \varphi_i$  – коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунту;  $tg \alpha_i$  – тангенс кута нахилу  $i$ -го блока до горизонту.

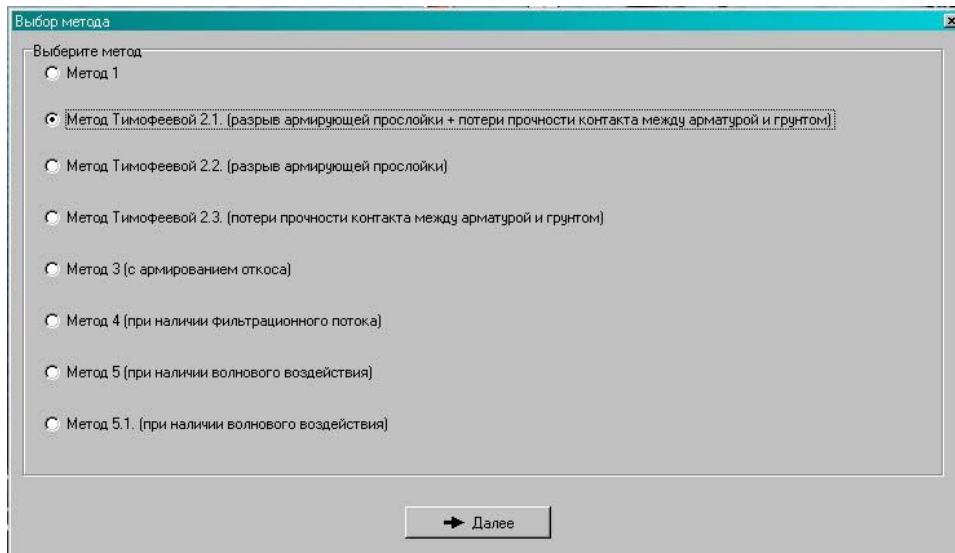


Рис. 2. Вікно «Вибір методу розрахунку»

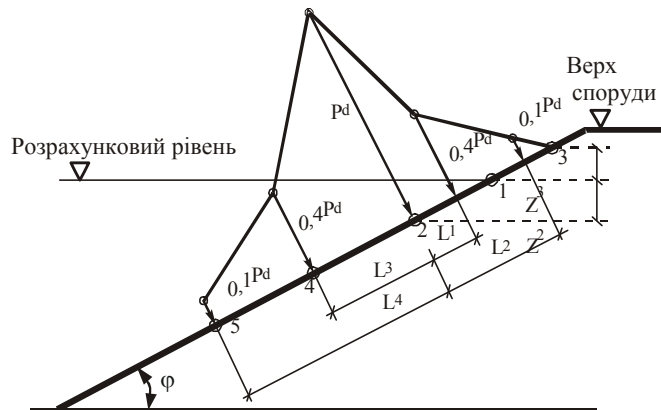


Рис. 3. Етюра максимального розрахункового хвильового впливу на укіс

У програмному комплексі «OTCOS» кожна формула може бути розрахована п'ятьма методами (рис. 2):

Метод 1. Стандартний (без армування укосу) дозволяє: 1) визначати коефіцієнт стійкості укосу за формулами: Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Масло-ва-Берера («класичний» і «гідро-статичний»), Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорф-мана; 2) визначати тиск відсіку на відсік.

Метод 2. Врахування армування ґрунту за методикою Л. М. Тимофєєвої (ефективне армування) [19]. Втрата стійкості армованого укосу відбувається за одним із трьох варіантів:

Метод 2.1 – розрив армувального прошарку та втрата міцності контакту між арматурою і ґрунтом;

метод 2.2 – розрив армувального прошарку;

метод 2.3 – втрата міцності контакту між арматурою і ґрунтом.

Метод 3. Розрахунок стійкості армувального укосу.

Метод 4. Врахування фільтраційного потоку в розрахунках стійкості схилу.

Метод 5. Врахування наявності хвильової дії в розрахунках стійкості схилу (рис. 3).

Для підготовки початкових даних програми методами 1–5 необхідно:

– викреслити ґрунтову споруду в масштабі, розбити її на довільні вертикальні блоки (бажано по межі розподіленого навантаження і рівня ґрунтових вод) і пронумерувати їх;

– визначити координати для кожного блока по вертикалі контуру укосу і площини ковзання;

– визначити координати по горизонталі початку і довжину рівномірно розподіленого навантаження;

– визначити об'ємну вагу кожного блока;

– визначити питоме зчеплення і кут внутрішнього тертя ґрунту.

Для інших методів потрібні додаткові початкові дані.

Методи 2.1 – 2.3. Для розрахунку армування методом Л. М. Тимофєєвої необхідно визначити:

– товщину армувального прошарку;

– міцність прошарку при розтягуванні;

– кут зсуву для кожного блока (кут внутрішнього тертя ґрунту);

– модуль деформації  $E_m$  і  $E_f$ ;

– довжину арматури в утримувальному шарі.

Метод 3. Для визначення коефіцієнта стійкості укосу при армуванні необхідно вказати:

– кількість армованих прошарків (шарів арматури в ґрунтовій споруді);

– відстань від поверхні насипу до армувального прошарку;

– кут внутрішнього тертя ґрунту по арматурі;

– довжину арматури в утримувальному шарі.

Для визначення коефіцієнта стійкості укосу за наявності фільтраційного потоку необхідно вказати (метод 4):

– питому вагу частинок ґрунту;

– питому вагу води;

– вологість;

– зчеплення ґрунту, насиченого водою.

Для визначення коефіцієнта стійкості укосу за наявності хвильової дії (метод 5):

– кут нахилу укосу до горизонту;

– висоту хвилі;

– довжину хвилі;

– питому вагу води;

– прискорення вільного падіння;

– максимально відносний хвильовий тиск на укис;

– безрозмірний коефіцієнт  $k_f$ .

Розрахунки методами 2–5 виконуються за такими формулами.

Метод 2.1 – розрив армувального прошарку та втрати міцності контакту між арматурою і ґрунтом.

$$\varphi_{ci} = \varphi_{mi} + \varphi_{oi}$$

$$\varphi_{oi} = 90^\circ - 2 \arctg \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \psi_i \cdot L_i [V_{fi} + E_{mi} \cdot E_{fi}^{-1} \cdot (1 - V_{fi})]}{2 \delta_f}}$$

$$C_c = \sigma_{xfui} \operatorname{tg} \phi'_{mi}$$

$$\sigma_{xfui} = \sigma_{fui} \cdot V_{fi} \left[ 1 + E_{mi} \cdot E_{fi}^{-1} \cdot (V_{fi}^{-1} - 1) \right]$$

$$V_{fi} = 2 \delta_f / \left[ (\hat{y}_i - y_i) + (\hat{y}_{i-1} - y_{i-1}) \right]$$

де:  $\varphi_{ci}$  – кут внутрішнього тертя з урахуванням армування;  $\varphi_{mi}$  – кут

внутрішнього тертя;  $\varphi_{oi}$  – ефективний кут внутрішнього тертя ґрунту, еквівалентний дії  $\tau_{np}$  по контакту арматури з ґрунтом, градуси;  $C_c$  – питома зчеплення з урахуванням армування, кПа;  $\sigma_{fui}$  – міцність прошарку при розтягуванні, кПа;  $E_{mi}$  – модуль пружності ґрунту, кПа;  $E_{fi}$  – модуль пружності армування, кПа;  $\delta_f$  – товщина армування, м;  $tg\psi_i$  – коефіцієнт тертя ґрунту по армувальному прошарку;  $V_{fi}$  – об’ємна концентрація арматури;  $L_i$  – довжина арматури в утримувальному шарі, м.

Метод 2.2 – розрив армувального прошарку.

$$\varphi_{ci} = \varphi_{mi},$$

$$C_c = \sigma_{xfui} \cdot tg\varphi'_{mi}.$$

Метод 2.3 – втрати міцності контакту між арматурою і ґрунтом.

$$\varphi_{ci} = \varphi_{mi} + \varphi_{oi},$$

$$C_c = C_m.$$

Метод 3 – з армуванням укусу.

$$S_i = (P_i + N_i \cdot tg\alpha_i) \cdot tg\varphi_i + c_i \cdot b_i \cdot g_i + N_i,$$

$$N_i = 2\gamma_{zpi} \cdot h_{zpi} \cdot tg\psi_i \cdot L_i,$$

де:  $N_i$  – утримувальне зусилля в арматурі, кН;  $h_{zpi}$  – відстань від верху насипу до кожного армувального прошарку, м;  $n$  – кількість утримувальних прошарків арматури.

Метод 4. Урахування фільтраційного потоку в розрахунках стійкості схилу.

$$tg\varphi_i = \wp \cdot tg\varphi_i;$$

$$\gamma_u = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e};$$

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1 + \omega_i}$$

$$\wp = 1 - \frac{\gamma_w}{\gamma_u}$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1$$

$$c = c_w$$

де:  $\gamma_s$  – питома вага частинок ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_w$  – питома вага води, кН/м<sup>3</sup>;  $e$  – коефіцієнт пористості;  $\gamma_d$  – питома вага сухого ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma$  – питома вага ґрунту, кН/м<sup>3</sup>;  $\gamma_u$  – питома вага ґрунту в водонасиченому стані, кН/м<sup>3</sup>;  $c_w$  – зчеплення ґрунту насиченого водою, кПа.

Метод 5. Врахування наявності хвильової дії у розрахунках стійкості схилу (рис. 3).

$$P_d = k_s \cdot k_f \cdot P_{rel} \cdot \gamma_w \cdot g \cdot h$$

$$k_s = 0,85 + 4,8 \cdot \frac{h}{\lambda} + ctg\varphi(0,028 - 1,15 \cdot \frac{h}{\lambda}),$$

$$z_2 = A + \frac{1}{ctg^2\varphi} (1 - \sqrt{2ctg^2\varphi + 1}) \cdot (A + B)$$

де  $A$  і  $B$  – величини, м, що визначаються за формулами:

$$A = h \cdot (0,47 + 0,023 \cdot \frac{\bar{\lambda}}{h}) \cdot \frac{1 + ctg^2\varphi}{ctg^2\varphi}$$

$$B = h \cdot \left[ 0,95 - (0,84 \cdot ctg\varphi - 0,25) \cdot \frac{h}{\lambda} \right]$$

$$l_1 = 0,0125 \cdot L_\varphi \quad l_3 = 0,0265 \cdot L_\varphi$$

$$P = 0,4P_d,$$

$$l_2 = 0,0325 \cdot L_\varphi \quad l_4 = 0,0675 \cdot L_\varphi$$

$$P = 0,1P_d$$

$$L_\varphi = \frac{\bar{\lambda} \cdot ctg\varphi}{\sqrt[4]{ctg^2\varphi - 1}}$$

де:  $P_d$  – максимальний розрахунковий хвильовий тиск, кПа;  $ctg\varphi$  – кут нахилу укусу до горизонту, град;  $h$  – висота хвилі, м;  $\lambda$  – довжина хвилі, м;  $g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  $\gamma_w$  – питома вага води, кН/м<sup>3</sup>;  $z_2$  – ордината прикладання максимального хвильового тиску;  $\frac{h}{\lambda}$  – положистість хвилі.

Курсором вибираємо один із методів і натискаємо кнопку «Далі», після цього з'явиться вікно з назвою вибраного методу. Потім необхідно ввести усі необхідні початкові дані і натиснути кнопку «Вичислити».

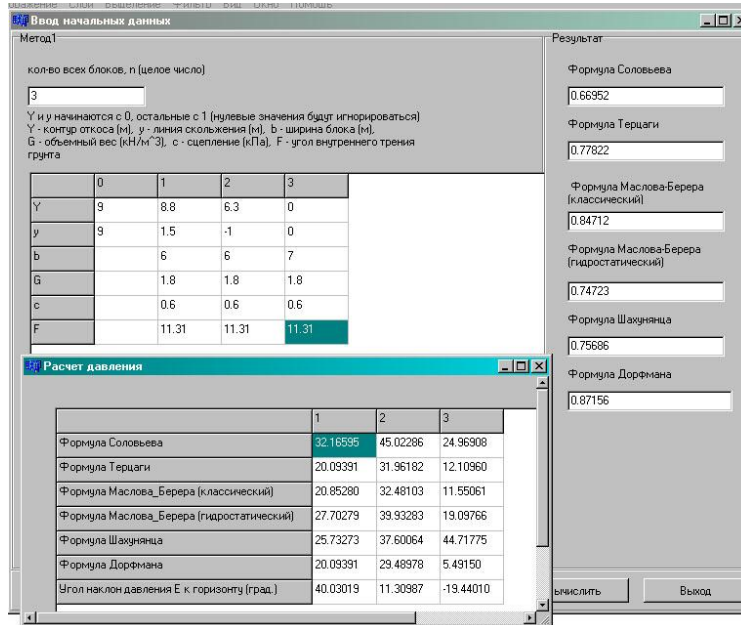


Рис. 4. Отримані результати методом 1

У результаті для методу 1 отримаємо в розділі «Результат» коефіцієнти стійкості без армування ґрунту, розраховані за формулами: Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Маслова–Берера («класичний» і «гідростатичний»), Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорфмана. Також методом 1 можна розрахувати величину тиску відсіку на відсік (рис. 4).

Методами 2.1–2.3 отримаємо в розділі «Результат» коефіцієнти стійкості армованого укосу ґрунту для різних варіантів його руйнування.

Для методу 4 отримаємо коефіцієнт внутрішнього тертя і зчеплення ґрунту за наявності ґрунтових вод (рис. 5). Потім, підставивши отримані результати в метод 1, можна розрахувати коефіцієнти стійкості за наявності фільтраційного потоку.

Для методу 5 отримаємо епюру (її розміри і величину) максимального розрахункового хвильового тиску на укис (рис. 6). Потім методом 1 розраховуємо коефіцієнти стійкості за наявності хвильової дії (тобто з урахуванням отриманої методом 5 епюр максимального розрахункового хвильового тиску).

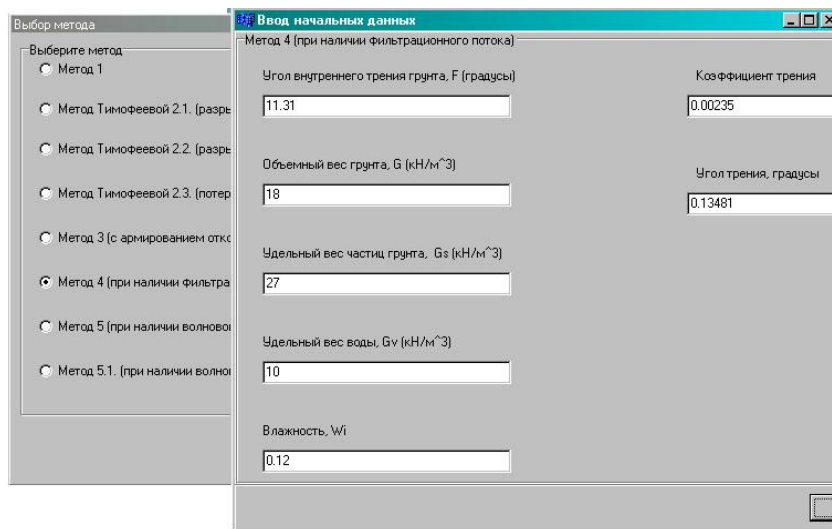


Рис. 5. Коефіцієнт внутрішнього тертя і зчеплення ґрунту за наявності ґрунтових вод

Рис. 6. Еюра (розміри і величина) максимального розрахункового хвильового тиску на укiс

**Висновок.** Розроблено програмний комплекс, що дає можливість для проектування нових та реконструкції існуючих промислових будівель, розташованих поруч із схилами, виконувати розрахунки стійкості методами Ю. І. Соловйова, К. Терцагі, Масло-ва–Берера («класичний» і «гідростатичний»), Г. М. Шахунянца, А. Г. Дорфмана. Програма дає можливість цими методами виконувати розрахунки стійкості схилів; споруд, розташованих на схилах; враховувати ефект армування укосів; розраховувати коефіцієнти стійкості

армуваних укосів: за розриву армувального прошарку, за втрати міцності контакту між арматурою і ґрунтом, за розривом армувального прошарку та втрати міцності контакту між арматурою і ґрунтом; розраховувати вплив фільтраційного потоку за наявності хвильової дії в розрахунках стійкості схилу.

Все це дає можливість достатньо широко застосовувати цей програмний комплекс у сучасній практиці будівництва.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Броневицкий С., Присяжнюк В., Дьомін М., Целовальник С., Куделін А., Нечаєва Т. Генеральный план м. Києва. Основні положення. Київ : КМДА, 2015. 134 с.
2. Гинзбург Л. К., Швець В. Б. Обрушение склона в жилом микрорайоне. *Основания, фундаменты и механика грунтов*. 1999. № 3. С. 28–30.
3. Гинзбург Л. К. Противооползневые сооружения : монография. Днепропетровск : ЧП «Лири ЛТД», 2007. 188 с.
4. Грабовець О. М. Дослідження розвитку зсувів на території України : в 2 кн. Київ : ДП НДІБК, 2016. 548 с. Кн. 1. Будівельні конструкції. Вип. 83. С. 292–298.
5. Джоунс К. Д. Сооружения из армированного грунта / пер. с англ. В. С. Забавина. Москва : Стройиздат, 1989. 280 с.
6. Дорфман А. Г. Вариационный метод исследований устойчивости откосов. *Вопросы геотехники*. 1965. № 9. С. 17–25.
7. Зоценко М. Л., Великодний Ю. Й., Біда С. В. Зсувонебезпечні території м. Полтави. *Бетон и железобетон в Украине*. 2001. № 1. С. 14–17.



8. Зрушені землі столиці. Дослідження зсувонебезпечних процесів на території Києва. НАН України : Прес-служба НАН України, 2017. URL : <http://www.nas.gov.ua/UA/Messages/news/Page/View.aspx?MessageID=3001>
9. Клованич С. Ф. Программа «Concord» для решения геотехнических задач методом конечных элементов. *Вісник Одеського національного морського університету*. Одеса : ОНМУ, 2003. Вип. 10. С. 39–46.
10. Ковальов В. В. Обґрунтування доцільності функціонального переосвоєння територій великих міст. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. № 4. С. 71–76.
11. Маслов Н. Н. Проблема устойчивости и деформации грунтов : монография. Москва : Госэнергоиздат, 1961. 196 с.
12. Седин В. Л., Головкин С. И., Большаков В. И. Особенности геотехнического строительства в Приднепровском регионе Украины. *Механіка ґрунтів, геотехніка та фундаментобудування*. Кн. 1. Будівельні конструкції. Вип. 83. Київ : ДП НДІБК, 2016. С. 47–57.
13. Першина С. В., Слободяник А. В. PLAXIS – программный пакет для расчета деформаций и устойчивости геотехнических сооружений методом конечных элементов. *Галузеве машинобудування, будівництво*. 2003. Вип. 12. С. 158–163.
14. Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П., Ковальов В. В., Данилова Т. В., Ткач Т. В. Планування розміщення і організація будівництва та реконструкції об'єктів доступного житла з урахуванням містоформуючих особливостей територій великих міст : монографія. Дніпро : Літограф, 2019. 228 с.
15. Сєдін В. Л., Грабовець О. М., Трященко А. Ю. Поширення небезпечних геологічних процесів у Дніпропетровській області. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2015. № 6. С. 60–67.
16. GEO 5. Программы для геотехнических расчетов. URL: <https://www.finesoftware.ru/geotekhnicheskikh-raschetov/>
17. Соловьёв Ю. И. Устойчивость откосов из гипотетического грунта. *Труды НИИЖТ. Вопросы инженерной геологии оснований и фундаментов*. Новосибирск, 1962. Вып. 28. С. 83–96.
18. Терцаги К., Пек Р. Механика грунтов в инженерной практике : учеб. пособ. Москва : Госстройиздат, 1958. 607 с.
19. Тимофеева Л. М. Армированные грунты. Теория и практика применения. Ч. 1: Армированные основания и армогрунтовые подпорные стены. Пермь : Перм. политехн. ин-т, 1991. 478 с.
20. Чернишев Д. О. Методологія, аналітичний інструментарій та практика організації біосферосумісного будівництва : монографія. Київ : КНУБА, 2017. 294 с.
21. Шахунянц Г. М. Железнодорожный путь. Москва : Транспорт, 1969. 536 с.
22. GeoStab6. URL: <https://www.csoft.ru/catalog/soft/geostab/geostab-6.html>
23. Plaxis products. URL: <https://www.plaxis.com/>
24. Sedin V. L., Kovalov V. V., Kravchunovska T. S., Nechepurenko D. S. Trends and approaches to reorganization of urban environment. *Серія: Галузеве машинобудування, будівництво*. 2019. Вип. 1 (52). 2019. С. 179–184. URL: doi: <https://doi.org/10.26906/znp.2019.52.1694>.
25. Zaiats Ye. I., Kovalov V. V., Kravchunovska T. S., Kirnos O. V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Науковий вісник Національного гірничого університету*. 2018. Iss. 2 (164). Pp. 123–129.

## REFERENCES

1. Bronevitskiy S., Prisyazhniuk V., Domin M., Tselovalnyk S., Kudelin A. and Nechaeva T. *Heneralnyi plan m. Kyiva. Osnovni polozhennia* [General plan of the Kyiv. The main provisions]. Kyiv : KMDA Publ., 2015, 134 p. (in Ukrainian).
2. Ginzburg L.K. and Shvets V.B. *Obrushenie sklona v zhilom dome* [Slope collapse in a residential building]. *Osnovaniya, fundamenti i makhnika gruntov* [Foundations and soil mechanics]. 1999, no. 3, pp. 28–30. (in Russian).
3. Ginzburg L. K. *Potivoopolznevye sooruzheniya* [Landslide constructions]. Dnipropetrovsk : Lira LTD, 2007, 188 p. (in Russian).
4. Hrabovets O. M. *Doslidzhennya rozvitku zsuiv na teritorii Ukraini : v 2 kn.* [Study of landslide development in Ukraine : in 2 books]. *Budivelni konstruktsii* [Building structures]. 2016, iss. 83, p. 1, pp. 292–298. (in Ukrainian).
5. Dzhouns K.D. *Sooryzheniya iz armirovannogo grunta* [Reinforced soil structures]. Moscow : Stroyizdat, 1989, 280 p. (in Russian).
6. Dorfman A.G. *Variatsionnyi metod issledovaniy ustoychivosti otkosov* [A variational method for studying slope stability]. *Voprosi geotekhniki* [Geotechnical Issues]. 1965, no. 9, pp. 17–25. (in Russian).
7. Zotsenko M.L., Velykodnyi Yu.I. and Bida S.V. *Zsuvonebezpechni terytorii m. Poltavu* [Landslide areas of Poltava]. *Beton i zhelezobeton v Ukraine* [Concrete and reinforced concrete in Ukraine]. 2001, no. 1, pp. 14–17. (in Ukrainian).

8. *Zrusheni zemli stolytsi. Doslidzhennia zsvonebezpechnykh protsesiv na terytorii Kyieva* [The demolished lands of the capital. Research of landslide processes on the territory of Kyiv]. 2001, no. 1, pp. 14–17. (Accessed : 09 February 2020). (in Ukrainian).
9. Klovaniich S.F. *Programma «Concord» dlya resheniya geotekhnicheskikh zadach metodom konechnikh elementov* [The «Concord» program for solving geotechnical problems using the finite element method]. *Visnyk Odeskoho natsionalnoho morskoho universytetu* [Bulletin of the Odessa National Maritime University]. 2003, iss. 10, pp. 39–46. (in Russian).
10. Kovalov V.V. *Obhruntuvannia dotsilnosti funktsionalnoho pereosvoiennia terytorii velykykh mist* [Substantiation of expediency of functional redevelopment of territories of big cities]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]., 2017, no. 4, pp. 71–76. (in Ukrainian).
11. Maslov N.N. *Problema ustoychivosti i deformatsii gruntov* [The problem of soil stability and deformation]. Moscow : Gosenergoizdat, 1961, 196 p. (in Russian).
12. Sedin V.L., Golovko S.I. and Bolshakov V.I. *Osobennosti geotekhnicheskogo stroitel'stva v Pridneprovskom regione Ukrainy*. [Features of geotechnical construction in the Prydniprovsk region of Ukraine]. *Budivelni konstruktсии* [Building structures]. 2016, iss. 83, p. 1, pp. 47–57. (in Russian).
13. Pershina S.V. and Slobodyanik A.V. *PLAXIS – programmiy paket dlya rascheta deformatsiy i ustoychivosti geotekhnicheskikh sooruzheniy* [PLAXIS – software package for calculating deformations and stability of geotechnical structures using the finite element method]. *Haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo* [Engineering machine building, civil engineering]. 2003, iss. 12, pp. 158–163. (in Russian).
14. Kravchunovska T.S., Bronevytskyi S.P., Kovalov V.V., Danylova T.V. and Tkach T.V. *Planuvannia rozmishchennia i orhanizatsiia budivnytstva ta rekonstruktсии ob'ektiv dostupnoho zhytla z urakhuvanniam mistoformuiuchykh osoblyvostei terytorii velykykh mist* [Placement planning and organization of construction and reconstruction of affordable housing, taking into account the city-forming features of large cities]. Dnipro : Litohraf, 2019, 228 p. (in Ukrainian).
15. Siedin V.L., Hrabovets O.M. and Triashchenko A.Yu. *Poshyrennia nebezpechnykh heolohichnykh protsesiv u Dnipropetrovskii oblasti* [Dissemination of dangerous geological processes in Dnipropetrovsk region]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2015, no. 6, pp. 60–67. (in Ukrainian).
16. *Programmy dlya geotekhnicheskikh raschetov* [Programs for geotechnical calculations]. (Accessed : 09 February 2020). (in Russian).
17. Solovev Yu.I. *Ustoychivost otkosov iz gipoteticheskogo grunta* [Stability of slopes from hypothetical soil]. *Voprosi inzhenernoy geologii i geotekhniki* [Issues of engineering geology of foundations and foundations]. 1962, iss. 28, pp. 83–96. (in Russian).
18. Tertsagi K. *Mekhanika gruntov v inzhenernoy praktike* [Soil mechanics in engineering practice]. Moscow : Gosstroyizdat, 1958, 607 p. (in Russian).
19. Timofeeva L.M. *Armirovannii grunti. Teoriya i praktika primeneniya. Armirovannii osnovaniya i armogruntovie podpornie steni* [Reinforced soils. Theory and practice of application. Reinforced bases and armored retaining walls]. Perm : PPI, 1991, 478 p. (in Russian).
20. Chernyshev D.O. *Metodolohiia, analitychni instrumentarii ta praktyka orhanizatsii biosferosumisnoho budivnytstva* [Methodology, analytical tools and practice of organization of biosphere-compatible construction]. Kyiv : KNUBA, 2017, 294 p. (in Ukrainian).
21. Shachunyantz G.M. *Zheleznodorozhnii put* [Railroad]. Moscow : Transport, 1969, 536 p. (in Russian).
22. GeoStab6. (Accessed: 09 February 2020).
23. Plaxis products. (Accessed: 09 February 2020).
24. Sedin V.L., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S. and Nechepurenko D.S. Trends and approaches to reorganization of urban environment. *Seriya : Galuzeve mashinobuduvannia, budivnictvo* [Series : Engineering machine building, civil engineering]. 2019, iss. 1 (52), pp. 179–184.
25. Zaiats Ye.I., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S. and Kirnos O.V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychogo Universytetu*. 2018, iss. 2 (164), pp. 123–129.

Надійшла до редакції: 10.02.2020 .

УДК 620.179.18

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.59.611

## НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИЙ СТАН БЕТОННОГО ЕЛЕМЕНТУ З ПОШКОДЖЕННЯМ

КОЛОХОВ В.В.<sup>1\*</sup>, к. т. н., доц.,  
СОПІЛЬНЯК А. М.<sup>2</sup>, к. т. н., доц.,  
МОСЬПАН В. І.<sup>3</sup>, к. т. н.

<sup>1\*</sup> Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-76, e-mail: [kolokhov.viktor@pgasa.dp.ua](mailto:kolokhov.viktor@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 000-0001-8223-1483

<sup>2</sup> Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [sopilniak.artem@pgasa.dp.ua](mailto:sopilniak.artem@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

<sup>3\*</sup> Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-76, e-mail: [mospan.volodumur@pgasa.dp.ua](mailto:mospan.volodumur@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-5359-9067

**Анотація. Постановка проблеми.** На сьогоднішній день актуальним постає визначення технічного стану конструкцій та їх підсилення за необхідністю. Пошкодження конструкцій впливає на процес визначення фізико-механічних характеристик бетону конструкції. **Мета статті** – визначити вплив пошкоджень конструкції на напружено деформований стан елемента конструкції, виконати розрахунки та отримати поля напружень, деформацій та переміщень за різних параметрів моделі та рівнів напружень. **Виклад матеріалу.** Для досягнення цієї мети проведено дослідження на структурних моделях із використанням програмного комплексу "LIRA SAPR". Для дослідження застосовано структурну модель розмірами 100 × 100 × 400 мм. Використовували бетони класів С16/20, С18/22,5 та С20/25 з відповідними властивостями. Конструктивні пошкодження були змодельовані шляхом послідовного видалення одного з п'яти елементів із дослідної моделі. Розрахунки проводилися для моделей з одним та двома дефектами в конструкції. Для дослідної моделі з двома дефектами в конструкції пази розташовували паралельно. Параметри навантаження для моделювання процесу деформації змінювались у межах 0,1...0,5 від граничного напруження. **Висновки.** Аналіз результатів проведеного дослідження показує, що на зміну напруги в ділянці, яке примикає до пошкоджень конструкції, впливає розмір цієї площі, рівень напружено-деформованого стану в конструктивному елементі та співвідношення між розмірами сусідніх елементів конструкції; на поверхні конструктивного елемента можуть з'являтися нульові зони напруги; необхідно враховувати рівень напружено-деформованого стану під час оцінювання фізико-механічних характеристик бетону за допомогою неруйнівних методів контролю в зоні, на яку впливають наявні пошкодження конструкції.

**Ключові слова:** напружено-деформований стан елемента; неруйнівні методи контролю

## НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА С ПОВРЕЖДЕНИЕМ

КОЛОХОВ В. В.<sup>1\*</sup>, к. т. н., доц.,  
СОПИЛЬНЯК А. М.<sup>2</sup>, к. т. н., доц.,  
МОСЬПАН В. И.<sup>3</sup>, к. т. н.

**Аннотация. Постановка проблемы.** На сегодняшний день актуальным является определение технического состояния конструкций и их усиление по мере необходимости. Повреждение конструкций влияет на процесс определения физико-механических характеристик бетона конструкции. **Цель статьи** – выполнить расчеты и получить поля напряжений, деформаций и перемещений при различных параметрах модели и уровнях напряжений. **Изложение материала.** Для достижения этой цели проведены исследования на структурных моделях с использованием программного комплекса "LIRA SAPR". Для исследования использована структурная модель размерами 100 × 100 × 400 мм. Использовали бетоны классов С16/20, С18/22,5 та С20/25 с соответствующими свойствами. Конструктивные повреждения были смоделированы путем последовательного удаления одного из пяти элементов с опытной модели. Расчеты проводились для моделей с одним и двумя дефектами в конструкции. Для опытной модели с двумя дефектами в конструкции пазы

располагали параллельно. Параметры нагрузки для моделирования процесса деформации изменялись в пределах 0,1...0,5 от предельного напряжения. **Выводы.** Анализ результатов проведенного исследования показывает, что на изменение напряжения в участке, примыкающем к повреждениям конструкции, влияет размер этой площади, уровень напряженно-деформированного состояния в конструктивном элементе и соотношение между размерами соседних элементов конструкции; на поверхности конструктивного элемента могут появляться нулевые зоны напряжения; необходимо учитывать уровень напряженно-деформированного состояния при оценке физико-механических характеристик бетона с помощью неразрушающих методов контроля в зоне, на которую влияют имеющиеся повреждения конструкции.

**Ключевые слова:** напряженно-деформированное состояние элемент; неразрушающие методы контроля

## STRESS-STRAIN STATE OF CONCRETE ELEMENT WITH DAMAGE

KOLOKHOV V.V.<sup>1\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
SOPILNIAK A.M.<sup>2</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
MOSPAN V.I.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.)*

<sup>1\*</sup> Department of Technology of Building Materials, Products and Structures, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-76, e-mail: [kolokhov.viktor@pgasa.dp.ua](mailto:kolokhov.viktor@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-8223-1483

<sup>2</sup> Department of Reinforced Concrete and Stone Structures, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: [sopilniak.artem@pgasa.dp.ua](mailto:sopilniak.artem@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

<sup>3</sup> Department of Technology of Building Materials, Products and Structures, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-76, e-mail: [mospa.volodumur@pgasa.dp.ua](mailto:mospa.volodumur@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0002-5359-9067

**Abstract. Problem statement.** At present, it is relevant to determine the technical condition of structures and their strengthening as needed. Damage of structures affects the process of determining the physical and mechanical characteristics of concrete structures. **Purpose.** To determine the effect of structural damage on the stressed state of the structural member. To perform calculations and obtain fields of stresses, strains and displacements at different model parameters and stress levels. **The technique.** The research has been performed on structural models using software systems "LIRA SAPR". A structural model having dimensions of 100 × 100 × 400 mm was used for the study. Materials of concrete C16/20, C18/22.5 and C20/25 with corresponding properties have been used. The structural damage was modeled by sequentially removing one of the five elements from the experimental model. The calculations were performed for models with one and two defects in the design. For the experimental model with two defects, the grooves were arranged in parallel. The load parameters for modeling the deformation process varied within 0.1...0.5 of the limit stress. **Results.** Analysis of the results of the study shows that the change in stress in the area adjacent to structural damage is affected by the size of this area, the level of stress-strain state in the structural element and the relationship between the sizes of adjacent structural elements; Zero voltage zones may appear on the surface of the structural member; it is necessary to take into account the level of stress-strain state when assessing the physical and mechanical characteristics of concrete using non-destructive methods of control in the area affected by existing structural damage.

**Keywords:** stress-strain state of the element; non-destructive control methods

**Вступ.** Під час експлуатації конструктивного елемента відбувається зміна фізико-механічних характеристик матеріалів та утворення дефектів. Проведення перевірочних розрахунків ґрунтується на визначенні властивостей будівельних матеріалів за допомогою неруйнівних методів. На точність цих методів впливає рівень напружено-деформованого стану конструктивного елемента.

Мінливість властивостей бетону в часі за постійних навантажень постає визначальним фактором міцності та надійності конструктивного елемента. У деяких випадках можуть утворюватися навіть місцеві зони з нульовою напругою. Поява зони без напруги обов'язково буде супроводжуватися появою зони «переходу» з існуючого рівня напруги до нуля, а також появою області з підвищеною напругою. Актуальним бачиться дослідження впливу фізико-механічних характеристик будівель-

ного матеріалу на процес деформації локальної ділянки елемента конструкції, що прилягає до зони конструкції з пошкодженням.

**Аналіз публікацій.** Забезпечення надійності будівель та споруд [1] вимагає достовірної інформації про їх технічний стан. Системи оцінювання технічного стану базуються на визначенні фізико-механічних характеристик (ФМХ) конструкційних матеріалів. Вимоги до формальної оцінки регулюються державними стандартами [2–7], які застосовують неруйнівні методи контролю (НМК).

Отримані дані підлягають статистичній обробці за встановленими процедурами, а результат обробки отримується з розрахунковою точністю. Як показано у [8–12] та у багатьох інших дослідженнях, на результати оцінювання значно впливають: склад бетонної суміші; умови твердіння бетонних елементів; вік бетону; рівень напружено-деформованого стану (НДС) в елементі та умови навколишнього середовища. Складність прямого визначення ФМХ бетону скеровувала дослідників на інший шлях [13–18]. Але все ж мінливість у рівні НДС елемента залишає процедуру

застосування НМК наближеною до певного рівня невизначеності. Конструктивні дефекти та коливання ФМХ в бетоні під час експлуатації різко змінюють НДС елемента на ділянці біля дефекту.

Визначення впливу цих факторів на НДС конструктивного елемента дозволить підвищити точність визначення ФМХ бетону в елементах за допомогою керування НМК.

**Мета статті** – виконати розрахунки та отримати поля напружень, деформацій та переміщень за різних параметрів моделі та рівнів напружень

**Виклад матеріалу.** Для досягнення цієї проведено дослідження на структурних моделях з використанням програмного комплексу "LIRA SAPR". Розміри моделі для досліджень становили  $100 \times 100 \times 400$  мм. Для моделювання застосовано бетону (з відповідними властивостями) класів C12/15, C16/20 та C20/25 [2]. Дослідження проводилися за допомогою програмних систем "LIRA SAPR".

На рисунку 1 показано фрагменти дослідної моделі, що використовується для розрахунку за допомогою програмної системи "LIRA SAPR"

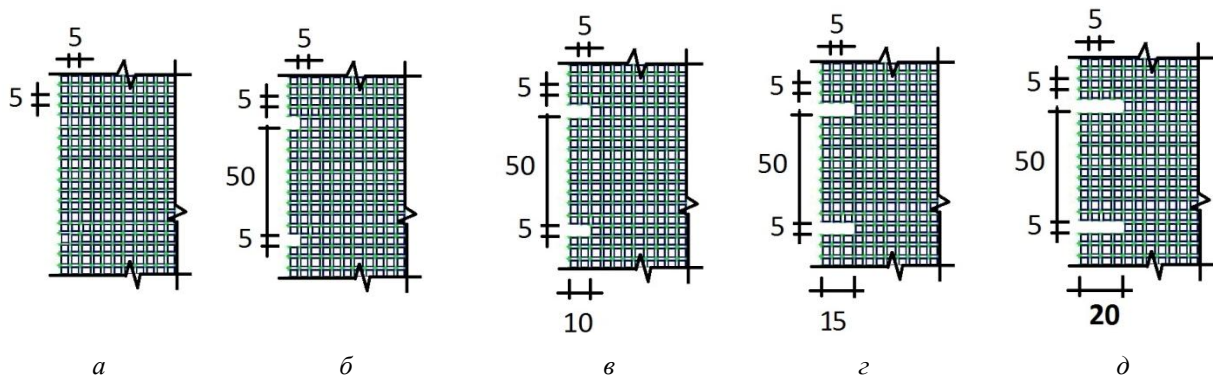


Рис. 1. Фрагмент моделі, використаної для розрахунку програмним комплексом "LIRA SAPR":

а – без пошкоджень; б–д – з пошкодженнями різного розміру (б – 5 мм; в – 10 мм; з – 15 мм; д – 20 мм)

Параметри навантаження для моделювання процесу деформації були в межах  $0 \dots 0,5$  від граничного навантаження. Проведені розрахунки дали можливість отримати поля напружень, деформацій та переміщень за різних параметрів моделі та рівнів напружень. Конструктивні пошкодження були змодельовані шляхом послідовного видалення елементів із

дослідної моделі. Тобто в призмі утворився паз глибиною від 5 до 20 мм. Приріст становив 5 мм (з 0 до  $0,20h$ , відповідно з кроком  $0,05h$ ). Розрахунки проводилися для моделей з одним та двома дефектами в конструкції. Для дослідної моделі з двома дефектами в конструкції пази розташовувались паралельно. Під час

дослідження відстань між цими пазами не змінювалася.

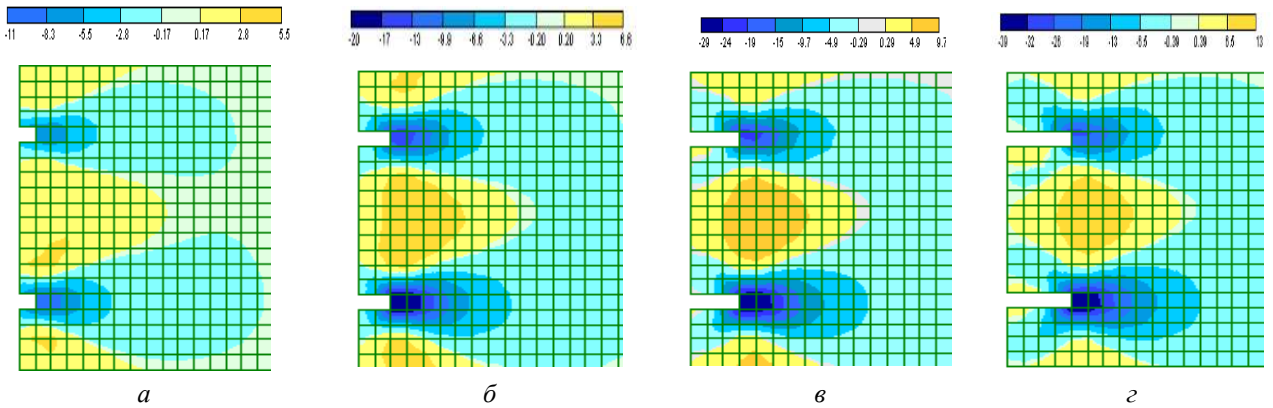


Рис. 2. Поля напружень  $N_x$  на ділянці моделі з пошкодженням: розмір пошкодження 5 мм (а), 10 мм (б), 15 мм (в), 20 мм (г) для бетону класу C16/20 при нарузі в бетоні  $\sigma = 0.4 f_{cd}$  [кН/м<sup>2</sup>]

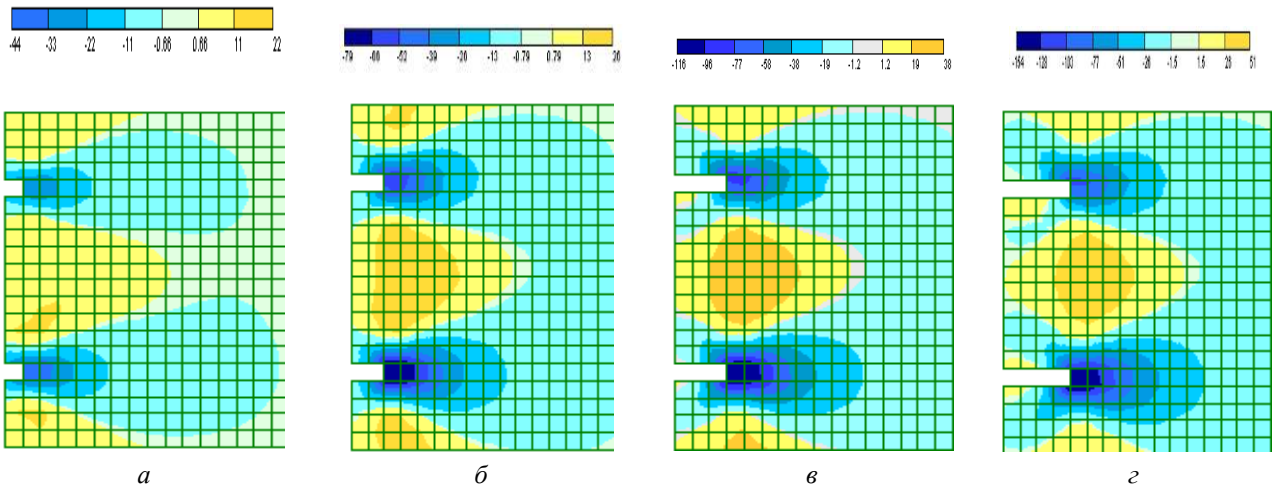


Рис. 3. Поля напружень  $N_x$  у ділянці моделі з пошкодженням: розмір пошкодження 5 мм (а), 10 мм (б), 15 мм (в), 20 мм (г) для бетону класу C20/25 з нарузою в бетоні  $\sigma = 0,1 f_{cd}$  [кН/м<sup>2</sup>]

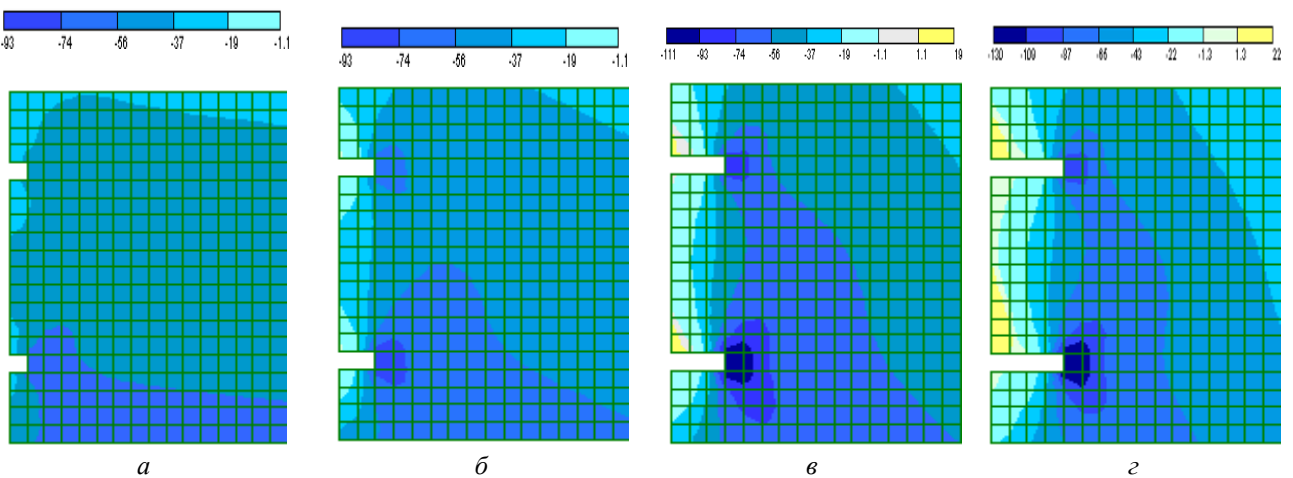


Рис. 4. Поля напружень  $N_y$  в ділянці моделі з пошкодженням: розмір пошкодження 5 мм (а), 10 мм (б), 15 мм (в), 20 мм (г) для бетону класу C12/15 при нарузі в бетоні  $\sigma = 0,1 f_{cd}$  [кН/м<sup>2</sup>]



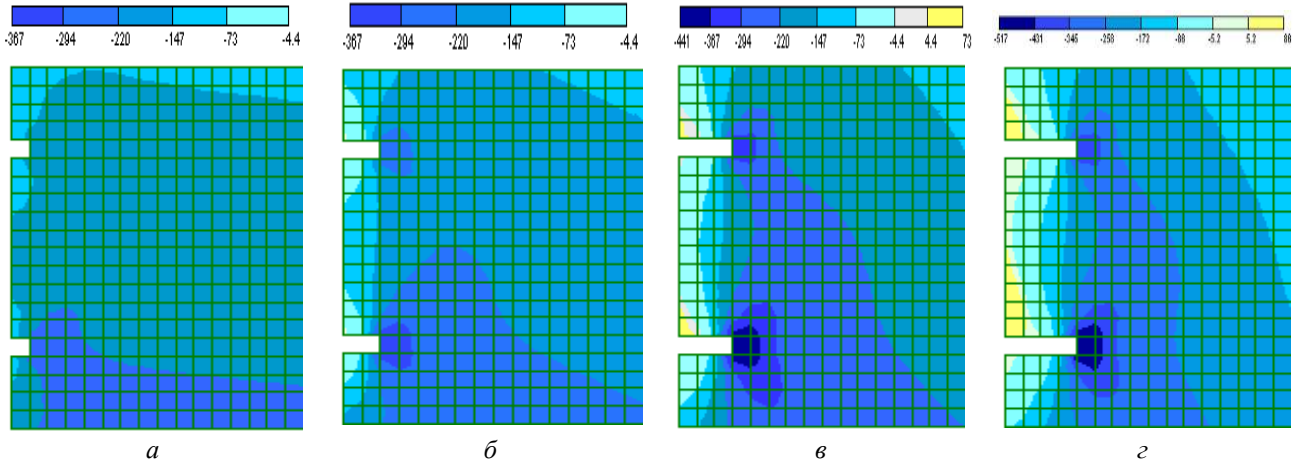


Рис. 5. Поля напружень  $N_y$  в ділянці моделі з пошкодженням: розмір пошкодження 5 мм (а), 10 мм (б), 15 мм (в), 20 мм (г) для бетону класу C16/20 при нарузі в бетон  $\sigma = 0,4 f_{cd}$  [кН/м<sup>2</sup>]

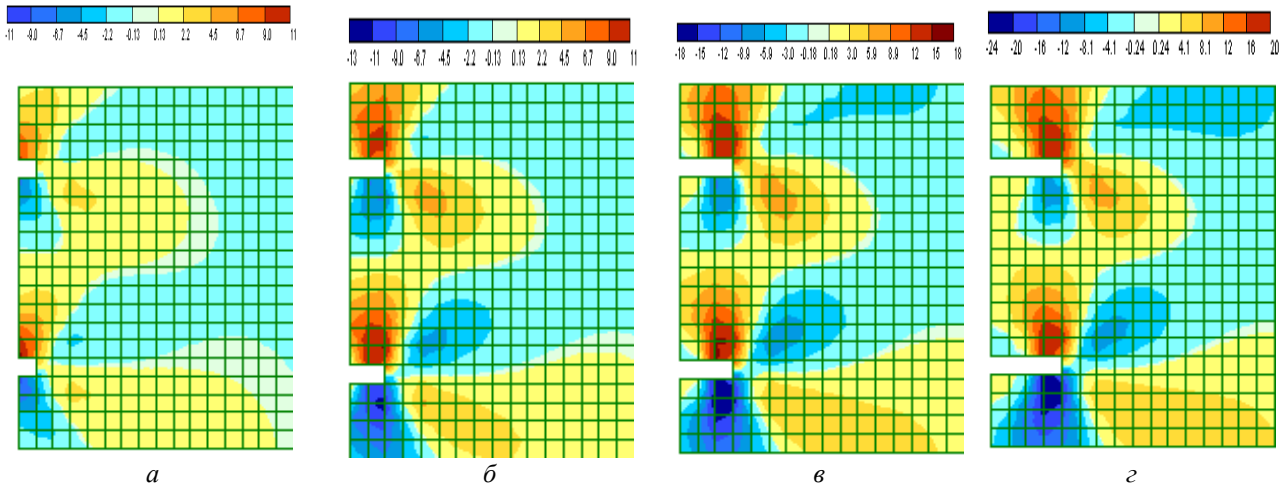


Рис. 6. Поля напруження  $\tau_{xy}$  в ділянці моделі з пошкодженням: розмір пошкодження 5 мм (а), 10 мм (б), 15 мм (в), 20 мм (г) для бетону класу C12/15 під напругою в бетоні  $\sigma = 0,1 f_{cd}$  [кН/м<sup>2</sup>]

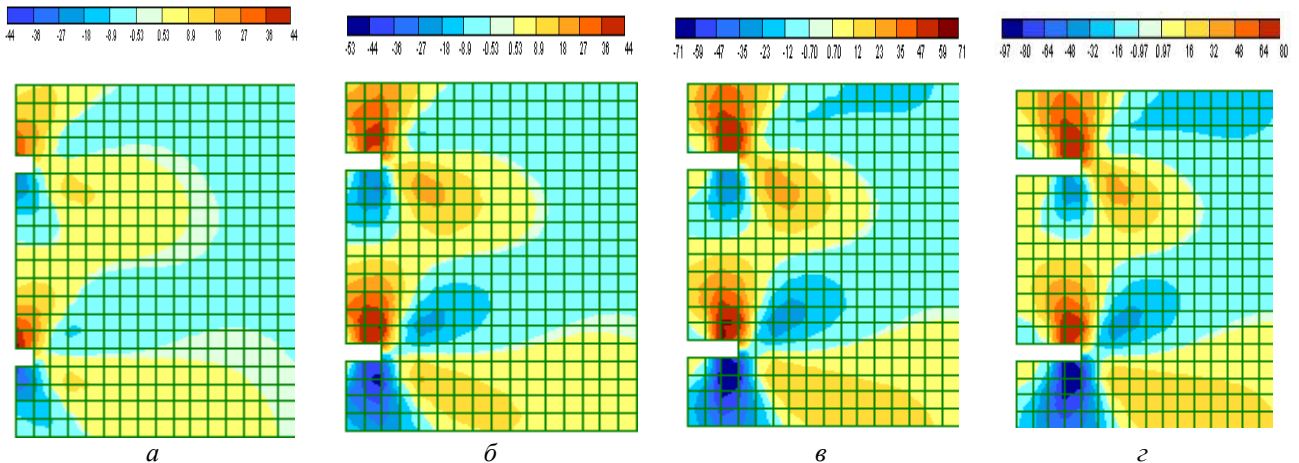


Рис. 7. Поля напружень  $\tau_{xy}$  в ділянці моделі з пошкодженням: розмір пошкодження 5 мм (а), 10 мм (б), 15 мм (в), 20 мм (г) для бетону класу C20/25 під напругою в бетоні  $\sigma = 0,4 f_{cd}$  [кН/м<sup>2</sup>]

**Результати й обговорення.** На рисунках 2–7 показані поля напружень  $N_x$ ,  $N_y$  і  $\tau_{xy}$  (відповідно) в локальній області елемента конструкції із структурними

пошкодженнями. Окремі результати наведено для розрахунків залежно від зміни навантажень та зміни розмірів дефектів.

Очевидно, що поля напружень стиску у всіх випадках схожі. Різні значення напруги зумовлені мінливістю навантажень, ФМХ бетону та розмірами дефектів. Наявність проектних розрахунків забезпечує їх порівняння з результатами НМК. Таке

порівняння дозволяє виявити структурні дефекти, що утворилися в період будівництва та/або експлуатації [19] та використовувати для оцінювання технічного стану будівельного елемента схему, що наведена на рисунку 8.

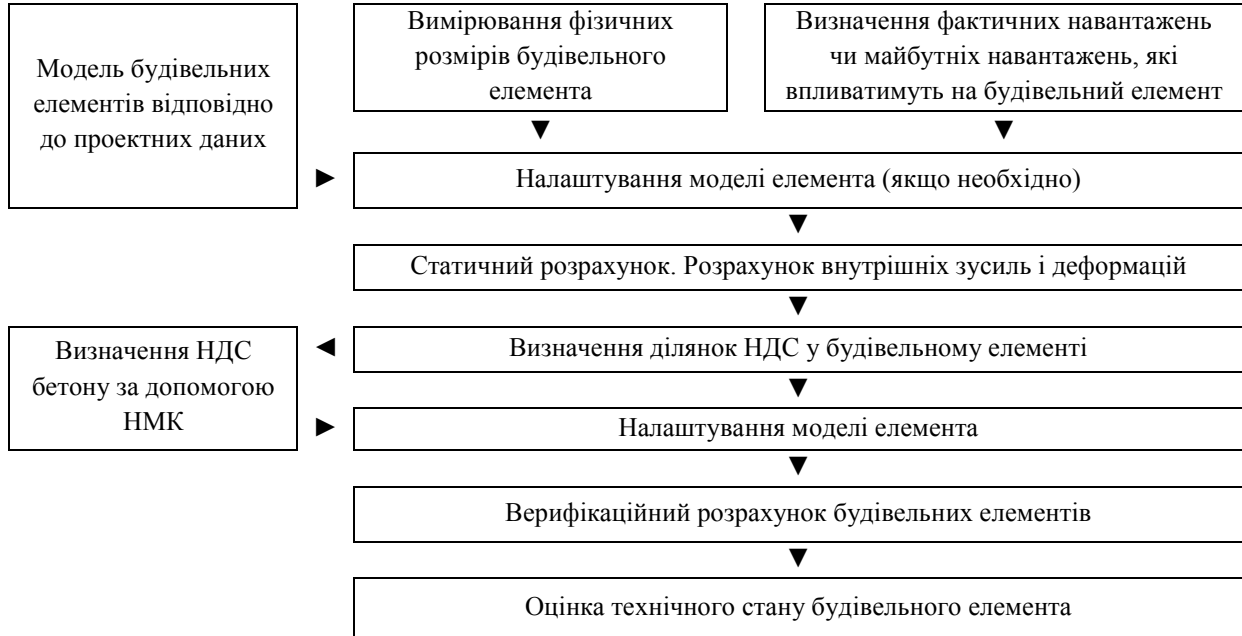


Рис. 8. Порядок оцінювання технічного стану будівельного елемента

**Висновки.** Аналіз результатів проведеного дослідження показує, що:

- на зміну напруги в ділянці, що примикає до дефектів конструкції, впливає розмір цієї площі, рівень НДС у конструктивному елементі та співвідношення між розмірами сусідніх

елементів конструкції;

- на поверхні конструктивного елемента можуть з'являтися нульові зони напруги;
- необхідно враховувати рівень НДС під час оцінювання ФМХ бетону за допомогою НМК в зоні, на яку впливають наявні дефекти конструкції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження та впливи. Норми проектування [Чинні від 2007-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. 78 с. (Державні будівельні норми України).
2. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення [На заміну СніП 2.03.01-84\*; чинні від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 75 с. (Державні будівельні норми України.).
3. ДСТУ Б В.2.7-217:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона [Уведено вперше (зі скасуванням ГОСТ 24452-80); чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 16 с. (Національний стандарт України).
4. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю [Уведено вперше (зі скасуванням ГОСТ 22690-88); чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 20 с. (Національний стандарт України).
5. ДСТУ Б В.2.7-223:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій. [Уведено вперше (зі скасуванням ГОСТ 22690-88); чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 12 с. (Національний стандарт України).
6. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Правила контролю міцності [Уведено вперше (зі скасуванням ГОСТ 18105-86); чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 23 с. (Національний стандарт України).



7. ДСТУ Б В.2.7-226:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Ультразвуковий метод визначення міцності [Уведено вперше (зі скасуванням ГОСТ 17624-87); чинний від 2010-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 27 с. (Національний стандарт України).
8. Kolokhov V., Sopilniak A., Gasii G., Kolokhov O. Structure materialphysic-mechanical characteristics accuracy determination while changing the level of stresses in the structure. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018. Vol. 7, № 4.8. Pp. 74–78.
9. Колохов В. В., Кожанов Ю. О., Зезюков Д. М. Вплив рівня напруги на швидкість розповсюдження ультразвукових коливань у бетоні конструкцій. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 1. С. 49–57.
10. Колохов В. В., Колохов О. В. Зміна часу поширення ультразвукових коливань у бетоні за зміни умов проведення вимірювань. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 2. С. 95–104.
11. Колохов В. В., Колохов О. В. Деякі аспекти вимірювання часу поширення ультразвукових коливань у бетоні. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2019. № 3. С. 58–65.
12. Shishkin A., Netesa N., Scherba V. Effect of the iron-containing filler on the strength of concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 5/6, № 89. 2017. Pp. 11–16.
13. Mori K., Spagnoli A., Murakami Y., Kondo G., Torigoe I. A new non-contacting non-destructive testing method for defect detection in concrete. *NDT and E International*. Vol. 35, № 6. 2002. Pp. 399–406. URL: [https://doi.org/10.1016/S0963-8695\(02\)00009-9](https://doi.org/10.1016/S0963-8695(02)00009-9).
14. Schabowicz K. Ultrasonic tomography – The latest nondestructive technique for testing concrete members – Description, test methodology, application example. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Vol. 14, № 2. 2014. Pp. 295–303. URL: <https://doi.org/10.1016/j.acme.2013.10.006>.
15. Luong M. P. Nondestructive analysis of micro cracking in concrete : proceedings of the International Conference on Nondestructive Testing of Concrete in the Infrastructure, Dearborn, 9–11 June 1993. Michigan (United States), Dearborn, 1993. Pp. 199–217.
16. Weil G. J., Rowe T. J. Nondestructive testing and repair of the concrete roof shell at the Seattle Kingdome. *NDT and E International*. Vol. 31, № 6. 1998. Pp. 389–400. URL: [https://doi.org/10.1016/S0963-8695\(98\)00038-3](https://doi.org/10.1016/S0963-8695(98)00038-3).
17. Lacidogna G., Manuella A., Niccolini G., Accornero F., Carpinteri A. Acoustic emission wireless monitoring of structures. Acoustic emission and related non-destructive evaluation techniques in the fracture mechanics of concrete : fundamentals and applications. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2015. Pp. 15–40. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-327-0.00002-7>.
18. Aggelis D. G., Mpalaskas A. C. and Matikas T. E. Acoustic monitoring for the evaluation of concrete structures and materials. Acoustic emission and related non-destructive evaluation techniques in the fracture mechanics of concrete: fundamentals and applications. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2015. Pp. 269–286. URL: <https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-327-0.00013-1>.
19. Колохов В. В. Формализация процедуры определения физико-механических свойств бетона и её аппаратное обеспечение. *Строительство, материаловедение, машиностроение*. Вып. 69. 2013. С. 231–236.

## REFERENCES

1. DBN V.1.2-2: 2006. *Sistema zabezpechenya nadijnosti ta bezpeki budivel'nih ob'ektiv. Navantazhennya ta vplivi. Normi proektuvannya* [The system to ensure the reliability and safety of construction sites. Loads and Impacts. Design Standards]. [Valid from 2007-01-01]. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2006, 78 p. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
2. DBN V.2.6-98: 2009. *Konstrukcii budinkiv i sporud. Betonni ta zalizobetonni konstrukcii. Osnovni polozhennya* [Structures of buildings and modules. Concrete and reinforced concrete constructions. Main provisions]. [Instead of CN&R 2.03.01-84\*; valid from 2011-06-01]. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2009, 75 p. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
3. DSTU B V.2.7-217: 2009. *Budivel'ni materialy. Betonni. Metodi viznachennya prizmovoï micnosti, modulya pruzhnosti i koeficienta Puassona* [Building materials. Concrete Methods of determination. prism strength, modulus of elasticity and Poisson's coefficient]. Official edition. [Valid from 2010-09-01]. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2010, 16 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).
4. DSTU B V.2.7-220: 2009. *Budivel'ni materialy. Betonni. Viznachennya micnosti mehanichnimi metodami nerujnivnogo kontrolyu* [Building materials. Concrete Determination of durability by mechanical methods of non-destructive testing]. Official edition. [Valid from 2010-09-01]. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2010, 20 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).
5. DSTU B V.2.7-223: 2009. *Budivel'ni materialy. Betonni. Metodi viznachennya micnosti za zrazkami, vidibranimi z konstrukcij* [Building materials. Concrete methods for determining the strength of samples taken from constructions]. Official edition. [Valid from 2010-09-01]. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2010, 12 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).

6. DSTU B V.2.7-224: 2009. *Budivel'ni materialy. Betoni. Pravila kontrolyu micnosti* [Building materials. Concrete rules of strength control]. [Valid from 2010-09-01]. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2010, 23 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).
7. DSTU B V.2.7-226: 2009. *Budivel'ni materialy. Betoni. Ultrazvukoviy metod viznachennya micnosti* [Building materials. Concrete Ultrasonic method for determining strength]. [Valid from 2010-09-01]. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2010, 27 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).
8. Kolokhov V., Sopilniak A., Gasii G. and Kolokhov O. Structure materialphysic-mechanical characteristics accuracy determination while changing the level of stresses in the structure. *International Journal of Engineering & Technology*. 2018, vol. 7, no. 4.8, pp. 74–78.
9. Kolokhov V.V, Kozhanov Yu.O. and Zeziukov D.M. *Vpliv rivnya naprugi na shvidkist' rozpovsyudzhennya ul'trazvukovih kolivan' u betoni konstrukcij* [Influence of stress level in concrete constructions at ultrasound speed]. *Visnyk Prydniprovsk'koyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2019, no. 1, pp. 49–57. (in Ukrainian).
10. Kolokhov V.V. and Kolokhov O.V. *Zmina chasu poshyrennya ul'trazvukovykh kolyvan' u betoni za zminy umov provedennya vymiryuvan'* [Changing the time of ultrasonic oscillation propagation in concrete for changing conditions of measurement]. *Visnyk Prydniprovsk'koyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2019, no. 2, pp. 92–101. (in Ukrainian).
11. Kolokhov V.V. and Kolokhov O.V. *Deyaki aspekty vimiryuvannya chasu poshyrennya ul'trazvukovykh kolivan' u betoni* [Some aspects of measuring the time of propagation of ultrasonic vibrations in concrete]. *Visnyk Prydniprovsk'koyi derzhavnoyi akademiyi budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2019, no. 3, pp. 58–65. (in Ukrainian).
12. Shishkin A., Netesa N., and Scherba V. Effect of the iron-containing filler on the strength of concrete. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 5/6, no. 89, 2017, pp. 11–16.
13. Mori K., Spagnoli A., Murakami Y., Kondo G. and Torigoe I. A new non-contacting non-destructive testing method for defect detection in concrete. *NDT and E International*. Vol. 35, no. 6, 2002, pp. 399–406.
14. Schabowicz K. Ultrasonic tomography – The latest nondestructive technique for testing concrete members – Description, test methodology, application example. *Archives of Civil and Mechanical Engineering*. Vol. 14, no. 2, 2014, pp. 295–303.
15. Luong M.P. Nondestructive analysis of micro cracking in concrete. *Proceedings of the International Conference on Nondestructive Testing of Concrete in the Infrastructure*, Dearborn, 9–11 June 1993. Dearborn, Michigan (United States), Dearborn, 1993, pp. 199–217.
16. Weil G.J. and Rowe T.J. Nondestructive testing and repair of the concrete roof shell at the Seattle Kingdome. *NDT and E International*. Vol. 31, no. 6, 1998, pp. 389–400.
17. Lacidogna G., Manuello A., Niccolini G., Accornero F. and Carpinteri A. Acoustic emission wireless monitoring of structures. Acoustic emission and related non-destructive evaluation techniques in the fracture mechanics of concrete: fundamentals and applications. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2015, pp. 15–40.
18. Aggelis D.G., Mpalaskas A.C. and Matikas T.E. Acoustic monitoring for the evaluation of concrete structures and materials. Acoustic emission and related non-destructive evaluation techniques in the fracture mechanics of concrete : fundamentals and applications. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2015, pp. 269–286.
19. Kolokhov V.V. *Formalizaciya procedury opredeleniya fiziko-mehanicheskikh svoystv betona i ee apparaturnoe obespechenie* [Formalization of the procedure for determining the physicommechanical properties of concrete and its hardware]. *Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, Materials Science, Engineering]. Vol. 69, 2013, pp. 231–236. (in Russian).

Надійшла до редакції: 05.02.2020.

УДК 69.032.22:658.512.4

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.67.612

## СИСТЕМАТИЗАЦІЯ СВІТОВОГО ДОСВІДУ ВИСОТНОГО БУДІВНИЦТВА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У РОЗРОБЛЕННІ БУДІВЕЛЬНИХ ПРОЄКТІВ В УМОВАХ ВІТЧИЗНЯНОГО ДЕВЕЛОПМЕНТУ

КРАВЧУНОВСЬКА Т. С.<sup>1\*</sup>, *д. т. н., проф.*,  
ЗАЯЦЬ Є. І.<sup>2</sup>, *д. т. н., доц.*,  
КОСОЛАПОВ А. Ф.<sup>3</sup>, *к. т. н., доц.*,  
ЄПІФАНЦЕВА С. В.<sup>4</sup>, *здоб.*

<sup>1\*</sup> Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [kts789d@gmail.com](mailto:kts789d@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

<sup>2</sup> Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [zei83dici@gmail.com](mailto:zei83dici@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

<sup>3</sup> Кафедра будівництва, геотехніки і геомеханіки, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», пр. Дмитра Яворницького, 19, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 373-07-69, e-mail: [sgm@sgm.org.ua](mailto:sgm@sgm.org.ua), ORCID ID: 0000-0001-8931-0352

<sup>4</sup> Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [pov@pgasa.dp.ua](mailto:pov@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-9296-8745

**Анотація. Постановка проблеми.** Особливості висотного будівництва полягають у забезпеченні зростання показників енерго- та ресурсозбереження висотних будівель, скорочення тривалості спорудження висотних будівель і зменшення вартості готової будівельної продукції, зниження експлуатаційних витрат, упровадження будівельних технологій, які забезпечать біосферосумісність висотних об'єктів. **Мета статті** – аналіз зарубіжного досвіду висотного будівництва та обґрунтування доцільності його застосування для української практики висотного будівництва у розробленні будівельних проєктів в умовах вітчизняного девелопменту. **Висновок.** Зважаючи на те, що в Україні котеджне будівництво перебуває у стадії становлення, а більшість населення ще не готова жити цілорічно за містом, тим більше, що вартість земельних ділянок там надто висока, для української практики висотного будівництва найбільш цінним бачиться досвід європейських країн, а саме: послідовна концентрація сил на дуже обмеженій кількості ділянок; підпорядкування проєктування забудови принципам інтегрованого урбанізму з комплексністю забудови та розміщенням транспортних мереж у декількох рівнях; забезпечення комплексності забудови шляхом поєднання об'єктів різного функціонального призначення в будівлях, об'ємно-планувальне рішення яких найбільш гармонійно відповідає їх функції; поєднання в забудові широкої номенклатури будівель (офіси, готелі, громадське обслуговування, навчально-виховні установи, торгівля, розваги і спорт) з метою створення великої кількості робочих місць для більшої частини населення комплексу та його повноцінного обслуговування. В найближчій перспективі слід очікувати саме такої спрямованості розвитку висотного будівництва в Україні.

**Ключові слова:** висотна будівля; висотне будівництво; девелопмент; біосферосумісність; енергоефективність

## СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МИРОВОГО ОПЫТА ВЫСОТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ДЕВЕЛОПМЕНТА

КРАВЧУНОВСКАЯ Т. С.<sup>1\*</sup>, *д. т. н., проф.*,  
ЗАЯЦ Е. И.<sup>2</sup>, *д. т. н., доц.*,  
КОСОЛАПОВ А. Ф.<sup>3</sup>, *к. т. н., доц.*,  
ЕПИФАНЦЕВА С. В.<sup>4</sup>, *соиск.*

<sup>1\*</sup> Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-92, e-mail: [kts789d@gmail.com](mailto:kts789d@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

<sup>2</sup> Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [zei83dici@gmail.com](mailto:zei83dici@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

<sup>3</sup> Кафедра строительства, геотехники и геомеханики, Национальный технический университет «Дніпровская политехника», пр. Дмитрия Яворницкого, 19, 49005, Дніпро, Украина, тел. +38 (056) 373-07-69, e-mail: [sgm@sgm.org.ua](mailto:sgm@sgm.org.ua), ORCID ID: 0000-0001-8931-0352

<sup>4\*</sup> Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [pov@pgasa.dp.ua](mailto:pov@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-9296-8745

**Аннотация. Постановка проблемы.** Особенности высотного строительства является обеспечение роста показателей энерго- и ресурсосбережения высотных зданий, сокращение продолжительности строительства высотных зданий и уменьшение стоимости готовой строительной продукции, снижение эксплуатационных затрат, внедрение строительных технологий, которые обеспечат биосферосовместимость высотных объектов. **Цель статьи** – анализ зарубежного опыта высотного строительства и обоснование целесообразности его применения для украинской практики высотного строительства при разработке строительных проектов в условиях отечественного девелопмента. **Вывод.** Несмотря на то, что в Украине коттеджное строительство находится в стадии становления, а большинство населения еще не готово жить круглый год за городом, тем более, что стоимость земельных участков за городом достаточно высока, для украинской практики высотного строительства наиболее ценным является опыт европейских стран, а именно: последовательная концентрация сил на очень ограниченном количестве участков; подчинение проектирования застройки принципам интегрированного урбанизма с комплексностью застройки и размещением транспортных сетей в нескольких уровнях; обеспечение комплексности застройки за счет сочетания объектов различного функционального назначения в зданиях, объемно-планировочные решения которых наиболее гармонично соответствуют их функции; сочетание в застройке широкой номенклатуры зданий (офисы, гостиницы, общественное обслуживание, учебно-воспитательные учреждения, торговля, развлечения и спорт) в целях создания большого количества рабочих мест для большей части населения комплекса и его полноценного обслуживания. В ближайшей перспективе следует ожидать именно такой направленности развития высотного строительства в Украине.

**Ключевые слова:** *высотное здание; высотное строительство; девелопмент; биосферосовместимость; энергоэффективность*

## SYSTEMATIZATION OF WORLD EXPERIENCE OF HIGH-RISE CONSTRUCTION AND SUBSTANTIATION OF EXPEDIENCY OF ITS APPLICATION UNDER THE CONDITIONS OF UKRAINIAN BUILDING DESIGN DEVELOPMENT

KRAVCHUNOVSKA T.S.<sup>1\*</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,  
ZAIATS Ye.I.<sup>2</sup>, *Dr. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
KOSOLAPOV A. F.<sup>3</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
YEPIFANTSEVA S.V.<sup>4</sup>, *External Cand.*

<sup>1</sup> Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [kts789d@gmail.com](mailto:kts789d@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

<sup>2</sup> Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [zei83dici@gmail.com](mailto:zei83dici@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

<sup>3</sup> Department of Civil Engineering, Geotechnics and Geomechanics, National Technical University “Dnipro University of Technology”, 19, Dmytra Yavornytskoho Av., 49005, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 373-07-69, e-mail: [sgm@sgm.org.ua](mailto:sgm@sgm.org.ua), ORCID ID: 0000-0001-8931-0352

<sup>4\*</sup> Department of Planning and Organization of Production, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-66, e-mail: [pov@pgasa.dp.ua](mailto:pov@pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-9296-8745

**Abstract. Problem statement.** Features of high-rise construction are to ensure the growth of energy and resource-saving indicators of high-rise buildings, to reduce the duration of construction of high-rise buildings and reduce the cost

of finished construction products, to reduce operating costs, to introduce construction technologies that will ensure biosphere compatibility of high-rise buildings. **Purpose of the article.** Analysis of the foreign experience of high-rise construction and justification of the appropriateness of its application for the Ukrainian practice of high-rise construction in the development of construction designs in the conditions of domestic development. **Conclusion.** Despite the fact that in Ukraine cottage construction is in its infancy, and the majority of the population is not yet ready to live all year round in the country, especially since the cost of land in the country is quite high, the experience of European countries is most valuable for the Ukrainian practice of high-rise construction, namely: a consistent concentration of forces in a very limited number of sections; submission of building design to the principles of integrated urbanism with the complexity of development and the location of transport networks at several levels; ensuring the complexity of development by combining objects of various functional purposes in buildings, the space-planning decisions of which most harmoniously correspond to their functions; a combination in the development of a wide range of buildings (offices, hotels, public services, educational institutions, trade, entertainment and sports) in order to create a large number of jobs for the majority of the population of the complex and its full service. In the short term, one should expect just such an orientation in the development of high-rise construction in Ukraine.

**Keywords:** *high-rise building; high-rise construction; development; biosphere compatibility; energy efficiency*

**Постановка проблеми.** Міста повинні постійно змінюватись, пристосовуючись до еволюціонуючих потреб населення. У проектуванні та спорудженні висотних будівель на ділянках в історичному середовищі міст потрібно зважати на те, що існуюча міська інфраструктура і простір формувалися без урахування можливості створення будівлі великої функціональної ємності. Неякісне виконання спеціалістами та забудовниками аналізу можливостей ділянки може спричинити перевантаження території та порушення сталої роботи міської інфраструктури, що вплине на життєдіяльність мешканців міста [15; 16; 20].

Тому спорудженню висотних будівель повинен передувати комплексний аналіз міських територій з виявленням можливих місць розташування таких будівель та визначенням можливості їх концентрації. Виявлені території повинні пройти спеціальну підготовку з адаптацією під потреби висотного будівництва [32–36].

**Аналіз публікацій.** Аналіз містобудівного розвитку міст України, особливо дуже великих, таких як Київ, Дніпро, Харків, Одеса, Запоріжжя, Львів [9–13; 22], дозволяє стверджувати про наявність диспропорцій їх розвитку, погіршення умов життєдіяльності, транспортного та соціального обслуговування населення. Разом із тим слід зазначити, що сучасні міста майже не мають можливостей територіального розширення. Крім того, розширення меж міст

потребуватиме значних витрат на підготовку території до будівництва.

Активне зростання чисельності міського населення (в тому числі через економічні можливості, що пропонуються в містах) викликало дефіцит земельних ділянок для будівництва об'єктів житлово-цивільного призначення. При цьому питання забезпечення населення житлом, яке характеризується високими споживчими та експлуатаційними якість з високим рівнем благоустрою, постає дуже гостро.

На сьогодні у зв'язку з дефіцитом різних видів ресурсів актуальності набуває завдання вдосконалення існуючих та створення нових моделей компактного міста [4; 18], які передбачають стримування територіального розростання міста для зменшення навантажень та витрат на інженерно-транспортну інфраструктуру, пріоритет внутрішнього розвитку та облаштування міста, раціональне використання вільних міських земельних ресурсів, модернізацію застарілого житлового фонду, оновлення деградованих промислово-складських та інших територій [2; 18].

Такий тип розвитку, з акцентом на високотехнологічні, малоресурсоемні, екофільні види діяльності, забезпечить не лише створення престижних і високооплачуваних робочих місць, підвищення мотивації до якісної освіти і праці, досягнення раціональної структури зайнятості та зарплати працівників, а й підвищення інноваційної привабливості міст

та доходів міських бюджетів для виконання соціальних та інфраструктурних програм, поліпшення екологічної ситуації [13].

На цьому тлі для вирішення проблем забезпечення населення житлом, підвищення якості житлових умов, створення нових робочих місць, збалансованості розселення та зайнятості доцільною виглядає альтернатива споруджувати у містах висотні будівлі із різним функціональним наповненням, використовуючи існуючу інфраструктуру і не порушуючи природного середовища та ландшафтних зон.

При цьому має бути забезпечене зростання показників енерго- та ресурсозбереження висотних будівель, скорочення тривалості спорудження висотних будівель та зменшення вартості

готової будівельної продукції, зниження експлуатаційних витрат, упровадження будівельних технологій, які забезпечать біосферосумісність висотних об'єктів [26; 27; 31].

**Мета статті** – аналіз зарубіжного досвіду висотного будівництва та обґрунтування доцільності його застосування для української практики висотного будівництва у розробленні будівельних проектів в умовах вітчизняного девелопменту.

**Результати досліджень.** В Україні, згідно з [1], висотною є будівля з умовною висотою від 73,5 м.

Перелік найвищих існуючих висотних будівель України, з розподілом за територіальною ознакою та роками побудови, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Найвищі будівлі України [30]

№ з/п	Назва будівлі	Висота будівлі, м	Кількість поверхів	Роки спорудження	Місце-знаходження
1	ЖК на Кловському узвозі, 7	168	48	2008–2013	Київ
2	ЖК «Jack House»	152,5	39	2012–2018	Київ
3	БФК «Gulliver»	148,1	35	2003–2013	Київ
4	БЦ «Парус»	133,1	33	2004–2007	Київ
5	ЖК «Корона»	128	38	2004–2007	Київ
6	ЖК «Корона № 2»	128	38	2006–2008	Київ
7	Будинок Апеляційного суду	127	27	1978–2006	Київ
8	ЖК «Башти»	123	30	1999–2005	Дніпро
9	Будинок МТУ	120	28	1974–1986	Київ
10	101 Tower	116,1	27	2009–2012	Київ

Одне з найважливіших питань висотного будівництва – місце розташування таких об'єктів, адже головне завдання при цьому полягає у збереженні своєрідної історичної забудови та унікального ландшафту, які відзначають конкретні міста та є їх візитівкою.

Оскільки Україна почала споруджувати висотні будівлі відносно нещодавно, доцільним видається застосування світового

досвіду щодо вирішення основних проблем висотного будівництва під час розроблення і реалізації будівельних проектів в умовах вітчизняного девелопменту.

Для класифікації висотних будівель був прийнятий критерій висоти, а не поверховості, оскільки висота поверху може бути різною залежно від функціонального призначення об'єкта (готелі, офіси, житло тощо). Частіше за все висотна будівля являє

собою багатофункціональний комплекс, в якому, крім основних приміщень, розміщуються автомобільні паркінги, супермаркети, кінотеатри тощо.

Загальні відомості про найвищі будівлі міст України наведені на рисунку 1 [5–8].

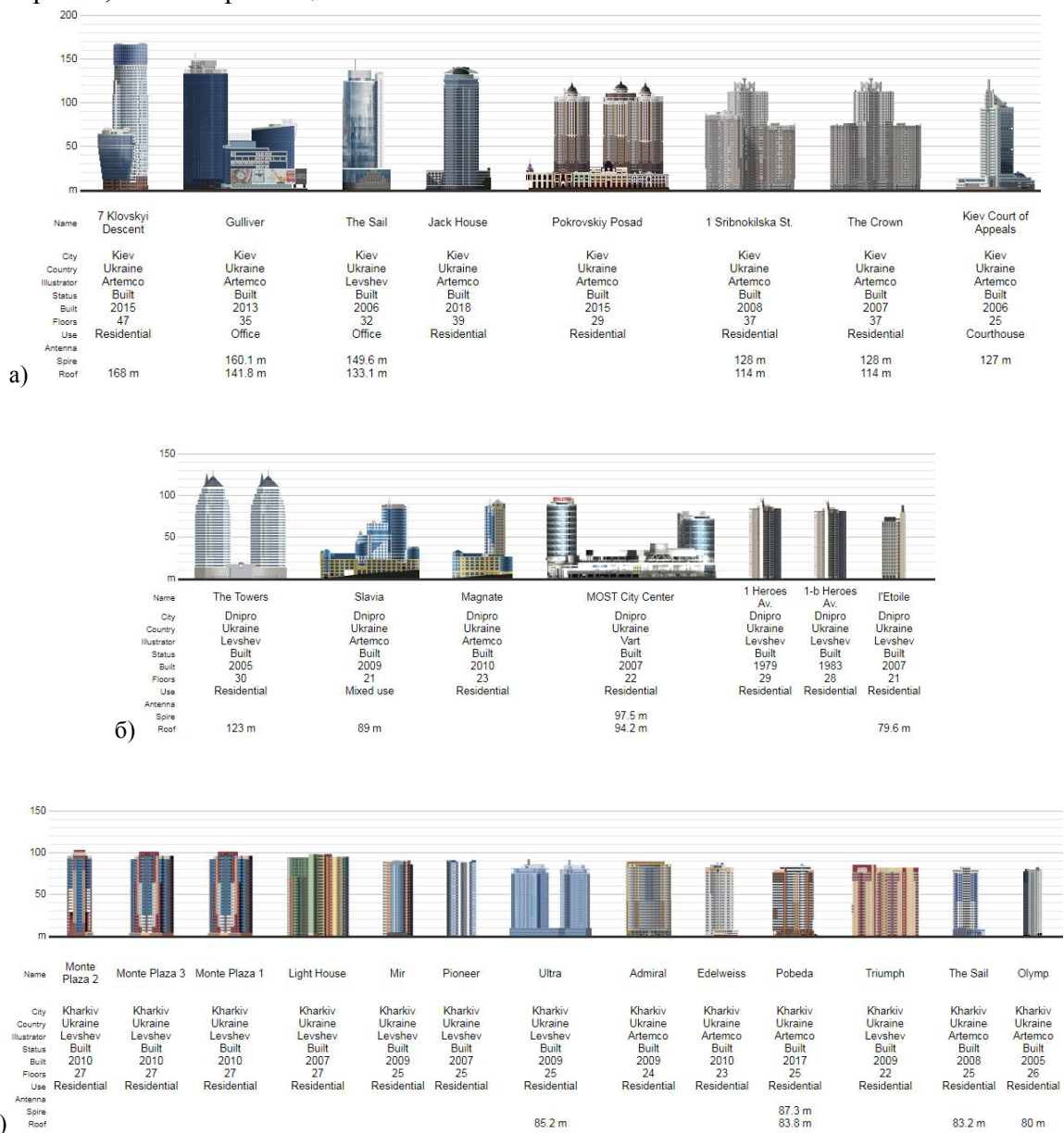


Рис. 1. Висотні будівлі України: а – в м. Київ [6]; б – в м. Дніпро [5]; в – в м. Харків [8]

До середини 1990-х років ранжування висотних будівель і споруд засновувалось на конструктивній висоті будівлі, тобто висоті від рівня тротуару біля головного входу до поверху конструктивних елементів будівлі – башти або шпилью, але не антени, мачти чи флагштоку. В 1996 році, коли завершувалось будівництво башт-близнюків Петронас, Рада з висотних будівель і міського середовища (СТВУН) розширила

систему класифікації шляхом додавання трьох додаткових категорій: рівня верху шпилья / антени (тобто найвищої точки всієї споруди), рівня даху та рівня останнього зайнятого (доступного) поверху. В 2009 році висоту до даху було відмінено, адже у сучасних висотних будівель рідко буває плоский дах. Крім того, зникло поняття «головний вхід» [19; 29].

Поява висотного будівництва пов'язана з періодом зародження висотної будівлі як нової проектно-архітектурної одиниці так званої «чиказької школи» та наступного її розвитку в нью-йоркській практиці.

При цьому сформувалися прийоми групового розміщення висотних будівель та переважно монофункціональне призначення з формуванням ділового центру міста [19]. Пізніше у висотному будівництві з'явилися принципи екологічності та інформаційності.

За тривалий час у США накопичився значний досвід; розроблено нормативи, дотримання яких суворо контролюється; проектно-будівельні організації, яким дозволено проектувати та споруджувати такі будівлі, мають спеціальні ліцензії.

Кількість висотних будівель, споруджених у США, з 1960 р. до цього часу показано на рисунку 2.

В Європі та Китаї для будівництва висотних будівель спочатку залучались американські фірми, і лише після багаторічного співробітництва з ними, ретельного вивчення нормативної бази починали проектувати і будувати власними силами.

У країнах Європи висотне житлове будівництво не надто популярне, адже люди віддають перевагу котеджам за межами центру міста.

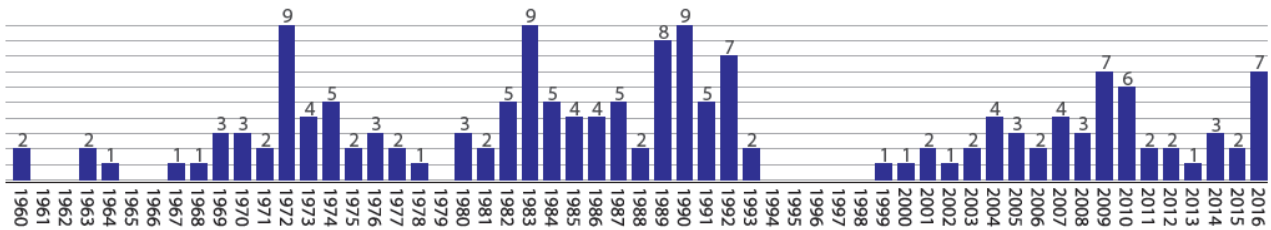


Рис. 2. Спорудження будівель висотою понад 200 м у США за роками побудови [29]

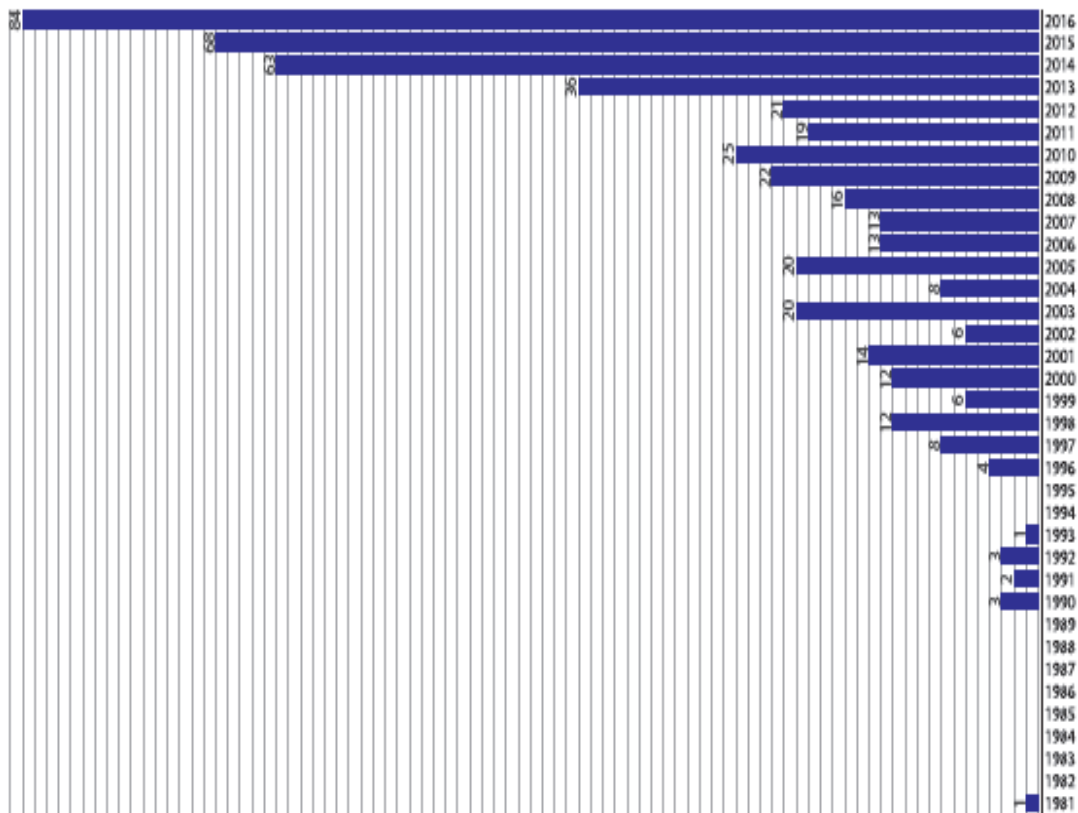


Рис. 3. Спорудження будівель висотою понад 200 м у Китаї за роками побудови [29]





Рис. 4. Розміщення висотних будівель у світі [25]

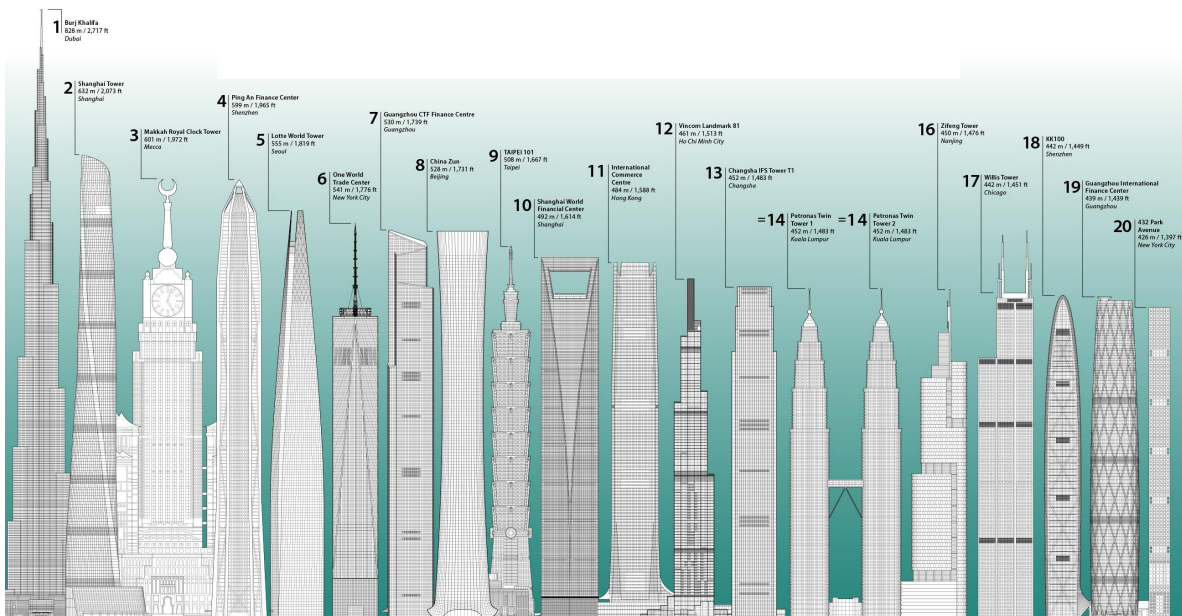


Рис. 5. 20 найвищих будівель світу [29]

Висотні будівлі в історичних центрах європейських міст – це скоріше данина сучасним архітектурним тенденціям. Висотні об’єкти часто дисонують з історичною забудовою, тому до їх проектування підходять обережно. Європейські висотні будівлі – це, як правило, офіси та готелі, а житло в них найчастіше належить до преміум-класу. Звідси позитивне ставлення до висотних будівель, які є архітектурними домінантами. Вони не лише формують силует міста, а й допомагають орієнтуватися у ньому. Крім

того, такі доміанти підкреслюють навколишню історичну забудову.

При цьому, наприклад, в Амстердамі, Мадриді та Барселоні висотні будівлі можна зводити лише поза історичним центром.

У Німеччині кожне місто самостійно визначає граничну висоту забудови. Наприклад, у Мюнхені, щоб зберегти історичну панораму міста, ввели обмеження – 100 м. Зовсім протилежна ситуація у Франкфурті-на-Майні, де сконцентрована найбільша кількість висотних будівель у країні. Більша частина міста була зруйнована під час Другої світової війни.

Новий Франкфурт почав розвиватися за північно-американським сценарієм, коли центр міста забудовується висотними спорудами. Найбільш популярні будівлі міста вражають своїми розмірами. Це, наприклад, Комерцбанк, висота якого становить 259 м, будівля Європейського центрального банку та вежі-близнюки Дойче-банк [28].

Спорудження висотних будівель житлового призначення на сьогодні притаманне переважно країнам, які розвиваються. Основні ініціатори такого будівництва – Китай, Тайвань, Ізраїль, Об'єднані Арабські Емірати, інші країни Близького та Далекого Сходу.

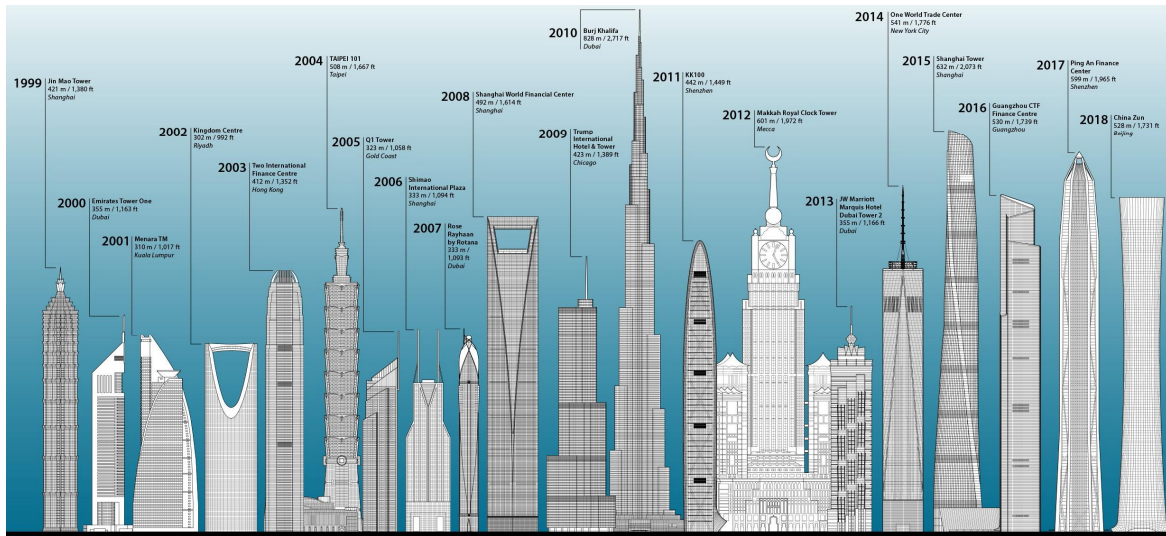


Рис. 7. Найвищі будівлі року [29]

У Китаї в таких мегаполісах як Шанхай, Пекін, Харбін, наголос зроблений на спорудження висотних будівель із монолітного залізобетону, оскільки в ряді регіонів Китаю сейсмічність може досягати 8–9 балів, а за таких умов каркас із

монолітного залізобетону поводиться прогнозовано і забезпечує стійкість будівель за несприятливих сейсмічних впливів. Незважаючи на світову економічну кризу, процес появи нових висотних будівель у Китаї не зменшує обертів (рис. 3).

Таблиця 2

Найвищі будівлі світу, введені в експлуатацію [29]

№ з/п	Назва будівлі	Місце розташування	Висота, м	Кількість поверхів	Рік введення в експлуатацію	Матеріал конструкцій	Функціональне призначення
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Burj Khalifa	Дубай (ОАЕ)	828	163	2010	сталь / бетон	офіс / житло / готель
2	Shanghai Tower	Шанхай (Китай)	632	128	2015	композит	готель / офіс
3	Makkah Royal Clock Tower	Мекка (Саудівська Аравія)	601	120	2012	сталь / бетон	готель / інше
4	Ping An Finance Center	Шеньчжень (Китай)	599,1	115	2017	композит	офіс

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8
5	Lotte World Tower	Сеул (Південна Корея)	554,5	123	2017	композит	готель / житло / офіс / роздрібна торгівля
6	One World Trade Center	Нью-Йорк (США)	541,3	94	2014	композит	офіс
7	Guangzhou CTF Finance Centre	Гуанчжоу (Китай)	530	111	2016	композит	готель / житло / офіс
8	China Zun	Пекін (Китай)	527,7	109	2018	композит	офіс
9	TAIPEI 101	Тайбей (Тайвань)	508	101	2004	композит	офіс
10	Shanghai World Financial Center	Шанхай (Китай)	492	101	2008	композит	готель / офіс
11	International Commerce Center	Гонконг (Китай)	484	108	2010	композит	готель / офіс
12	Vincom Landmark 81	Хошимін (В'єтнам)	461,3	81	2018	композит	готель / житло
13	Changsha IFS Tower T1	Чанша (Китай)	452,1	94	2018	композит	готель / офіс
14	Petronas Twin Tower 1	Куала-Лумпур (Малайзія)	451,9	88	1998	композит	офіс
15	Petronas Twin Tower 2	Куала-Лумпур (Малайзія)	451,9	88	1998	композит	офіс
16	Zifeng Tower	Нанкін (Китай)	450	66	2010	композит	готель / офіс
17	Willis Tower	Чикаго (США)	442,1	108	1974	сталь	офіс
18	KK100	Шеньчжень (Китай)	441,8	100	2011	композит	готель / офіс
19	Guangzhou International Finance Center	Гуанчжоу (Китай)	438,6	103	2010	композит	готель / офіс
20	432 Park Avenue	Нью-Йорк (США)	425,7	85	2015	бетон	житло
21	Marina 101	Дубай (ОАЕ)	425	101	2017	бетон	житло / готель

<i>Закінчення таблиці 2</i>							
22	Trump International Hotel & Tower	Чикаго (США)	423,2	98	2009	бетон	житло / готель
23	Jin Mao Tower	Шанхай (Китай)	420,5	88	1999	композит	готель / офіс
24	Princess Tower	Дубай (ОАЕ)	413,4	101	2012	сталь / бетон	житло
25	Al Hamra Tower	Ель-Кувейт (Кувейт)	412,6	80	2011	бетон	офіс

У цілому кількість висотних будівель у світі щорічно зростає. При цьому вони споруджуються на різних континентах (рис. 4).

Серед найвищих будівель у світі можна відзначити показані на рисунку 5.

Найвищі будівлі року за період 1999-2018 рр. представлені на рис. 6.

У таблиці 2 зведено відомості про найвищі будівлі світу, введені в експлуатацію. Загальні відомості про найвищі висотні будівлі житлового призначення наведені в таблиці 3. На сьогодні у світі понад 70 % висотних будівель завершені будівництвом і введені в експлуатацію, 10–20 % – перебувають на

стадії будівництва, 10–20 % – на стадії проектування [29].

Як свідчить світова практика, проектування висотної будівлі і розроблення технології її будівництва ведуться паралельно і невіддільно одне від одного. Будівництво починають лише після перевірки незалежними організаціями-експертами всієї проектної та технологічної документації. Дуже ретельно виконують фундаменти і підземну частину споруди. Зведення каркаса починають тільки після влаштування і контролю якості всього фундаменту, який являє собою поле з буронабивних паль, об'єднаних жорсткою фундаментною плитою [21].

*Таблиця 3*

**Найвищі будівлі світу житлового призначення [29]**

№ з/п	Назва будівлі	Місце розташування	Висота, м	Кількість поверхів	Рік уведення в експлуатацію	Матеріал конструкцій	Функціональне призначення
1	432 Park Avenue	Нью-Йорк (США)	425,7	85	2015	бетон	житло
2	Princess Tower	Дубай (ОАЕ)	413,4	101	2012	сталь / бетон	житло
3	23 Marina	Дубай (ОАЕ)	392,4	88	2012	бетон	житло
4	Burj Mohammed Bin Rashid	Абу-Дабі (ОАЕ)	381,2	88	2014	бетон	житло
5	Elite Residence	Дубай (ОАЕ)	380,5	87	2012	бетон	житло
6	The Torch	Дубай (ОАЕ)	352	86	2011	бетон	житло
7	DAMAC Heights	Дубай (ОАЕ)	335,1	88	2018	бетон	житло

<i>Закінчення таблиці 3</i>							
8	Q1 Tower	Голд-Кост (Австралія)	322,5	78	2005	бетон	житло
9	Blue Tower	Дубай (ОАЕ)	317,6	72	2010	бетон	житло
10	Magnolias Waterfront Residence Tower 1	Бангкок (Таїланд)	315	70	2018	бетон	житло
11	Ocean Heights	Дубай (ОАЕ)	310	83	2010	бетон	житло
12	Cayan Tower	Дубай (ОАЕ)	306,4	73	2013	бетон	житло
13	East Pacific Center Tower A	Шеньчжень (Китай)	306	85	2013	композит	житло
14	Etihad Towers T2	Абу-Дабі (ОАЕ)	305,3	80	2011	бетон	житло
15	Capital City Moscow Tower	Москва (Росія)	301,8	76	2010	бетон	житло
16	Doosan Haeundae We've the Zenith	Пусан (Південна Корея)	300	80	2011	бетон	житло
17	Eureka Tower	Мельбурн (Австралія)	297,3	91	2006	бетон	житло
18	Emirates Crown	Дубай (ОАЕ)	296	63	2008	бетон	житло
19	Haeundae I Park Marina Tower 2	Пусан (Південна Корея)	292,1	72	2011	композит	житло
20	Sulafa Tower	Дубай (ОАЕ)	288	76	2010	бетон	житло
21	Soochow International Plaza West Tower	Гучжоу (Китай)	288	50	2014	композит	житло
22	Millennium Tower	Дубай (ОАЕ)	285,1	59	2006	бетон	житло

Накопичений світовий досвід забудови сучасного мегаполісу свідчить, що, з урахуванням вартості земельної ділянки, найбільш виправдані з економічної точки зору будівлі висотою від 30 до 50 поверхів.

Будівлі більшої поверховості з'являються з міркувань архітектурно-містобудівної значущості, престижності чи значної ціни і нестачі вільних міських територій [3; 14; 17].

У працях Т. Г. Маклакової [19; 20] значну увагу приділено аналізу виразних засобів архітектурної композиції висотних будівель та їх комплексів з урахуванням суттєвого впливу на художній вигляд і силует забудови міст.

Автори [33] загалом схильні вважати висотні будівлі найбільш оптимальними з економічного та енергетичного поглядів структурами життєвого простору мегаполісів і виділяють низку інших позитивних рис, серед яких символічна та образна.

У дослідженнях Ken Yeang [36] головна увага сконцентрована на функціональних, планувальних та біологічних аспектах, питаннях самодостатності та біокліматичності висотних будівель; створенні так званих «зелених» висотних будівель. Його підхід полягає у проектуванні висотних будівель як об'єктів, що інтерактивно взаємодіють із довкіллям, економічні в будівництві та експлуатації, забезпечують високий рівень комфорту всередині будівлі, перш за все, завдяки застосуванню пасивних енергозберігальних методів.

У спорудженні висотних будівель особливій уваги заслуговує питання будівельної культури, адже від якості будівельно-монтажних робіт залежить подальша експлуатація об'єкта. Аналіз зарубіжного досвіду висотного будівництва свідчить, що їх спорудженням займаються фірми, які одержали не лише будівельну ліцензію, а й спеціальну ліцензію на спорудження саме висотних будинків.

Аналізуючи вітчизняний і зарубіжний досвід спорудження висотних будівель, можна зробити висновок, що висотне будівництво має як позитивні, так і негативні моменти.

До позитивних моментів можна віднести високу прибутковість висотного будівництва.

Ще один позитивний момент – це питання престижу бути власником квартири або приміщення у висотному будинку, адже спорудження таких об'єктів здійснюється із застосуванням високотехнологічних

процесів у проектуванні, будівництві та експлуатації.

Також до позитивних моментів можна віднести створення нових робочих місць. Висотний будинок передбачає автономність в експлуатації, а для цього потрібен кваліфікований персонал. А з огляду на той факт, що будівництво висотних житлових будинків ведеться з розміщенням на перших поверхах відповідної інфраструктури (салони краси, оздоровчі центри, магазини, кафе тощо), з упевненістю можна стверджувати, що їх спорудження допоможе вирішити не тільки житлову проблему, а й проблему зайнятості населення.

Не можна не звернути увагу на можливі негативні моменти.

Існують думки фахівців, що постійне перебування людини на великій висоті може призвести до суїцидальних настроїв, хоча на сьогодні відсутні вітчизняні наукові обґрунтування негативного впливу висотних будинків на людину. Не достатньо вивчений також вплив на здоров'я людини вібрації, створюваної роботою інженерних мереж висотного будинку.

Під час експлуатації висотних будинків власники й обслуга зіштовхуються з проблемою створення додаткових паркувальних місць, особливо в центрі міст, де спостерігається звантаженість автодоріг і автостоянок [23].

**Висновки.** Зважаючи на те, що в Україні котеджне будівництво перебуває у стадії становлення, а більшість населення ще не готова жити цілорічно за містом, тим більше, що вартість земельних ділянок там надто висока, для української практики висотного будівництва найбільш цінним постає досвід європейських країн, а саме:

– послідовна концентрація сил на дуже обмеженій кількості ділянок;

– підпорядкування проектування забудови принципам інтегрованого урбанізму з комплексністю забудови та розміщенням транспортних мереж у декількох рівнях;

– забезпечення комплексності забудови за рахунок поєднання об'єктів різного функціонального призначення в будівлях,



об'ємно-планувальне рішення яких найбільш гармонійно відповідає їх функції;

– поєднання в забудові широкої номенклатури будівель (офіси, готелі, громадське обслуговування, навчально-виховні установи, торгівля, розваги і спорт) з метою створення великої кількості робочих місць для більшої частини населення комплексу та його повноцінного обслуговування [24].

У найближчій перспективі слід очікувати саме такої спрямованості розвитку висотного будівництва в Україні.

Отже, висотне будівництво – це, безперечно, актуальний шлях розвитку сучасних великих міст. При цьому потрібно

зберегти той містобудівний спадок, що формує індивідуальний характер міста.

На основі виконаного аналізу можна зробити припущення про можливість підвищення ефективності управління процесом висотного будівництва шляхом удосконалення методу обґрунтування та вибору раціональних організаційно-технологічних рішень спорудження висотних будівель, спрямованих на ефективне використання ресурсів і зменшення вартості будівельної продукції завдяки врахуванню містобудівної цінності територій і комплексного впливу факторів енергоощадності та екологічності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення [чинні від 2020-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 53 с. (Державні будівельні норми України). URL : [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=84353](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=84353).
2. Большаков В. И., Кравчуновская Т. С., Броневицкий С. П. Планирование строительства доступного жилья в генеральных планах крупных городов (на примере г. Киева) : монография / под ред. В. И. Большакова. Днепропетровск : ПГАСА, 2015. 146 с.
3. Броневицкий А. П. Організаційно-технологічне обґрунтування тривалості висотного цивільного будівництва в умовах ущільненої міської забудови : дис. ... к-та техн. наук : 05.23.08. Київ, 2012. 172 с.
4. Броневицкий С. П. Методы управления строительным комплексом в Украине. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2015. № 4 (35), ч. 1. С. 40–42.
5. Висотні будівлі в м. Дніпро. SkyscraperPage : веб-сайт. URL : <https://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=1458>. (дата звернення: 01.01.2020).
6. Висотні будівлі в м. Київ. SkyscraperPage : веб-сайт. URL : <https://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=769>. (дата звернення: 01.01.2020).
7. Висотні будівлі в м. Одеса. SkyscraperPage : веб-сайт. URL : <https://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=1414>. (дата звернення: 01.01.2020).
8. Висотні будівлі в м. Харків. SkyscraperPage : веб-сайт. URL : <https://skyscraperpage.com/diagrams/?cityID=767>. (дата звернення: 01.01.2020).
9. Внесення змін до генерального плану розвитку міста Дніпропетровська : основні положення. Дніпровська міська рада : офіційний сайт. URL : <https://dniprorada.gov.ua/upload/editor/dnipropetrovsk-op-2015-2018.pdf>. (дата звернення: 01.01.2020).
10. Генеральний план міста Запоріжжя. Запорізька міська рада : офіційний сайт. URL : <https://zp.gov.ua/uk/page/generalnij-plan>. (дата звернення: 01.01.2020).
11. Генеральний план міста Одеса. АРХИМАС : веб-сайт. URL : [http://arhimas.com/genplan\\_odessa\\_zapiska\\_ukr/](http://arhimas.com/genplan_odessa_zapiska_ukr/). (дата звернення: 01.01.2020).
12. Генеральний план міста Харкова. URL : <https://uga.kharkov.ua/uk/public-information/genplan-mista-harkova.html>. (дата звернення: 01.01.2020).
13. Броневицкий С., Присяжнюк В., Дьомін М., Целовальник С., Куделін А., Нечаєва Т. Генеральний план м. Києва. Основні положення. Київ : КМДА, 2015. 134 с.
14. Гончаренко Д. Ф., Карпенко Ю. В., Меерсдорф Е. И. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий : монография. Киев : А+С, 2013. 128 с.
15. Григоровський П. Є. Методологічні основи формування організаційно-технологічних рішень інструментальних вимірювань при зведенні та експлуатації будівель і споруд : автореф. дис. ... д-ра. техн. наук : 05.23.08. Харків : ХНУБА, 2019. 38 с.
16. Заяць Є. І. Зведення висотних багатофункціональних комплексів : організаційно-технологічні аспекти : монографія. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2015. 208 с.
17. Заяць Є. І. Методологічні принципи обґрунтування організаційно-технологічних рішень зведення висотних багатофункціональних комплексів : дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08. Дніпропетровськ, 2015. 391 с.

18. Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П., Ковальов В. В., Данилова Т. В., Ткач Т. В. Планування розміщення і організація будівництва та реконструкції об'єктів доступного житла з урахуванням містоформуючих особливостей територій великих міст : монографія. Дніпро : Літограф, 2019. 228 с.
19. Маклакова Т. Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования : монография. Москва : АСВ, 2008. 160 с.
20. Маклакова Т. Г. Проблемы становления высотного строительства в России. URL : [http://antei.org/?page\\_id=555](http://antei.org/?page_id=555). (дата звернення: 01.01.2020).
21. Марковский М. Ф., Блещик Н. П. О выставке Республики Беларусь в Объединенных Арабских Эмиратах. *Строительная наука и техника*. 2008. № 6. С. 22–23.
22. Коригування генерального плану м. Львова. II стадія. Генеральний план. Т. 3. Основні положення. Львів : Мінрегіонбуд України, 2008. 32 с. URL : [https://city-adm.lviv.ua/lmr/images/stories/arhitect/123/01\\_genplan.pdf](https://city-adm.lviv.ua/lmr/images/stories/arhitect/123/01_genplan.pdf). (дата звернення: 01.01.2020).
23. Мельничук І. Висотне будівництво : тривалий експеримент. *Територія комфорту*. 2006. № 4 (17). URL : <http://www.konnov.com/file/1170714482170/172.pdf>. (дата звернення: 01.01.2020).
24. Потапова Ю. И. Высотное строительство в России – проблемы, задачи и способы их решения. *Успехи современного естествознания*. 2012. № 6. С. 14–16. URL : <http://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=30334>.
25. Розміщення висотних будівель у світі. SkyscraperPage : веб-сайт. URL : <https://skyscraperspage.com/cities/maps/>. (дата звернення: 01.01.2020).
26. Савицький М. В., Бендерський Ю. Б., Бабенко М. М. Оцінка екологічних параметрів об'єктів будівництва. *Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво)*. Полтава : ПолтНТУ, 2014. № 3, т. 1. С. 144–149.
27. Самопідійомна опалубка : пат. 109160 Україна. № у 2016 02524; заявл. 15.03.2016; опубл. 10.08.2016. Бюл. № 15. 28 с.
28. «Свічки» в історичному центрі. Як у світі регулюється висотна забудова? ХМАРОЧОС. Розуміючи місто : веб-сайт. URL : <https://hmarochos.kiev.ua/2017/09/15/svichki-v-istorichnomu-tsentri-yak-u-sviti-regulyuyetsya-visotna-zabudova/>. (дата звернення: 01.01.2020).
29. Совет по высотным зданиям и городской среде. Вікіпедія. URL : [https://ru.wikipedia.org/wiki/Совет\\_по\\_высотным\\_зданиям\\_и\\_городской\\_среде](https://ru.wikipedia.org/wiki/Совет_по_высотным_зданиям_и_городской_среде). (дата звернення: 01.01.2020).
30. Хмарочоси України. Вікіпедія. URL : [https://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарочоси\\_України](https://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарочоси_України). (дата звернення: 01.01.2020).
31. Чернишев Д. О. Науково-методологічний інструментарій організації будівництва на засадах біосферосумісності : дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08. Дніпро, 2018. 430 с.
32. Beedle L. S., Mir M. Ali, Armstrong Paul J. The skyscraper and the city : design, technology and innovation. Lewiston : Edwin Mellen Press, 2007. 912 p.
33. Mir M. Ali. Evolution of concrete skyscrapers : from Ingalls to Jinmao. *Electronic Journal of Structural Engineering*. 2001. Vol. 1. Pp. 2–14.
34. Zaiats Ye. I., Kovalov V. V., Kravchunovska T. S., Kirnos O. V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2018. № 2 (164). Pp. 123–129.
35. Tamboli A. R. Tall and supertall buildings : planning and design. New York : McGraw-Hill, 2014. 416 p.
36. Yeang K. The skyscraper, bioclimatically considered : a design primer. New York : Wiley-Academy, 1997. 200 p.

## REFERENCES

1. *DBN B.2.2-41:2019. Vysotni budivli. Osnovni polozhennia*. [SCN B.2.2-41:2019. High-rise buildings. Substantive provisions]. [Valid from 2020-01-01]. Official edition. Kyiv : Ministry of Regional Construction of Ukraine, 2019, 53 p. (State Building Codes of Ukraine). (in Ukrainian).
2. Bolshakov V.I., Kravchunovskaya T.S. and Bronevytskii S.P. Planirovanie stroitelstva dostupnogo zhilya v generalnykh planakh krupnykh gorodov (na primere g. Kieva) [Planning for affordable housing in the general plans of large cities (for example, Kiev city)]. Dnipropetrovsk : PSACEA Publ., 2015, 146 p. (in Russian).
3. Bronevytskyi A.P. *Organizatsiino-tehnologichne obgruntuvannya tryvalosti vysotnogo tsyvilnogo budivnytstva v umovakh ushchilnenoї miskoi zabudovy : dis. ... k-ta tehn. nauk : 05.23.08*. [Organizational and technological substantiation of duration of high-rise civil engineering in the conditions of the condensed city building : Diss. ... Cand. Sc. (Tech.) : 05.23.08]. Kyiv, 2012, 172 p. (in Ukrainian).
4. Bronevitskii S.P. *Metodi upravleniya stroitelnim kompleksom v Ukraine* [Construction complex management methods in Ukraine]. *Mezhdunarodnii nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Research Journal]. 2015, iss. 4 (35), p. 1, pp. 40–42. (in Russian).
5. *Vysotni budivli v m. Dnipro* [High-rise buildings in Dnipro city]. SkyscraperPage : web-site. (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).



6. *Vysotni budivli v m. Kyiv* [High-rise buildings in Kyiv]. SkyscraperPage : web-site. (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
7. *Vysotni budivli v m. Odesa* [High-rise buildings in Odesa]. SkyscraperPage : web-site. (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
8. *Vysotni budivli v m. Kharkiv* [High-rise buildings in Kharkiv]. SkyscraperPage : web-site. (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
9. *Vnesennia zmin do heneralnoho planu rozvytku mista Dnipropetrovska : osnovni polozhennia* [Amending the Master Plan for the Development of the City of Dnipropetrovsk : Basic Provisions]. Dniprovsk city council : official site. (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
10. *Heneralnyi plan mista Zaporizhzhia* [General plan of Zaporizhzhia]. Zaporizhzhia City Council: official site (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
11. *Heneralnyi plan mista Odesa* [General plan of Odesa]. ARCHIMAS: Web-site. (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
12. *Heneralnyi plan mista Kharkova* [General plan of Kharkiv]. (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
13. Bronevtskyi S., Prysiazhniuk V., Domin M., Tselovalnyk S., Kudelin A. and Nechaeva T. *Heneralnyi plan m. Kyiva. Osnovni polozhennia* [General plan of the Kyiv. The main provisions]. Kyiv : KMDA Publ., 2015, 134 p. (in Ukrainian).
14. Goncharenko D.F., Karpenko Yu.V. and Meersdorf Ye.I. *Vozvedenie mnogoetazhnykh karkasno-monolitnykh zdaniy* [The construction of multi-storey frame-monolithic buildings]. Kyiv : A+S Publ., 2013, 128 p. (in Russian).
15. Hryhorovskiy P.Ye. *Metodolohichni osnovy formuvannia orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen instrumentalnykh vymiryuvan pry zvedenni ta ekspluatatsii budivel i sporud : avto-ref. dis. ... d-ra. tehn. nauk : 05.23.08* [Methodological bases of formation of organizational and technological decisions of instrumental measurements during the erection and operation of buildings and structures : author's abstract. diss. ... Dr. Tech. Sc. : 05.23.08]. Kharkiv : KhNUCEA, 2019, 38 p. (in Ukrainian).
16. Zaiats Ye.I. *Zvedennia vysotnykh bahatofunktsionalnykh kompleksiv: orhanizatsiino-tekhnologichni aspekty* [The construction of high-rise multifunctional complexes: organizational and technological aspects]. Dnipropetrovsk : PSACEA, 2015, 208 p. (in Ukrainian).
17. Zaiats Ye.I. *Metodolohichni pryntsyipy obhruntuvannia orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen zvedennia vysotnykh bahatofunktsionalnykh kompleksiv : dis. ... d-ra tehn. nauk : 05.23.08* [Methodological principles of substantiation of organizational and technological solutions for the construction of high-rise multifunctional complexes: Diss. ... Dr. Sc. (Tech.) : 05.23.08]. Dnipropetrovsk, 2015, 391 p. (in Ukrainian).
18. Kravchunovska T.S., Bronevtskyi S.P., Kovalov V.V., Danylova T.V. and Tkach T.V. *Planuvannia rozmishchennia i orhanizatsiia budivnytstva ta rekonstruktsii ob'ektiv dostupnoho zhytla z urakhuvanniam mistoformuiuchykh osoblyvostei terytorii velykykh mist* [Placement planning and organization of construction and reconstruction of affordable housing, taking into account the city-forming features of large cities]. Dnipro : Litohraf, 2019, 228 p. (in Ukrainian).
19. Maklakova T.G. *Vysotnye zdaniya. Gradostroitelnye i arkhitekturno-konstruktivnye problemy proektirovaniya: monografiya* [High-rise buildings. Urban planning and architectural design issues]. Moscow : ASV Publ., 2008, 160 p. (in Russian).
20. Maklakova T.G. *Problemy stanovleniya vysotnogo stroitelstva v Rossii* [Problems of high-rise construction in Russia]. (Accessed : 01 January 2020). (in Russian).
21. Markovskiy M.F. and Bleshchik N.P. *O vystavke Respubliki Belarus v Obedinennykh Arabskikh Emiratakh* [About the exhibition of the Republic of Belarus in the United Arab Emirates]. *Stroitel'naya nauka i tekhnika* [Construction science and technology]. 2008, iss. 6, pp. 22–23. (in Russian).
22. *Materialy heneralnoho planu m. Lvova. II stadiya. General'nij plan. T. 3. Osnovni polozhennia* [Materials of the master plan of Lviv. II stage. General plan. Vol. 3]. L'viv : Minregionbud of Ukraine, 2008. 32 p. (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
23. Melnychuk I. *Vysotne budivnytstvo : tryvalyi eksperyment* [High-rise construction : a long experiment]. *Terytorii komfortu* [Territory of comfort]. 2006, iss. 4 (17). (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
24. Potapova Yu.I. *Vysotne stroitelstvo v Rossii – problemy, zadachi i sposoby ikh resheniya* [High-rise construction in Russia – problems, tasks and methods for solving them]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya* [The successes of modern science]. 2012, iss. 6, pp. 14–16. (Accessed : 01 January 2020). (in Russian).
25. Location of tall buildings in the world. SkyscraperPage : web-site. (Accessed : 01 January 2020).
26. Savytskyi M.V., Benderskyi Yu.B. and Babenko M.M. *Otsinka ekolohichnykh parametriv ob'ektiv budivnytstva* [Assessment of environmental performance of building objects]. *Zbirnyk naukovykh prats (haluzeve mashynobuduvannia, budivnytstvo)* [Academic Journal (Industrial Machine Building, Civil Engineering)]. 2014, iss. 3 (1), pp. 144–149. (in Ukrainian).
27. *Samopidionna opalubka* [Self-elevating formwork]. Pat. 109160 Ukraine, No. u 2016 02524: claimed 15.03.2016; publ. 10.08.2016, bull.; no. 15; 28 p. (in Ukrainian).

28. "Svichky" v istorychnomu tsentri. Yak u sviti rehuliuetsia vysotna zbudova? ["Candles" in the historic center. How in the world is building regulation regulated?]. HMAROChOS. Understanding the city : web-site (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
29. *Sovet po vysotnym zdaniyam i gorodskoy srede* [Counsil on tall buildings and urban habitat]. Wikipedia (Accessed : 01 January 2020). (in Russian).
30. *Khmarochosy Ukrainy* [Skyscrapers of Ukraine]. Wikipedia (Accessed : 01 January 2020). (in Ukrainian).
31. Chernyshev D.O. *Naukovo-metodolohichniy instrumentarii orhanizatsii budivnytstva na zasadkh biosferosumisnosti : dis. ... d-ra tehn. nauk : 05.23.08* [Scientific and methodological tools for organization of construction on the basis of biosphere compatibility : diss. ... Dr. Sc. (Tech.) : 05.23.08]. Dnipro, 2019, 430 p. (in Ukrainian).
32. Lynn S. Beedle, Mir M. Ali and Paul J. Armstrong. *The skyscraper and the city : design, technology and innovation*. Lewiston : Edwin Mellen Press, 2007, 912 p.
33. Mir M. Ali. Evolution of concrete skyscrapers : from Ingalls to Jinmao. *Electronic Journal of Structural Engineering*. 2001, vol. 1, pp. 2–14.
34. Zaiats Ye.I., Kovalov V.V., Kravchunovska T.S. and Kirnos O.V. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychogo Universytetu*. 2018, iss. 2 (164), pp. 123–129.
35. Tamboli A.R. *Tall and supertall buildings : planning and design*. New York : McGraw-Hill, 2014, 416 p.
36. Yeang K. *The skyscraper, bioclimatically considered : a design primer*. New York : Wiley-Academy, 1997, 200 p.

Надійшла до редакції: 10.02.2020.

УДК 692.4:624.94

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.83.613

## ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ЛОГАРИФМИЧЕСКОГО ДЕКРЕМЕНТА В РЕЗУЛЬТАТЕ ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЯ В БАЛКАХ С ПЕТЛЕВЫМИ СТЫКАМИ

МАЛАХОВ В. В.<sup>1\*</sup>, к. т. н., доц.,  
ВЫКИДАНЕЦ С. М.<sup>2</sup>, ассист.

<sup>1\*</sup> Кафедра железобетонных конструкций и транспортных сооружений, Государственное высшее учебное заведение «Одесская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Дидрихсона, 4, 65000, Одесса, Украина, тел. +38(048) 729-85-80, e-mail: [v.malakhov@ogasa.org.ua](mailto:v.malakhov@ogasa.org.ua), ORCID ID: 0000-0002-7635-4337

<sup>2</sup> Кафедра железобетонных конструкций и транспортных сооружений, Государственное высшее учебное заведение «Одесская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Дидрихсона, 4, 65000, Одесса, Украина, тел. +38048-729-85-80, e-mail: [ramos.kr02@gmail.com](mailto:ramos.kr02@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5643-8322

**Аннотация.** В связи с достаточно широким распространением сборно-монолитного железобетона в Украине возникла необходимость расширения области применения различных стыковых соединений. В частности, применение петлевых соединений арматуры, которые обеспечивают стыковку смежных монтажных блоков сборно-монолитных железобетонных элементов без применения сварочных работ, само по себе является одним из основных конструктивных решений, определяющим индустриализацию строительства, в первую очередь гидросооружений. Большая территория юго-западной и южной части Украины относится к сейсмически опасной. Применение современных вероятностных технологий на этапах проектирования и эксплуатации объектов строительства повышает точность оценок опасных сейсмических нагрузок, что, в свою очередь, позволяет оптимизировать вероятные потери от негативного воздействия землетрясений. Правильная оценка степени сейсмического воздействия зависит, в том числе, и от знания закономерности изменения логарифмического декремента в результате повреждений строительных конструкций и здания в целом. Имеющаяся информация не дает четкого понимания данной зависимости. В статье проведен анализ изменения логарифмического декремента затухания колебаний при трещинообразовании в балках с петлевым стыком, расположенным в зоне чистого изгиба, при шпоночном и бесшпоночном исполнении торцов стыкуемых элементов. Данные для анализа получены в результате эксперимента. Для достижения цели выбран силовой метод – метод мгновенного снятия нагрузки. В результате установлен характер изменения логарифмического декремента затухания колебаний балок при нарушении целостности зоны петлевого стыка. Значения декрементов колебаний в балках со шпоночными стыками были сопоставимы с аналогичными значениями, полученными для балок без стыков. В то же время абсолютные значения декрементов колебаний в результате экспериментальных исследований в балках с бесшпоночными петлевыми стыками были максимальными.

**Ключевые слова:** петлевой стык; стык передерия; трещинообразование; логарифмический декремент

## ХАРАКТЕР ЗМІНИ ЛОГАРИФМІЧНОГО ДЕКРЕМЕНТА В РЕЗУЛЬТАТІ ТРИЩИНОУТВОРЕННЯ В БАЛКАХ ІЗ ПЕТЛЬОВИМИ СТИКАМИ

МАЛАХОВ В. В.<sup>1\*</sup>, к. т. н., доц.,  
ВИКИДАНЕЦЬ С. М.<sup>2</sup>, ассист.

<sup>1\*</sup> Кафедра залізобетонних конструкцій та транспортних споруд, Державний вищий навчальний заклад «Одеська державна академія будівництва та архітектури», вул. Дідрихсона, 4, 65000, Одеса, Україна, тел. +38(048) 729-85-80, e-mail: [v.malakhov@ogasa.org.ua](mailto:v.malakhov@ogasa.org.ua), ORCID ID: 0000-0002-7635-4337

<sup>2</sup> Кафедра залізобетонних конструкцій та транспортних споруд, Державний вищий навчальний заклад «Одеська державна академія будівництва та архітектури», вул. Дідрихсона, 4, 65000, Одеса, Україна, тел. +38(048) 729-85-80, e-mail: [ramos.kr02@gmail.com](mailto:ramos.kr02@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5643-8322

**Анотація.** Зі значним поширенням збірно-монолітного залізобетону в Україні виникла необхідність розширення сфери застосування різних стыкових з'єднань. Зокрема, застосування петлевих з'єднань арматури, які забезпечують стикування суміжних монтажних блоків збірно-монолітних залізобетонних елементів без застосування зварювальних робіт, само по собі постає одним з основних конструктивних рішень, що визначає

індустріалізацію будівництва, в першу чергу гідроспоруд. Велика територія південно-західної і південної частини України належить до сейсмічно небезпечної. Застосування сучасних імовірнісних технологій на етапах проектування й експлуатації об'єктів будівництва підвищує точність оцінок небезпечних сейсмічних навантажень, що, у свою чергу, дозволяє оптимізувати ймовірні втрати від негативного впливу землетрусів. Правильна оцінка ступеня сейсмічного впливу залежить в тому числі і від знання закономірності зміни логарифмічного декременту в результаті пошкоджень будівельних конструкцій і будівлі в цілому. Наявна інформація не дає чіткого розуміння цієї залежності. У статті проведено аналіз зміни логарифмічного декременту загасання коливань під час утворення тріщин у балках із петльовим стиком, розташованим у зоні чистого згину, за шпонкового і безшпонкового виконання торців елементів, що стикуються. Дані для аналізу отримані за результатами експерименту. Для досягнення мети обрано силовий метод – метод миттєвого зняття навантаження. В результаті встановлено характер зміни логарифмічного декременту загасання коливань балок у разі порушення цілісності зони петльового стику. Значення декрементів коливань у балках зі шпонковими стиками можна було порівняти з аналогічними значеннями, отриманими для балок без стиків. У той же час абсолютні значення декрементів коливань у результаті експериментальних досліджень у балках із безшпонковими петльовими стиками були максимальними.

**Ключові слова:** петльовий стик; стик передерія; тріщиноутворення; логарифмічний декремент

## NATURE OF CHANGE OF LOGARITHMIC DECREMENT AS A RESULT OF CRACKING IN THE BEAMS WITH LOOP JOINTS

MALAKHOV V.V.<sup>1\*</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
VYKYDANETS S.M.<sup>2</sup>, *Assist.*

<sup>1\*</sup> Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities Department, State Higher Educational Institution “Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 4, Didrikhsona St., 65000, Odesa, Ukraine, tel. +38(048) 729-85-80, e-mail: [v.malakhov@ogasa.org.ua](mailto:v.malakhov@ogasa.org.ua), ORCID ID: 0000-0002-7635-4337

<sup>2</sup> Reinforced Concrete Structures and Transport Facilities Department, State Higher Educational Institution «Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture», 4, Didrikhsona St, 65000, Odesa, Ukraine, tel. +38(048) 729-85-80, e-mail: [ramos.kr02@gmail.com](mailto:ramos.kr02@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5643-8322

**Abstract.** Paying attention to the quite wide spreading of precast and cast-in-situ reinforced concrete in Ukraine, it was necessary to expand the scope of application of various butt joints. In particular, the use of loop rebar joints is itself one of the main design decisions that determines the industrial implementation of construction, primarily hydraulic structures. Loop rebar joints connect elements for assembling precast-monolithic reinforced concrete elements without the use of welding. A large territory of south-western and southern parts of Ukraine is classified as seismically dangerous. The use of modern probabilistic technologies at the design and operation stages of construction projects improves the accuracy of hazardous seismic load estimates and allows to optimize the probable losses from the negative impact of earthquakes. The proper assessment of the level of seismic impact depends on knowledge of the pattern in the logarithmic decrement changes as a result of building structures and buildings damage. Available information does not give a clear understanding of this pattern. A comparative analysis of the change in the logarithmic damping decrement of vibrations because of cracking in beams with a loop joint was carried out. The loop joint was located in the clean bending zone of beam, with keyed and keyless execution of the ends of the joined elements. The data for analysis were obtained from the experiment. We use the power method to achieve the objectives – the instant load removal method. As a result the nature of the change in the logarithmic damping decrement of the beam in case of violation of the integrity of the loop joint zone was established. The values of the logarithmic decrement in the beams with key joints were comparable with the similar values obtained for beams without joints. At the same time, the absolute values of the decrement in beams with keyless loop joints were maximum in these studies.

**Keywords:** loop joint; stick preorder; castellated joint; cracking; logarithmic decrement

**Введение.** Определение логарифмического декремента затухания колебаний жилых и общественных зданий и сооружений, а также отдельных конструкций весьма важно для правильной оценки степени сейсмического воздействия, передающегося на здание через грунт. Большое

количество отдельных исследований так и не внесло ясность в вопросы влияния отдельных конструкций и их состояния на закономерность изменения логарифмического декремента. Также логарифмический декремент затухания собственных колебаний может быть еще одной

величиною для оценки степени сохранности конструкции или здания в целом. В отдельных случаях период собственных колебаний даже после значительных повреждений может оставаться неизменным, т. к. логарифмический декремент затухания может меняться в широких пределах. В статье приведены данные, полученные при испытании железобетонных балок с петлевыми стыками при различных вариантах исполнения торцов стыкуемых элементов.

#### Анализ последних исследований.

Данные, приведенные различными авторами относительно зависимости логарифмического декремента от жесткости здания или конструкции в отдельности, несколько отличаются друг от друга. Однако при этом общий закон изменения логарифмического декремента от жесткости здания (конструкции) сохраняется. Отмечается зависимость логарифмического декремента затухания колебаний от повреждения и трещин конструкций. Также в более ранних исследованиях указано, что логарифмические декременты в зданиях при землетрясении, как правило, значительно больше, чем декременты, определенные при вибрационном методе. Это объясняется значительным увеличением доли участия

грунта в системе грунт–здание. Авторы указывают на возможность регулировать величину логарифмического декремента затухания колебаний при проектировании зданий и сооружений при условии знания закона изменения данной величины [1; 5].

**Цели исследования.** Знание закона изменения логарифмического декремента колебаний конструкций с петлевыми стыками позволит осуществлять удовлетворительное прогнозирование виброустойчивости такой конструкции [3]. Ввиду малоизученности вопроса было принято решение исследовать изменения логарифмического декремента затухания колебаний при трещинообразовании в балках с петлевым стыком, расположенным в зоне чистого изгиба, при шпоночном и бесшпоночном исполнении торцов стыкуемых элементов.

#### Объекты и методы исследования.

Железобетонные экспериментальные балки размерами 10×15×120 см с петлевыми стыками в середине пролета были изготовлены в лаборатории кафедры железобетонных и каменных конструкций ОГАСА. Зона петлевого стыка бетонировалась во вторую очередь. Грани стыкуемых элементов выполнены со шпонками и без шпонок (рис. 1).

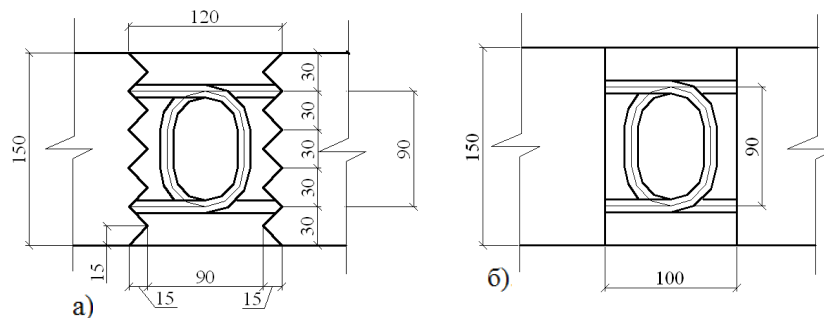


Рис. 1. Схемы петлевых стыков экспериментальных образцов:  
а – шпоночный стык; б – бесшпоночный стык

Армирование опытных железобетонных балок выполнено двумя сварными пространственными каркасами с изогну-

тыми цельными стержнями Ø10A400C и двумя анкерными стержнями Ø10A400C в зоне стыка (рис. 2).

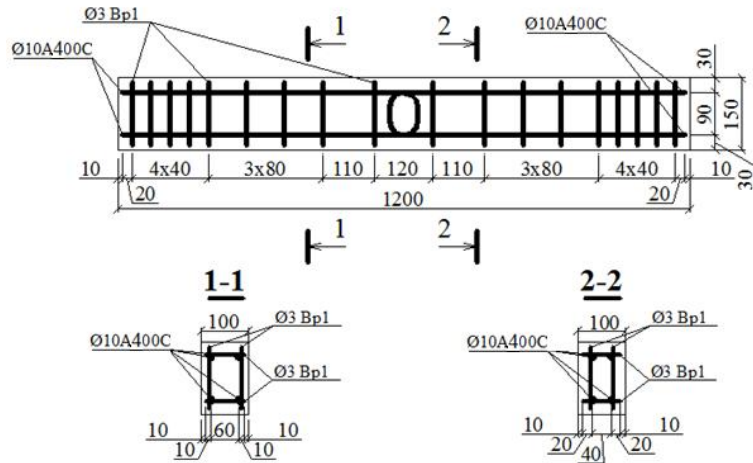


Рис. 2. Схема армирования опытных железобетонных балок

Указанная цель достигалась силовым методом – методом мгновенного снятия нагрузки [2; 4]. Измерения проводились трижды: на балках без повреждений и с трещинами, возникшими в зоне петлевого стыка после статического нагружения-разгрузки при величине

нагрузки, составляющей 0,5 и 0,9 от разрушающей [6]. Схема испытания опытных образцов приведена на рисунке 3. Схема распространения трещин по боковым поверхностям балок при максимальной статической нагрузке  $F_u$  показана на рисунке 4.

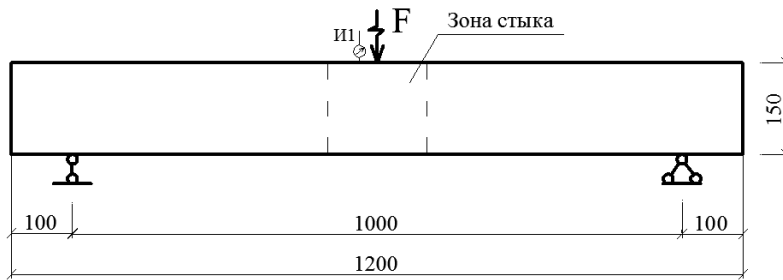


Рис. 3. Схема загрузки опытных образцов с расстановкой приборов

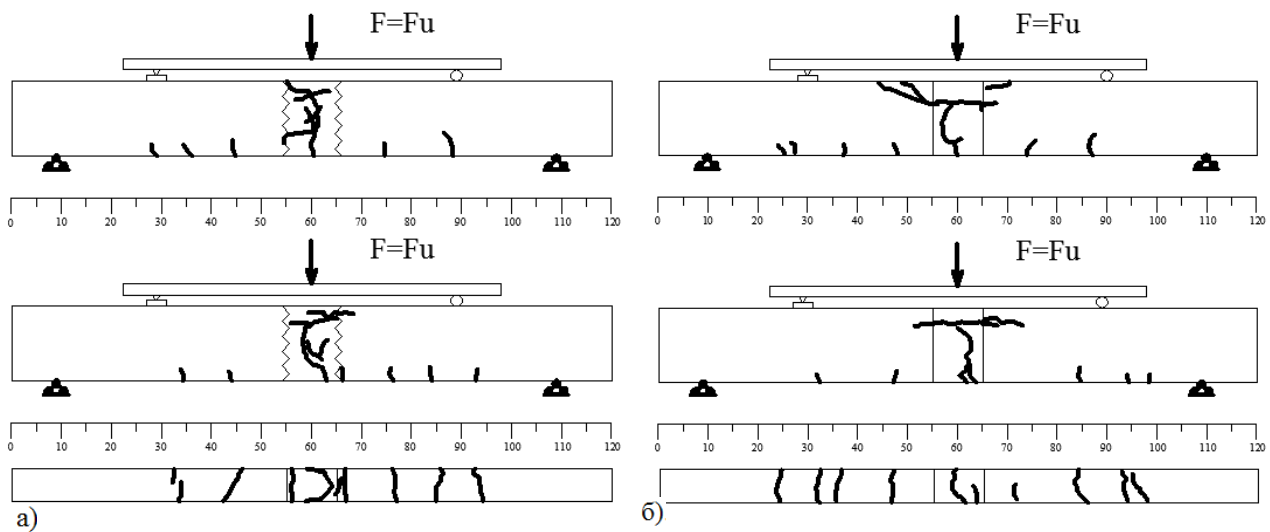


Рис. 4. Схема распространения трещин по боковым поверхностям: а – балка со шпоночным стыком; б – балка с бесшпоночным стыком

**Результаты исследования.** Анализ изменения количественных динамических характеристик экспериментальных образцов заключался в том числе в определении фактических декрементов

колебаний (рис. 5). Для балок без повреждений со шпоночными петлевыми стыками логарифмический декремент изначально был в пределах 0,1424...0,2019.

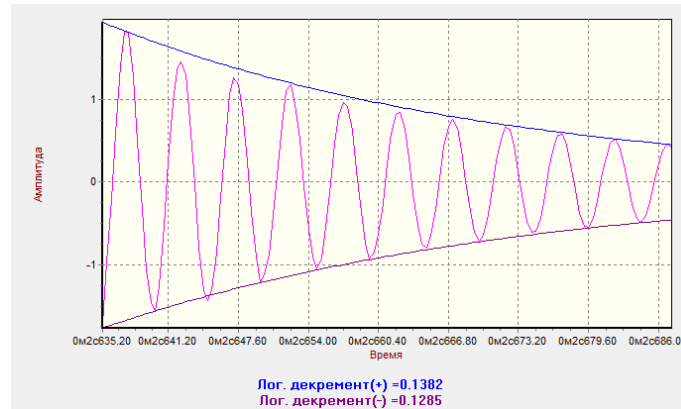


Рис. 5. Логарифмический декремент колебаний, определенный при помощи системы сейсмомониторинга

После образования трещин в зоне петлевого стыка в результате статического нагружения величиной 0,5 от разрушающей нагрузки и последующей разгрузки абсолютные значения декрементов затухания колебаний увеличились до значений в 0,2707...0,3519. В результате трещинообразования от статической нагрузки величиной 0,9 от разрушающей с последующим разгрузением логарифмический декремент затухания колебаний изменился до значений в 0,3975...0,4904.

При испытании балок с бесшпоночным стыком до приложения статической нагрузки логарифмический декремент был зафиксирован в пределах 0,1793...0,1941. При нарушении целостности зоны петлевого стыка в результате статического нагружения величиной 0,5 от разрушающей нагрузки и последующей разгрузки абсолютные значения декрементов затухания колебаний увеличились до значений в 0,2776...0,3415. В результате трещинообразования в балках с бесшпоночным стыком от статической нагрузки величиной 0,9 от разрушающей с последующим разгрузением логарифмический декремент затухания колебаний изменился до значений в 0,4224...0,4786.

Для сравнения также были испытаны балки без стыков. По результатам испытания приращение значений

декремента колебаний происходило от величин в 0,1421...0,1949 для балок без трещин до значений 0,2626...0,3016 и 0,3814...0,4516 для балок после образования трещин в результате статического нагружения и последующей разгрузки силой, величиной 0,5 и 0,9 от разрушающей нагрузки соответственно. Изменения логарифмического декремента в результате трещинообразования в зоне петлевого стыка для экспериментальных балок приведены в таблице 1.

Рассматривая относительные величины декрементов затухания колебаний, можно отметить увеличение декрементов для балок со шпоночными стыками в 1,75 раза после восприятия балками статических нагрузок в размере 0,5 от разрушающей и в 2,40 раза после восприятия экспериментальными образцами нагрузок в размере 0,9 от разрушающей. Для балок с бесшпоночными стыками декремент колебаний менялся в 1,65 и в 2,35 раза соответственно. Для балок без стыков декременты затухания колебаний увеличились в 1,83 раза после восприятия балками статических нагрузок в размере 0,5 от разрушающей и в 2,56 раза после восприятия экспериментальными образцами нагрузок в размере 0,9 от разрушающей.

Таблиця 1

**Изменения логарифмического декремента колебаний балок по результатам эксперимента**

Балки по серии	Балки со шпоночным стыком			Балки с бесшпоночным стыком			Балки без стыка		
Наим. балки	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	Логарифмический декремент колебаний балок								
Без трещин	0.1487	0.1966	0.2019	0.1941	0.1923	0.1793	0.1421	0.1949	0.1519
После восприятия статической нагрузки, величиной в 0,5 от разрушающей	0.303	0.3519	0.3053	0.3415	0.2776	0.317	0.3016	0.3346	0.2626
После восприятия статической нагрузки, величиной в 0,9 от разрушающей	0.4244	0.4904	0.3975	0.4329	0.4746	0.4224	–	0.4516	0.3814

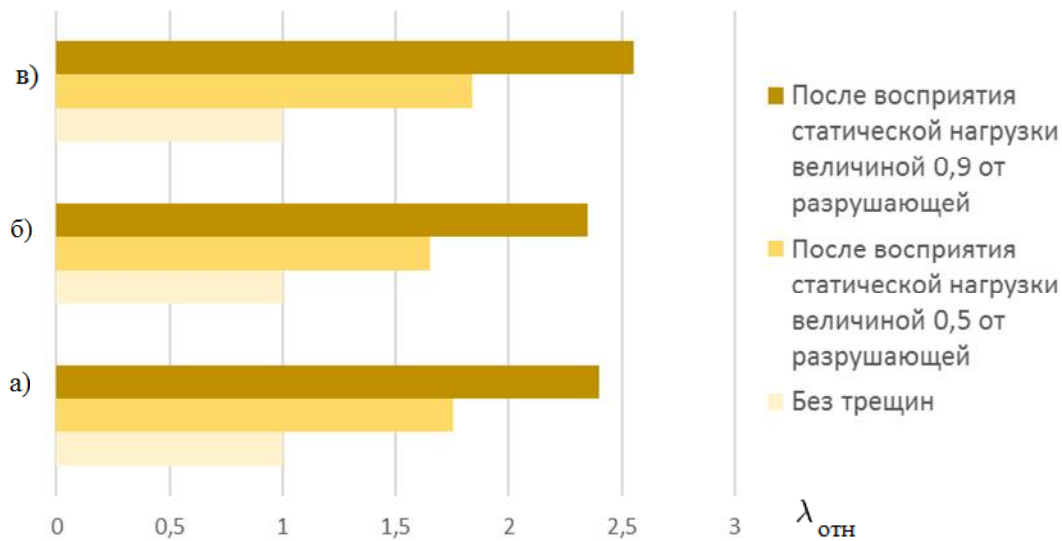


Рис. 6. Относительное увеличение значений декрементов колебаний в экспериментальных балках в ходе испытаний : а – со шпоночным стыком; б – с бесшпоночным стыком; в – в балках без стыка

**Выводы.** Установлен характер изменения логарифмических декрементов затухания колебаний в балках со шпоночными и бесшпоночными петлевыми стыками в результате развития трещин в области петлевого стыка.

Наименьшее приращение декремента колебаний в абсолютных значениях показали испытания железобетонных балок, выполненных со шпоночным стыком. В то же время абсолютные значения декрементов колебаний в результате экспериментальных исследова-



ний в балках с бесшпоночными петлевыми стыками были максимальными.

Значения декрементов колебаний в балках со шпоночными стыками и в балках без стыков сопоставимы друг с другом.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бородкин Н. Н. Динамические характеристики конструктивных элементов горношахтного оборудования на основе композитов с железосодержащими отходами. *Известия Тульского государственного университета. Естественные науки*. 2009. Вып. 1. С. 193–200.
2. ДСТУ Б.В.2.6.-7-95 (ГОСТ 8829-94). Конструкції будинків і споруд. Вироби будівельні бетонні та залізобетонні збірні. Методи випробувань навантажуванням. Правила оцінки міцності, жорсткості та тріщиностійкості [чинні від 1995-16-11]. Вид. офіц. Київ : Держкомітет України у справах містобудування і архітектури, 1997. 34 с. URL : [http://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY4/dstu\\_b\\_v.2.6-7-95.PDF](http://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY4/dstu_b_v.2.6-7-95.PDF) (Національний стандарт України).
3. Кутузов Б., Эквист Б., Вартапов В., Совмен В. Безопасность сейсмического и воздушного воздействия массовых взрывов. Москва : Издательство Московского государственного горного университета, 2004. 147 с.
4. Саргсян А. Е. Динамика и сейсмостойкость сооружений атомных станций : монография. Саров : РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2013. 549 с.
5. Шапиро Г., Захаров В. К определению логарифмического декремента затухания колебания жилых и общественных зданий. Москва : Жилищное строительство, 1968. Вып. 1. С. 20-22.
6. Malakhov V. V., Vykydanets S. M. The character of cracking in the beams with loop joints. *Вісник ОДАБА*. 2018. Вип. 71. С. 37–41.

### REFERENCES

1. Borodkin N.N. *Dinamicheskie kharakteristiki konstruktivnykh elementov gornoshakhtnogo oborudovaniya na osnove kompozitov s zhelezosoderzhashhimi otkhodami* [Dynamic characteristics of structural elements of mining equipment based on composites with iron-containing waste]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvenny'e nauki* [Bulletin of Tula State University. Natural Sciences]. 2009, iss. 1, pp. 193–200. (in Russian).
2. DSTU B.V.2.6.-7-95 (GOST 8829-94). *Konstrukciyi budinkiv i sporud. Virobi budivel'ni betonni ta zalizobetonni zbirni. Metodi viprobuvan' navantazhuvannyam. Pravila oczi'ni micznosti, zhorstkosti ta trishhinostijkosti* [Construction of buildings and structures. Concrete and reinforced concrete construction products. Test methods for loading. Rules for assessing strength, stiffness and fracture toughness]. [Valid since 1995-16-11]. Official edition. Kyiv: State Committee of Ukraine for Urban Development and Architecture, 1997, 34 p. (National Standard of Ukraine). (in Ukrainian).
3. Kutuzov B., E'kvist B., Vartanov V. and Sovmen V. *Bezopasnost' sejsmicheskogo i vozdushnogo vozdeystviya massovykh vzryvov* [Safety of seismic and air impact of mass explosions]. Moscow : Publishing House of Moscow State Mining University, 2004, 147 p. (in Russian).
4. Sargsyan A.E. *Dinamika i sejsmostojkost' sooruzhenij atomnykh stancij* [Dynamics and seismic stability of nuclear power plants]. Sarov : RFYaCz-VNIIE'F, 2013, 549 p. (in Russian).
5. Shapiro G. and Zakharov V. *K opredeleniyu logarifmicheskogo dekrementa zatukhaniya kolebaniya zhily'kh i obshhestvenny'kh zdaniy* [To the determination of the logarithmic decrement of damping oscillations of residential and public buildings]. Moscow : Housing construction, 1968, iss. 1, pp. 20–22. (in Russian).
6. Malakhov V.V. and Vykydanets S.M. The character of cracking in the beams with loop joints. *Visnik ODABA* [Bulletin of OSACEA]. 2018, iss. 71, pp. 37–41.

Надійшла до редакції : 13.01.2020.

УДК 347.77:378:372.8:69.007

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.90.614

## ВИКЛАДАННЯ «ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ» В ЗАКЛАДАХ ВИЩОЇ ОСВІТИ БУДІВЕЛЬНОГО ПРОФІЛЮ ЯК ВАЖЛИВИЙ ЧИННИК ФОРМУВАННЯ НОВОЇ ТЕХНІЧНОЇ ЕЛІТИ УКРАЇНИ

ПАПІРНИК Р. Б.<sup>1</sup>, к. т. н., доц.,  
ЄВСЄЄВА Г. П.<sup>2</sup>, д-р н. держ. упр., проф.,  
БАБЕНКО В. А.<sup>3\*</sup>, к. і. н., доц.

<sup>1</sup> Кафедра технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-22-67; e-mail: [prb@mail.pgasa.dp.ua](mailto:prb@mail.pgasa.dp.ua) ORCID ID: 0000-0001-7153-9378

<sup>2</sup> Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [evseeva@i.ua](mailto:evseeva@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

<sup>3\*</sup> Кафедра українознавства, документознавства та інформаційної діяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [ukr@mail.pgasa.dp.ua](mailto:ukr@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-7105-4653

**Анотація. Постановка проблеми.** Роль інтелектуальної власності у сучасному інформаційному суспільстві стратегічно важлива для формування інтелектуальної еліти країни з чітким розумінням права інтелектуальної власності як основної рушійної сили світової економіки. Інтелектуальна власність набуває все більшого значення для економічного розвитку країни і світу в цілому. Тому надзвичайно нагальною стає проблема створення ефективного системи обізнаності та освіченості населення у сфері інтелектуальної власності, яка б сприяла соціально-економічному розвитку країни. В сучасній системі вищої освіти, коли відбувається інтенсивне переосмислення освітнього процесу, модернізація освіти, надання знань з інтелектуальної власності студентам технічних спеціальностей та безпосередньо набуття ними компетентностей з інтелектуальної власності сприятиме підготовці висококваліфікованих та компетентних, затребуваних на ринку праці фахівців. **Мета статті** – аналіз проблеми необхідності викладання дисципліни «Інтелектуальна власність» у ЗВО будівельного профілю, дослідження її впливу на сучасних фахівців-будівельників, фахівців-архітекторів, фахівців-механіків для формування їх умінь та компетентностей, необхідних для молодшої технічної еліти країни. **Висновки.** Одне з головних завдань, які постали сьогодні перед кожним ЗВО, – це створення сприятливих умов для професійного та творчого зростання студентської молоді, задля набуття та формування необхідних знань та вмінь. Викладання інтелектуальної власності у ЗВО будівельного профілю має надзвичайно велике значення для формування нової технічної еліти в умовах нового інформаційного суспільства, яка має бути носієм інноваційної свідомості та визначати результати своєї творчої праці, свою інтелектуальну власність, форми охорони та захисту об'єктів права інтелектуальної власності.

**Ключові слова:** інтелектуальна власність; інтелектуальна діяльність; будівельна галузь; технічна еліта; освітні технології; викладання ІВ

## ПРЕПОДАВАНИЕ «ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ» В ЗАВЕДЕНИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОФИЛЯ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ НОВОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭЛИТЫ УКРАИНЫ

ПАПИРНЫЙ Р. Б.<sup>1</sup>, к. т. н., доц.,  
ЕВСЕЕВА Г. П.<sup>2</sup>, д-р н. гос. упр., проф.,  
БАБЕНКО В. А.<sup>3\*</sup>, к. и. н., доц.

<sup>1</sup> Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (0562) 47-22-67; e-mail: [prb@mail.pgasa.dp.ua](mailto:prb@mail.pgasa.dp.ua) ORCID ID: 0000-0001-7153-9378

<sup>2</sup> Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [evseeva@i.ua](mailto:evseeva@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

<sup>3\*</sup> Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [ukr@mail.pgasa.dp.ua](mailto:ukr@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-7105-4653

**Аннотация. Постановка проблемы.** Роль интеллектуальной собственности в современном информационном обществе является стратегически важной для формирования интеллектуальной элиты страны с четким пониманием права интеллектуальной собственности как главной движущей силы мировой экономики. Интеллектуальная собственность приобретает все большее определяющее значение для экономического развития страны и мира в целом. Поэтому проблема создания эффективной системы грамотности и образованности населения в сфере интеллектуальной собственности, которая бы способствовала социально-экономическому развитию страны, становится чрезвычайно насущной. В современной системе высшего образования, когда происходит интенсивное переосмысление образовательного процесса, модернизация образования, предоставление знаний по интеллектуальной собственности студентам технических специальностей и непосредственно получение ими компетентностей по интеллектуальной собственности будет способствовать подготовке высококвалифицированных и компетентных, затребованных на рынке труда специалистов. **Цель статьи** – анализ проблемы необходимости преподавания дисциплины «Интеллектуальная собственность» в ЗВО строительного профиля, исследование её влияния на современных специалистов-строителей, специалистов-архитекторов, специалистов-механиков при формировании их умений и компетентностей, необходимых для молодой технической элиты страны. **Выводы.** Одним из главных заданий, которые сегодня стоят перед каждым ЗВО, является создание благоприятных условий для профессионального и творческого роста студенческой молодежи, ради приобретения необходимых знаний и умений. Преподавание интеллектуальной собственности в ЗВО строительного профиля имеет большое значение для формирования новой технической элиты в условиях нового информационного общества, которая должна быть носителем инновационного сознания и определять результаты своего творческого труда, своей интеллектуальной собственности, формы охраны и защиты объектов права интеллектуальной собственности.

**Ключевые слова:** интеллектуальная собственность; интеллектуальная деятельность; строительная отрасль; техническая элита; образовательные технологии; преподавание ИС

## TEACHING "INTELLECTUAL PROPERTY" IN THE INSTITUTIONS OF HIGHER EDUCATION OF CONSTRUCTION PROFILE AS AN IMPORTANT FACTOR FOR THE FORMATION OF NEW TECHNICAL ÉLITE OF UKRAINE

PAPIRNYK R.B.<sup>1</sup>, *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*,  
YEVSIEIEVA H.P.<sup>2</sup>, *Dr. Sc. (Publ. Administr.), Prof.*,  
BABENKO V.A.<sup>3\*</sup>, *Cand. Sc. (Hist.), Ass. Prof.*

<sup>1</sup> Department of Construction Production Technology, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel.: +38 (0562) 47-22-67; e-mail: [prb@mail.pgasa.dp.ua](mailto:prb@mail.pgasa.dp.ua) ORCID ID: 0000-0001-7153-9378

<sup>2</sup> Department of Ukrainian Studies, Documentation and Information Activity, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel.: +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [evseeva@i.ua](mailto:evseeva@i.ua), ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

<sup>3\*</sup> Department of Ukrainian Study, Documentation and Information Activities, State Higher Educational Institution "Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel.: +38 (0562) 46-94-98, e-mail: [ukr@mail.pgasa.dp.ua](mailto:ukr@mail.pgasa.dp.ua), ORCID ID: 0000-0001-7105-4653

**Abstract. Problem statement.** The role of intellectual property in today's information society is strategically important for the formation of the intellectual élite of a country with a clear understanding of intellectual property rights as the main driving force of the global economy. The intellectual property is becoming increasingly decisive for the country's economic development and the world as a whole. Therefore, the problem of creating an effective system of awareness and education of the population in the field of intellectual property, which would contribute to the socio-economic development of the country, becomes extremely urgent. In the modern higher education system, when intensive rethinking of the educational process is taking place, modernization of education, provision of intellectual property knowledge to students of technical specialties and direct acquisition of their intellectual property competences will facilitate the training of highly qualified and competent, in-demand professionals in labor market. **Purpose.**

Analysis of the problem of necessity of teaching the discipline "Intellectual property" in the construction profile HEI, study of its influence on modern specialists-builders, specialists-architects, specialists-mechanics in the formation of their skills and competences necessary for the young technical élite of the country. **Conclusions.** One of the main challenges facing each HEI today is to create an enabling environment for student youth to grow professionally and creatively, to acquire and develop necessary knowledge and skills. Teaching intellectual property in the construction profile HEI is extremely important for the formation of a new technical élite in the context of a new information society, which should be the carrier of innovative consciousness and determine the results of their creative work, their intellectual property, forms of protection and protection of objects of intellectual property rights.

**Keywords:** *intellectual property; intellectual activity; construction industry; technical élite; educational technologies; teaching IP*

**Постановка проблеми.** Аналіз перебігу сучасних суспільно-політичних процесів, нових викликів і загроз у внутрішній та зовнішній політиці дає підстави вести мову про завершення початкового етапу становлення України як держави. Сьогодні починають активізуватися проблеми подальшого вибору і визначення стратегії й тактики суспільно-політичного розвитку держави. Визначну роль у цих процесах має відігравати саме еліта. Формування української національної еліти – одна з найболючіших проблем сьогодення. Державі потрібна власна національно забарвлена еліта, високоінтелектуальна, професійно відповідальна, глибоко патріотична, віддана власному народові, Україні, бо лише така еліта здатна сформувавши цінності та ідеали, консолідувати націю, спрямувати її енергію на розумні та корисні справи та виконати, за визначенням В. Фесенка, «найголовнішу місію, здійснення якої зможуть оцінити тільки майбутні покоління – правильний стратегічний вибір геополітичної траєкторії розвитку українського суспільства» [12].

Прийняття нової редакції Закону України «Про вищу освіту» у 2019 р. стало поштовхом до нових кроків Української держави, спрямованих на модернізацію системи вищої освіти з урахуванням процесів європейської інтеграції та розвитку єдиного Європейського простору вищої освіти, впровадження нових технологій навчання та виховання нової технічної еліти України з чітким розумінням права інтелектуальної власності як основної рушійної сили світової економіки. Бо «наявність знань з інтелектуальної власності сприяє реалізації творчого потенціалу

молоді, яка починає не тільки цікавитись творчою роботою, а й розуміти та бачити переваги, комерційну вигоду введення інтелектуальної власності у господарський обіг»[3]. У проекті «Національної стратегії у сфері інтелектуальної власності на період 2020–2025 роки», яку нещодавно було представлено на Міжнародному форумі «Innovation market 2019» та затверджено на парламентських слуханнях «Побудова ефективної системи охорони інтелектуальної власності в Україні» 16 грудня 2019 року, роль інтелектуальної власності для формування інтелектуальної еліти країни визначено однозначно стратегічно важливою: «Отримання знань з інтелектуальної власності студентами різних спеціальностей та безпосередньо набуття компетентностей з ІВ в системі вищої освіти сприятиме поєднанню освіти з наукою та виробництвом з метою підготовки конкурентоспроможного людського капіталу для високотехнологічного та інноваційного розвитку України, самореалізації особистості, забезпечення потреб суспільства, ринку праці та держави у кваліфікованих фахівцях. Це також сприятиме міжнародній інтеграції та інтеграції системи вищої освіти України у Європейській простір вищої освіти та Європейський дослідницький простір, з урахуванням збереження і розвитку досягнень та прогресивних традицій національної вищої школи» [7].

На сьогодні надзвичайно гостро постає проблема коли, користуючись наданою автономією, заклади вищої освіти України недооцінюють роль дисципліни «Інтелектуальна власність», що в результаті зумовлює недостатню «патентну

грамотність» у галузі ІВ як керівників підприємств, так і суспільства в цілому, нестачу фахівців-менеджерів ІВ, фахівців з оцінювання об'єктів права інтелектуальної власності (далі ОПІВ) тощо.

«Чим більшого значення вона (ІВ) набуває для економічного розвитку і створення матеріальних благ, тим більш нагальною стає проблема створення ефективної системи обізнаності та усвідомлення населення у сфері інтелектуальної власності, яка б сприяла соціально-економічному розвитку країни» [7].

Більшість розвинених країн зробили пріоритетом інноваційний розвиток економіки через створення цивілізованих освітніх програм щодо інтелектуальної власності. Але в Україні, яка раніше посідала провідне місце в Європі за кількістю науковців, державна влада продовжує недооцінювати та не використовувати повною мірою цей потужний потенціал, що наразі посилює негативний вплив світової економічної кризи.

**Аналіз публікацій.** Проблема викладання дисципліни «Інтелектуальна власність» у закладах вищої освіти України професійно розробляють уже близько двох десятиліть провідні вчені у галузі права інтелектуальної власності України, які не тільки беруть участь у формуванні законодавчої бази у сфері ІВ, а й є авторами підручників для закладів вищої освіти [5; 6; 8].

Найвні навчальні посібники та публікації на означену тематику і викладачів-практиків, які за багаторічний досвід викладання ІВ напрацювали власні методики та мають власне бачення проблеми [1–4; 11]. Але у зв'язку з тим, що викладання інтелектуальної власності у ЗВО будівельного профілю має свою, особливу специфіку, а провідну роль в Україні на сучасному етапі її розвитку відіграє саме технічна еліта, для формування якої найважливішим постає наукове перетворення світу, означена проблема вимагає подальших наукових досліджень.

**Мета статті** – аналіз проблеми необхідності викладання дисципліни «Інтелектуальна власність» у ЗВО будівельного профілю, дослідження її впливу на сучасних фахівців-будівельників, фахівців-архітекторів, фахівців-механіків для формування їх умінь та компетентностей, необхідних для молодшої технічної еліти країни.

**Виклад матеріалу.** Сучасний стан викладання дисципліни «Інтелектуальна власність» у ЗВО України відзначається надзвичайно негативними тенденціями: «Університети, які діють на праві автономії, самостійно обирають навчальні курси, відтак лише поодинокі факультети залишили повні курси з інтелектуальної власності (прикладом можуть бути філологічні факультети, журналістики, іноді – юридичні, деякі технічні). Викладання курсів та програм з ІВ здійснюється переважно в межах інших спеціальностей (технічні науки, право, інформатика, економіка тощо), кількість вишів, що здійснюють викладання курсів з ІВ, також істотно скорочена. При тому, що на щорічних професійних конференціях з інтелектуальної власності, які проводяться в Україні у різних вишах у містах Києві, Львові, Черкасах, Харкові тощо, необхідність підготовки фахівців з ІВ незмінно підтверджується» [7]. Як бачимо, нагальною проблемою на сьогодні є відсутність якісної освіти з інтелектуальної власності в Україні. Що ж насправді відбулося й до цього часу відбувається з викладанням ІВ у ЗВО України?

Згідно з наказом МОНУ від 20.10.2004 р. № 811 «Про запровадження у ВНЗ навчальної дисципліни «Інтелектуальна власність», означена дисципліна понад десять років була обов'язковою у вищій освіті України для всіх факультетів і спеціальностей у рамках лекційних годин (15–30), практичних занять (6–8 годин на деяких спеціальностях) та заліку, що дозволяло студентам ЗВО отримати хоча б початкові знання з основ інтелектуальної власності.

За неофіційними підрахунками, курс з інтелектуальної власності прослухали 120 тисяч студентів вишів України. Але після наказу МОН України від 04.03.2015 р. № 235 було скасовано дію наказу МОН від 20.10.2004 р. № 811 «Про запровадження у ВНЗ навчальної дисципліни «Інтелектуальна власність». Після означеного наказу викладання «Інтелектуальної власності» або припинилося зовсім, або звелось до формального викладання в межах інших дисциплін (на кшталт «Методологія наукових досліджень з основами інтелектуальної власності», обсягом 6–8 годин) у більшості ЗВО України.

Тільки деякі виші технічного спрямування, до яких належить і ДВНЗ ПДАБА, керівництво яких володіє державницьким, стратегічним мисленням та розумінням цього важливого чинника у формуванні технічної еліти, залишило викладання курсу «Інтелектуальна власність». У Придніпровській академії будівництва та архітектури дисципліна «Інтелектуальна власність» викладається сьогодні майже для всіх магістерських програм, як технічних – будівельних, архітектурних, механічних спеціальностей, так і економічних, в обсязі 3 кредитів (30 аудиторних годин та 60 годин самостійної роботи).

Надання хоча б початкових знань у сфері інтелектуальної власності студентам вказаного вишу справді можна вважати досягненням, яке не може бути втраченим. «Тим більше, що ця дисципліна має інтегративний характер, перебуваючи на стику самостійних дисциплін та базуючись на попередніх знаннях із фундаментальних та професійних дисциплін. Студенти усіх спеціальностей, чи то технарі, чи то економісти, набувають знання хоча б загальних понять у сфері інтелектуальної власності» [3].

У сучасному інформаційному суспільстві кожному майбутньому фахівцю з будь-якої спеціальності необхідно вміти визначати результат своєї творчої праці, свою інтелектуальну власність, форми її охорони, захисту та комерціалізації. Ці

знання дають можливість студентам виокремити особливі об'єкти права інтелектуальної власності, актуальні для їх професійної діяльності, як будівельників, механіків, архітекторів, так і економістів або екологів. «Саме тому важливим завданням для викладачів технічних ЗВО є можливість показати особливості об'єктів права інтелектуальної власності, надати спеціальні знання та навички роботи з цими особливими об'єктами. У результаті навчання студенти отримують не тільки необхідні знання, а й вміння застосовувати нормативно-правові акти при забезпеченні правової охорони об'єктів права ІВ та під час роботи з науково-технічною документацією, проведення патентних досліджень у певній галузі техніки, визначення нематеріальних активів та інтелектуального капіталу у сфері економіки» [3].

Це все надзвичайно важливо для сучасних фахівців в умовах входження України до європейського простору. Вища освіта сьогодні «має сприяти формуванню креативного стилю мислення у молоді, яка здібна творити і виконувати складні міждисциплінарні завдання, ефективно і своєчасно відповідаючи на наявний суспільний запит» [7]. Токійська декларація про культуру інтелектуальної власності (2004 р.) відмічала особливу важливість існування та формування таких рис для сучасного суспільства, які бачаться актуальними до сьогоднішнього дня: «...суспільство з високим рівнем культури в галузі ІВ, яке розуміє й поважає інтелектуальну творчість, орієнтоване на стабільність, що дозволяє стійко розвивати не тільки економіку, а й винахідницьку та інноваційну діяльність для подолання викликів, які загрожують усьому суспільству, нинішньому і майбутнім поколінням, сприяючи таким чином процвітанню всього людства» [7].

Виходячи з цього, незаперечною, на нашу думку, постає важливість збереження курсу «Інтелектуальна власність» для студентів ЗВО будівельного профілю, «оскільки саме в цій дисципліні студенти

можуть познайомитися з організацією винахідницької діяльності, з методами пошуку науково-технічних рішень, доповнити вже отримані знання під час вивчення інших дисциплін із методів наукового аналізу отримання та обробки даних тощо» [3].

Але є аспекти, що потребують внесення деяких змін для поліпшення якості надання знань та формування компетентностей студентів. Для того, щоб знання у сфері інтелектуальної власності могли б отримати якомога більше студентів, оптимальніше було б надавати початкові знання студентам освітнього рівня «бакалавр» на третьому або четвертому курсі. Бо, як слушно відмічається в «Національній стратегії у сфері інтелектуальної власності на період 2020–2025 роки»: «Нині у ВНЗ України відсутні дисципліни з ІВ, адаптовані для відповідних спеціальностей, які б сприяли набуттю знань з ІВ не лише на рівні спеціалізованих освітніх магістерських програм з ІВ (права, управління), а й інших спеціальностей, у т. ч. на бакалавратурі. Зазначена ситуація стала наслідком певних нормотворчих дій уряду» [7].

Виходячи з цього, та щоб отримані раніше знання та навички студенти могли використати для виконання магістерської роботи, необхідно, на нашу думку, продовжити вивчення інтелектуальної власності у курсі «Захист інтелектуальної власності» для магістрів, як професійних, так і наукових.

До сьогодні існує проблема обмеженості аудиторного часу (30 лекційних годин), через яку та «відсутність практичних занять неможливо сформуванню необхідні вміння та компетентності, а саме: навчити студентів правильно оформити заявку на винахід або інший об'єкт права інтелектуальної власності, познайомити з оформленням ліцензійної угоди про передачу прав на будь-який об'єкт права інтелектуальної власності. Лекційного часу викладачам вистачає лише для формування загального уявлення про інтелектуальну власність» [3].

Окрім цього, як зазначається в проекті Національної стратегії у сфері

інтелектуальної власності на період 2020–2025 роки: «Відсутні й дистанційні курси з інтелектуальної власності для студентів різних галузей знань, бізнесу, школярів тощо» [7]. За результатами публічних обговорень на форумах, семінарах та конференціях професійним майданчиком для їх створення, що зможе зібрати фахівців з ІВ з України для підготовки таких дистанційних курсів, постає на сьогодні Науково-дослідний інститут інтелектуальної власності Національної академії правознавчих наук України (далі НДІВ НАПрНУ) як провідний науковий та методологічний центр країни у сфері ІВ.

Викладачі ДВНЗ ПДАБА включилися в процес створення окремих програм, спрямованих для навчання студентів, котрі не спеціалізуються в галузі ІВ, підготувавши два навчальні посібники, що засвідчується і авторським свідоцтвом [11]. Задля формування базових компетенцій студентів на основі вивчення даної дисципліни розроблено також посібник для студентів заочної та дистанційної форми навчання. Але вже на часі розроблення сучасного дистанційного курсу за допомогою інформаційно-комунікаційних технологій, зокрема, технології дистанційного та інтерактивного навчання, задля їх поєднання з традиційними методами освітнього процесу, що можливо зробити разом з НДІВ НАПрНУ. Тим більше, що ДВНЗ ПДАБА та НДІВ НАПрНУ у 2019 році підписали Угоду про співробітництво, де, серед іншого, зазначено такі форми співробітництва: підготовка наукових та науково-педагогічних кадрів вищої кваліфікації; організація, проведення та участь у наукових конференціях, круглих столах, семінарах, тренінгах тощо; підготовка та видання науково-методичних матеріалів, навчальних посібників, підручників, монографій, наукових програм тощо.

У рамках цієї Угоди, 28–31 листопада 2019 р. ДВНЗ ПДАБА та Науково-дослідний інститут інтелектуальної власності Національної академії правознавчих наук України підготували та провели на базі

академії Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Інтелектуальна власність в Україні: проблеми та перспективи розвитку в інформаційному суспільстві». Конференція відбувалася в Інтернет-форматі «Київ–Дніпро» та в процесі підготовки та наукового обговорення розвитку інтелектуальної власності, проблеми її викладання об'єднала близько 20 ЗВО України, зокрема: КНУ імені Тараса Шевченка; НТУ України «КПІ імені І. Сікорського»; Національний транспортний університет, Херсонський національний технічний університет; Сумський державний університет та багато інших.

Проведення заходу всеукраїнського масштабу не тільки посприяло науковому обговоренню питання розвитку інтелектуальної власності в Україні, а й дало можливість використати цю наукову подію для більш глибокого та практичного опанування знань з інтелектуальної власності студентами-магістрами з різних факультетів та спеціальностей. В означеній конференції взяли участь 12 магістрів ДВНЗ ПДАБА та 14 студентів та магістрів з інших навчальних закладів, які подали свої тези у співавторстві з викладачами на різноманітну тематику з інтелектуальної власності.

Основне завдання викладачів інтелектуальної власності ЗВО будівельного профілю «у підготовці інженерів, технологів, науковців – це завдання навчити студентів працювати із законодавчими документами; виявляти об'єкти інтелектуальної власності, ідентифікувати об'єкти інтелектуальної власності, оформляти заявки на об'єкти права власності. При підготовці архітекторів – навчити визначати архітектурні твори як об'єкти права ІВ, реєструвати авторські права на архітектурні твори; обирати форму охорони прав на ці об'єкти інтелектуальної власності. У підготовці фахівців економічних спеціальностей особливо важливо виявляти нематеріальні активи як об'єкти права ІВ, визначати інтелектуальний капітал, інноваційні технології в економіці» [3].

Дуже дієвою та цікавою для студентів формою роботи, яку запроваджено у ДВНЗ ПДАБА, стала участь в окремих лекційних заняттях фахівців-практиків із механіки, будівництва тощо, які мають патенти на свої наукові розробки. «Це хороша можливість для студентів ближче познайомитися з практикою науково-дослідницької роботи, з результатами патентування – винаходами та корисними моделями... Навчання на прикладі викладачів-новаторів та винахідників дає найкращий ефект. Саме такий приклад може спонукати студентів до винахідництва, до креативного мислення, до практичного втілення набутих у курсі «Інтелектуальна власність» знань та умінь» [3].

Дисципліна «Інтелектуальна власність» має бути органічно адаптована до інших дисциплін, що викладаються студентам технічних ЗВО будівельної галузі, а студентська молодь як майбутня технічна еліта країни має стати носієм інноваційної свідомості, що активно використовує набуті теоретичні знання у професійній діяльності та усвідомлює своє важливе місце у сучасному інноваційному просторі України та світу.

**Висновки.** Актуальність знань з ІВ для молодшої технічної еліти країни доводить «Національна стратегія у сфері інтелектуальної власності на період 2020–2025 роки». Цей важливий документ обґрунтовує необхідність викладання дисципліни «Інтелектуальна власність» у ЗВО України стратегічними завданнями, що наразі виконує наша держава: «...отримання знань з інтелектуальної власності в системі вищої освіти, із дотриманням принципу наступності процесу здобуття вищої освіти, створить умови для розбудови суспільства, що розуміє цінність власних досягнень та вигод, які можна отримати через інновації та використання прав на результати власної творчості, сприятиме активізації інновацій та комерціалізації, фаховому забезпеченню інструментального використання прав ІВ як цілеспрямованої складової інноваційної політики, якісному забезпеченню захисту прав ІВ» [7].



Проект Національної стратегії затверджений на парламентських слуханнях «Побудова ефективної системи охорони інтелектуальної власності в Україні» 16 грудня 2019 року. Серед проблем, які на сьогодні є в Україні у сфері інтелектуальної власності, можна зазначити, зокрема: недостатнє освоєння результатів інтелектуальної творчості та інноваційної діяльності; низький рівень використання малими і середніми підприємствами потенціалу інтелектуальної власності; високий рівень піратства та інтелектуальної контрафакції; патентний тролінг тощо, було названо й «актуальність та необхідність формування послідовної політики у сфері

інтелектуальної власності у системі науки і освіти» [9].

Виходячи з цього, одне із головних завдань, які постали сьогодні перед кожним ЗВО, – це створення сприятливих умов для студентської молоді задля професійного та творчого зростання. Викладання інтелектуальної власності у вищій будівельній професії має надзвичайно велике значення для формування нової технічної еліти в умовах нового інформаційного суспільства, яка має бути носієм інноваційної свідомості та вміння визначати результати своєї творчої праці, свою інтелектуальну власність, форми охорони та захисту об'єктів права інтелектуальної власності.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабенко В. А., Лимар А. П. Інтелектуальна власність : навч. посіб. Дніпропетровськ : ДРІДУ НАДУ, 2011. 153 с.
2. Бабенко В. А., Омелян-Скирта Н. Г. Основи інтелектуальної власності : навч. посіб. Дніпропетровськ : ПДАБА, 2011. 140 с.
3. Бабенко В. А. Удосконалення форм і методів впровадження інформаційно-комп'ютерних технологій при викладанні курсу «інтелектуальна власність» студентам технічних ВНЗ будівельної галузі. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2017. № 6. С. 85–97.
4. Бабенко В. А., Папірник Р. Б. Викладання інтелектуальної власності в технічних ЗВО у вимірах сучасних вимог. *Інтелектуальна власність в Україні: проблеми та перспективи розвитку в інформаційному суспільстві* : тези Всеукр. наук.-практ. конф., м. Київ, 28–29 листоп. 2019 р. Київ – Дніпро : НДІ ІВ НАПрНУ – ПДАБА, 2019. 424 с. С. 368–374.
5. Базилевич В. Д. Інтелектуальна власність : підруч.; 2 вид. Київ : Знання, 2008. 431 с.
6. Дроб'язко В. С., Дроб'язко Р. В. Право інтелектуальної власності : навч. посіб. Київ : Юрінком Інтер, 2004. 512 с.
7. Національна стратегія у сфері інтелектуальної власності на період 2020 – 2025 роки (проект). NIPO UA : веб-сайт. URL : <http://nipo.org.ua/activity/stvorennya-efektivnogo-navchalnogo-centru-u-sferi-intelektualnoi-vlasnosti-iv> (дата звернення : 01.02.2020).
8. Орлюк О., Савінова Н. Право інтелектуальної власності : обрати не можна відмовитись. URL : <http://ndiiv.org.ua/ua/o-orlyuk-n-savinova-pravo-intelektual/> (дата звернення : 01.12.2019).
9. Про парламентські слухання на тему: «Побудова ефективної системи охорони інтелектуальної власності в Україні», 16 грудня 2019 року. Верховна Рада України : офіційний веб-портал. URL : <https://rada.gov.ua/news/Novyny/186120.html> (дата звернення : 01.02.2020).
10. Савицький М. В., Євсєєва Г. П. Концептуальні проблеми захисту прав інтелектуальної власності в науково-технічній діяльності освітян. *Інтелектуальна власність в Україні: проблеми та перспективи розвитку в інформаційному суспільстві* : тези Всеукр. наук.-практ. конф., м. Київ, 28–29 листоп. 2019 р. Київ – Дніпро : НДІ ІВ НАПрНУ – ПДАБА, 2019. 424 с. С. 170–175.
11. Навчальний посібник «Основи інтелектуальної власності» : Свідectво про реєстрацію авторського права на твір № 48467 від 26.03.2013 р. Державної служби інтелектуальної власності України / І. І. Верба, В. О. Коваль; за ред. С. В. Чікін. Київ : НТУУ «КПІ», 2013. 262 с.
12. Фесенко В. Формування нової української еліти. *І*-2006. № 45. С. 117–121.

### REFERENCES

1. Babenko V.A. and Limar A.P. 'Intellectual property : tutorial'. Dnipropetrovsk : DRIDU NADU, 2011, 153 p. (in Ukrainian).
2. Babenko V.A. and Omelyan-Skirt N.G. *Osnovi intelektual'noi vlasnosti : navch. posib.* [Fundamentals of Intellectual Property]. Dnipropetrovsk : PSACEA, 2011, 140 p. (in Ukrainian).

3. Babenko V.A. *Udoskonalennya form i metodiv vprovadzhennya informacijno-kompyuternih tehnologij pri vikladanni kursu «intelektual'na vlasnist'» studentam tehnicnih VNZ budivel'noi galuzi* [Improvement of forms and methods of introduction of information and computer technologies in teaching the course "intellectual property" to students of technical universities of the construction industry]. *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoi akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2017, no. 6, pp. 85–97. (in Ukrainian).
4. Babenko V.A., Papirnik R.B. *Vikladannya intelektual'noi vlasnosti v tehnicnih ZVO u vimirah suchasnih vimog* [Teaching Intellectual Property in Technical HLW in Measuring Modern Requirements]. *Intelektual'na vlasnist' v Ukraïni: problemi ta perspektivi rozvitku v informacijnomu suspil'stvi : tezi Vseukr. nauk.-prakt. konf.* [Intellectual Property in Ukraine: Problems and Prospects for Development in the Information Society : abstracts of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]. Kyiv, 28–29 November 2019. Kyiv–Dnipro : SRI IP NAPNU – PSACEA, 2019, 424 p., pp. 368–374. (in Ukrainian).
5. Basilevich V.D. *Intelektual'na vlasnist' : pidruchnyk* [Intellectual property : textbook]. 2nd edition, Kyiv : Knowledge, 2008, 431p. (in Ukrainian).
6. Drobiazko V.S. and Drobiazko R.V. *Pravo intelektual'noi vlasnosti : navch. posibnyk* [Intellectual property law : textbook]. Kyiv : Yurincom Inter, 2004, 512 p. (in Ukrainian).
7. *Nacional'na strategiia u sferi intelektual'noi vlasnosti na period 2020–2025 roki (proekt)* [National Intellectual Property Strategy for the period 2020–2025] (project). NIPO UA : website. (Accessed : 01.02.2020). (in Ukraine).
8. Orlyuk O. and Savinova N. *Pravo intelektual'noi vlasnosti : obrati ne mozhna vidmovitis'* [Intellectual property right : it is impossible to refuse to choose]. (Accessed : 01.12.2019). (in Ukraine).
9. *Pro parlaments'ki sluhannya na temu : “Pobudova efektyvnoi sistemi ohoroni intelektual'noi vlasnosti v Ukraïni”, 16 grudnya 2019 roku* [On Parliamentary Hearings on “Building an Effective Intellectual Property Protection System in Ukraine”, December 16, 2019.]. The Verkhovna Rada of Ukraine: official web portal. (Accessed : 01.02.2020). (in Ukraine).
10. Savitsky M.V. and Evseyeva G.P. *Konceptual'ni problemi zahistu prav intelektual'noi vlasnosti v naukovotekhnichnij diyal'nosti osvityan* [Conceptual problems of protection of intellectual property rights in scientific and technical activity of educators]. *Intelektual'na vlasnist' v Ukraïni: problemi ta perspektivi rozvitku v informacijnomu suspil'stvi : tezi Vseukr. nauk.-prakt. konf.* [Intellectual Property in Ukraine: Problems and Prospects for Development in the Information Society : abstracts of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference]. Kyiv, 28–29 November 2019. Kyiv–Dnipro : SRI IP NAPNU – PSACEA, 2019, 424 p., pp.170–175. (in Ukrainian).
11. *Navchal'nij posibnyk «Osnovi intelektual'noi vlasnosti» : svidoctvo pro reestraciyu avtors'kogo prava na tvir № 48467 vid 26.03.2013 r. Derzhavnoi sluzhbi intelektual'noi vlasnosti Ukraïni* [Educational manual "Fundamentals of Intellectual Property": certificate of registration of copyright for the work no. 48467 from 26.03.2013 of the State Intellectual Property Service of Ukraine]. I.I. Verba and V.O. Koval; edited by S.V. Chikin. Kyiv : NTUU "KPI", 2013, 262 p. (in Ukrainian).
12. Fesenko V. *Formuvannya novoï ukrains'koï eliti* [Formation of the new Ukrainian elite]. *İ* – 2006, no. 45, pp. 117–121. (in Ukrainian).

Надійшла до редакції : 04.02.2020.

УДК 624.953.014.2.004.15+539.3

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.260220.99.615

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ НАФТОВИХ РЕЗЕРВУАРІВ У ПЕРІОД ЕКСПЛУАТАЦІЇ

СЕМЕНЕЦЬ С. М.<sup>1</sup>, к. т. н., доц.,  
НАСОНОВА С. С.<sup>2</sup>, к. т. н., доц.,  
ВОЛЧОК Д. Л.<sup>3\*</sup>, к. т. н., доц.,  
ВЕЛЬМАГІНА Н. О.<sup>4</sup>, к. ф.-м. н., доц.

<sup>1</sup> Кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 639-60-64, e-mail: [ssemenets28@gmail.com](mailto:ssemenets28@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6359-1069

<sup>2</sup> Кафедра вищої математики, Державний вищий навчальний заклад «Український державний хіміко-технологічний університет», пр. Гагаріна, 8, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (097) 940-98-56, e-mail: [ms.nasonova.s@gmail.com](mailto:ms.nasonova.s@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0920-7417

<sup>3\*</sup> Кафедра будівельної механіки та опору матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-51, e-mail: [Denys.L.Volchok@gmail.com](mailto:Denys.L.Volchok@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7914-321X

<sup>4</sup> Кафедра прикладної математики та інформаційних технологій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (095) 106-56-13, e-mail: [velmagina24@gmail.com](mailto:velmagina24@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5584-3748

**Анотація. Постановка проблеми.** Зміст і періодичність відновлення нафтових резервуарів (РВС) у нормативних документах [6] визначені досить орієнтовно, а з позицій економічної ефективності відповідні питання досліджені недостатньо. Така ситуація, що склалася в практиці ревізій технічного стану РВС, які перебувають в експлуатації, вимагає розроблення нових математичних моделей і методів забезпечення експлуатаційної надійності РВС з урахуванням накопиченого статистичного матеріалу про дефекти та пошкодження цих споруд. У статті технічний стан резервуара в процесі експлуатації описується в термінах випадкових функцій корозійного зносу, що залежать від часу як від параметра. Сформульовано ймовірнісні критерії (необхідні умови) часткового і повного відновлення резервуарних конструкцій. Розглянуто завдання раціонального забезпечення надійності РВС у період експлуатації з урахуванням відновлення. Стосовно типового проекту резервуара об'ємом 5 000 м<sup>3</sup> досліджено вплив величини необхідного рівня надійності на стратегії відновлення конструктивних елементів. Отримано відповідні плани-графіки відновлення. **Мета дослідження** – розробити метод ефективного забезпечення експлуатаційної надійності нафтових резервуарів на основі періодичного відновлення їх конструктивних елементів. **Висновки.** Запропоновані ймовірнісні критерії відновлення резервуарних конструкцій і відповідна модель забезпечення надійності можуть бути корисними для обґрунтування стратегії відновлення нафтових резервуарів у період експлуатації. Параметри цих моделей можуть коригуватися за результатами статистичної обробки даних технічної діагностики аналогічних об'єктів. Отримані плани-графіки відновлення резервуарних конструкцій досить добре узгоджуються з періодичністю технічної діагностики, рекомендованою в нормативних документах [6], що підтверджує достовірність отриманих результатів. У результаті розглянуті моделі та алгоритми можуть служити досить ефективним математичним інструментом у дослідженні проблем надійності нафтових резервуарів.

**Ключові слова:** нафтовий резервуар; забезпечення надійності; відновлення; ревізія технічного стану

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ НЕФТЯНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ

СЕМЕНЕЦ С. Н.<sup>1</sup>, к. т. н., доц.,  
НАСОНОВА С. С.<sup>2</sup>, к. т. н., доц.,  
ВОЛЧОК Д. Л.<sup>3\*</sup>, к. т. н., доц.,  
ВЕЛЬМАГИНА Н. А.<sup>4</sup>, к. ф.-м. н., доц.

<sup>1</sup> Кафедра прикладной математики и информационных технологий, Государственное высшее учебное заведение «Приднiпровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днипро, Украина, тел. +38 (067) 639-60-64, e-mail: [ssemenets28@gmail.com](mailto:ssemenets28@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6359-1069

<sup>2</sup> Кафедра высшей математики, Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет», пр. Гагарина, 8, 49005, Днепро, Украина, тел. +38 (097) 940-98-56, e-mail: [ms.nasonova.s@gmail.com](mailto:ms.nasonova.s@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0920-7417

<sup>3\*</sup> Кафедра строительной механики и сопротивления материалов, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-51, e-mail: [Denys.L.Volchok@gmail.com](mailto:Denys.L.Volchok@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7914-321X

<sup>4</sup> Кафедра прикладной математики и информационных технологий, Государственное высшее учебное заведение «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (095) 106-56-13, e-mail: [velmagina24@gmail.com](mailto:velmagina24@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5584-3748

**Аннотация. Постановка проблемы.** Содержание и периодичность восстановления нефтяных резервуаров (РВС) в нормативных документах [6] определены весьма ориентировочно, а с позиций экономической эффективности соответствующие вопросы исследованы недостаточно. Такая ситуация, сложившаяся в практике ревизий технического состояния РВС, находящихся в эксплуатации, требует разработки новых математических моделей и методов обеспечения эксплуатационной надежности РВС с учетом накопленного статистического материала о дефектах и повреждениях этих сооружений. В статье техническое состояние резервуара в процессе эксплуатации описывается в терминах случайных функций коррозионного износа, зависящих от времени как от параметра. Сформулированы вероятностные критерии (необходимые условия) частичного и полного восстановления резервуарных конструкций. Рассмотрена задача рационального обеспечения надежности РВС в период эксплуатации с учетом восстановления. Применительно к типовому проекту резервуара объемом 5 000 м<sup>3</sup> исследовано влияние требуемого уровня надежности на стратегии восстановления конструктивных элементов. Получены соответствующие планы-графики восстановления. **Цель статьи** – разработать метод эффективного обеспечения эксплуатационной надежности нефтяных резервуаров на основе периодического восстановления их конструктивных элементов. **Выводы.** Предложенные вероятностные критерии восстановления резервуарных конструкций и соответствующая модель обеспечения надежности могут быть полезными для обоснования стратегии восстановления нефтяных резервуаров в период эксплуатации. Параметры этих моделей могут корректироваться по результатам статистической обработки данных технической диагностики аналогичных объектов. Полученные планы-графики восстановления резервуарных конструкций достаточно хорошо согласуются с периодичностями технической диагностики РВС, рекомендованными в нормативных документах [6], что подтверждает достоверность полученных результатов. В итоге рассмотренные модели и алгоритмы могут служить достаточно эффективным математическим инструментом при исследовании проблем надежности нефтяных резервуаров в рамках экономического подхода.

**Ключевые слова:** нефтяной резервуар; обеспечение надежности; восстановление; ревизия технического состояния

## MAINTENANCE OF RELIABILITY OF PETROLEUM RESERVOIRS IN THE PERIOD OF OPERATION

SEMENETS S.M.<sup>1</sup>, *Cand. Sc.(Tech.), Ass. Prof.*,  
NASONOVA S.S.<sup>2</sup>, *Cand. Sc.(Tech.), Ass. Prof.*,  
VOLCHOK D.L.<sup>3\*</sup>, *Cand. Sc.(Tech.), Ass. Prof.*,  
VELMAHINA N.O.<sup>4</sup>, *Cand. Sc.(Phys. and Math.), Ass. Prof.*

<sup>1</sup> Department of Applied Mathematics and Information Technology, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (067) 639-60-64, e-mail: [ssemenets28@gmail.com](mailto:ssemenets28@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-6359-1069

<sup>2</sup> Department of Higher Mathematics, State Higher Educational Establishment "Ukrainian State University of Chemical Technology", 8 Gagarina Ave., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (097) 940-98-56, e-mail: [ms.nasonova.s@gmail.com](mailto:ms.nasonova.s@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-0920-7417

<sup>3\*</sup> Department of Structural Mechanics and Strength of Materials, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (056) 756-33-51, e-mail: [Denys.L.Volchok@gmail.com](mailto:Denys.L.Volchok@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-7914-321X

<sup>4</sup> Department of Applied Mathematics and Information Technology, State Higher Educational Institution “Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-a, Chernyshevskoho St., 49600, Dnipro, Ukraine, tel. +38 (095) 106-56-13, e-mail: [velmagina24@gmail.com](mailto:velmagina24@gmail.com), ORCID ID: 0000-0002-5584-3748

**Abstract. Problem statement.** The content and periodicity of the restoration of petroleum reservoirs (RVS) in the regulatory documents [6] are defined very roughly, and from the standpoint of economic efficiency, the relevant issues are not sufficiently studied. Such a situation that has developed in the practice of revisions of the technical state of the

RVS during operation requires the development of new mathematical models and methods to ensure the operational reliability of the RVS, taking into account the accumulated statistical material on defects and damage of these structures. The article describes the technical state of the tank during operation in terms of random functions of corrosive wear, depending on time as a parameter. Probabilistic criteria (the necessary conditions) for partial and complete restoration of RVS are formulated. The task of rational ensuring the reliability of the RVS during the operation period, taking into account the restoration, is considered. With reference to the standard design of a 5,000 m<sup>3</sup> tank, the effect of the required level of reliability on the recovery strategies of structural elements was investigated. The corresponding recovery plans are obtained. **Purpose of the article** is to develop a method to ensure effectively the operational reliability of petroleum reservoirs based on the periodic restoration of their structural elements. **Conclusions.** The proposed probabilistic criteria for the restoration of reservoir structures and the corresponding reliability model can be useful in justifying the recovery strategy of RVS during the operation period. The parameters of these models can be adjusted according to the results of statistical processing of data from technical diagnostics of similar objects. The obtained plans for the restoration of reservoir structures are in good agreement with the frequency of technical diagnostics recommended in regulation documents [6], which confirm the reliability of the results obtained. As a result, the considered models and algorithms can serve as a quite effective mathematical tool in the study of problems of reliability of RVS within the framework of the economic approach.

**Keywords:** *petroleum reservoir; reliability assurance; restoration; technical condition inspection*

**Вступ.** Надійність сталевих вертикальних резервуарів наземного типу для довгострокового зберігання нафти і нафтопродуктів (РВС) в основному залежить від надійності їх сталевих конструкцій. Ці споруди мають високий ступінь відповідальності. Порушення їх цілісності, а тим більше часткові або повні руйнування спричиняють значні матеріальні і моральні збитки, що пов'язано із втратою нафтопродукту, забрудненням навколишнього середовища і в багатьох випадках із людськими жертвами. Аварії РВС прийнято відносити до розряду катастроф державного масштабу. У зв'язку з цим забезпечення надійності нафтових резервуарів постає головною умовою їх експлуатації.

Огляд досліджень і детальний аналіз сучасного стану проблеми забезпечення експлуатаційної надійності нафтових резервуарів виконано в статтях [1; 2], де, зокрема, відмічається, що в більшості досліджень належним чином не враховується вплив фактора відновлення конструктивних елементів на оцінку рівня надійності резервуара в цілому, а різні методи розрахунку такої оцінки зазвичай дають різні результати. Для попередження можливих аварій резервуарів необхідно класифікувати і систематизувати причини їх виникнення, що вимагає подальшого накопичення статистичного матеріалу про відмови РВС і передумови їх настання. Крім

того, маловивченою залишається проблема оцінювання і забезпечення надійності нафтових резервуарів на різних стадіях їх життєвого циклу. Тому питання, пов'язані з оцінюванням і ефективним керуванням експлуатаційною надійністю РВС, досить актуальні [1; 2; 8; 10–12].

**Постановка проблеми.** Зміст і періодичність відновлення нафтових резервуарів у нормативних документах [6] визначені досить орієнтовно, а з позицій економічної ефективності відповідні питання досліджені недостатньо. Така ситуація, що склалася в практиці ревізій технічного стану РВС, які перебувають в експлуатації, вимагає розроблення нових математичних моделей і методів забезпечення експлуатаційної надійності РВС з урахуванням накопиченого статистичного матеріалу про дефекти і пошкодження цих споруд.

У статті технічний стан резервуара в процесі експлуатації описується в термінах випадкових функцій корозійного зносу, що залежать від часу як від параметра. Сформульовано імовірнісні критерії (необхідні умови) часткового і повного відновлення резервуарних конструкцій.

Поставлено завдання раціонального забезпечення надійності РВС у період експлуатації з урахуванням відновлення, сформульоване в термінах нелінійної задачі математичного програмування з бінарними змінними. Для її числового розв'язання

розроблено спеціальний алгоритм, заснований на принципах «жадібних» алгоритмів. Стосовно до типового проекту резервуара об'ємом 5 000 м<sup>3</sup> досліджено вплив величини необхідного рівня надійності на стратегії відновлення конструктивних елементів. Отримано відповідні плани-графіки відновлення.

**Мета і завдання дослідження.** Мета – розробити метод ефективного забезпечення експлуатаційної надійності нафтових резервуарів на основі періодичного відновлення їх конструктивних елементів.

Відповідно до даної мети ставляться такі завдання:

1. Розробити імовірнісні критерії часткового і повного відновлення резервуарних конструкцій.

2. Розробити модель раціонального забезпечення надійності РВС з урахуванням відновлення в період експлуатації.

3. Розробити ефективний алгоритм числового розв'язання сформульованої оптимізаційної задачі.

4. На прикладі типового проекту резервуара об'ємом 5 000 м<sup>3</sup> дослідити вплив величини необхідного рівня надійності на стратегії відновлення конструктивних елементів.

**Основний матеріал.** Відповідно до [7; 8] нафтовий резервуар розглядається як складна система, що складається з чотирьох логічно послідовно з'єднаних підсистем: днища, покрівлі, циліндричної стінки і вузла сполучення стінки з днищем. Загальна схема резервуара показана на рисунку 1.

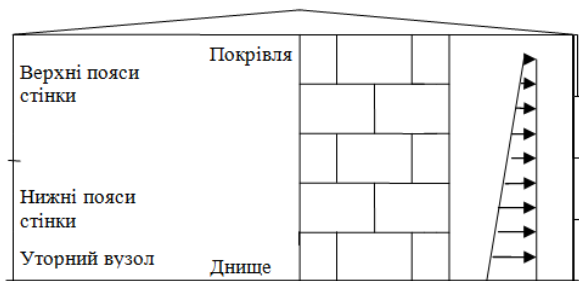


Рис. 1. Загальна схема РВС

Вважається, що резервуар виконує властиві йому функції з приймання, зберігання та відпуску нафтопродуктів у нормальних режимах роботи відповідно до

діючих нормативних документів і з проектним рівнем заливу.

Основним механізмом відмов резервуара вважається корозійний знос, який розглядається в контексті комбінованого впливу поверхневої і локальної корозії. Технічний стан резервуара описується в термінах випадкових функцій корозійного зносу, що залежать від часу як від параметра. Приймається, що усунення незворотного зносу конструктивних елементів вимагає відповідного капітального ремонту, а локальні корозійні пошкодження усуваються на основі поточних ремонтів, що проводяться в рамках системи технічного обслуговування і ремонтів. Критерієм відмови резервуара вважається порушення хоча б однієї з нормативних вимог ненастання граничних станів, а також умов герметичності.

Згідно з нормами [7; 9] нафтові резервуари в період експлуатації повинні відповідати вимогам ненастання граничних станів за умовами міцності, стійкості і герметичності. Ці вимоги можна описати наступною системою нерівностей [7]:

$$\gamma_c R_y \delta_i(t) - p_i r \geq 0, i = \overline{1, n}; \quad (1)$$

$$\gamma_c R_y \delta_1^2(t) - 6M_0 \geq 0; \quad (2)$$

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

$$\delta_{он}(t) - \frac{\delta_{он0}}{2} \geq 0; \quad (4)$$

$$\delta_{кр}(t) - \frac{\delta_{кр0}}{2} \geq 0. \quad (5)$$

Тут позначено:  $t$  – напрацювання резервуара від початку експлуатації;  $R_y$  – розрахунковий опір сталі;  $n$  – число поясів циліндричної стінки;  $\delta_i(t), i = \overline{1, n}$  – залишкове (поточне) значення товщини  $i$ -го поясу;  $\delta_{он}(t), \delta_{кр}(t)$  – залишкові (поточні) значення товщини, відповідно, днища і настилу покрівлі;  $\delta_{он0}, \delta_{кр0}$  – проектні значення товщини, відповідно, днища і настилу покрівлі;  $r$  – радіус

серединної поверхні резервуара;  $\gamma_c$  – коефіцієнт умов роботи (для нижнього поясу  $\gamma_c = 0,6$ , для інших поясів циліндричної стінки  $\gamma_c = 0,9$ , для уторного вузла  $\gamma_c = 1,2$ );  $p_i$  – гідростатичний тиск на  $i$ -й пояс;  $\sigma_1(t), \sigma_2(t)$  – поточні значення меридіональних і кільцевих напружень, що виникають в стінці від, відповідно, поздовжніх і радіальних зовнішніх навантажень;  $\sigma_{cr1}(t), \sigma_{cr2}(t)$  – критичні значення напружень при стисканні, відповідно, в осьовому і радіальному напрямку;  $M_0$  – згинальний момент в зоні сполучення стінки з днищем.

З урахуванням незворотного корозійного зносу залишкове значення товщини будь-якого конструктивного елемента резервуара в нерівностях (1)–(7) визначається за формулою

$$\delta(t) = \delta_0 - \Delta(t), \quad (6)$$

де  $\delta_0$  і  $\Delta(t)$  – відповідно, проектне значення товщини і поточна величина незворотного корозійного зносу конструктивного елемента.

Дані технічної діагностики нафтових резервуарів [3] показують, що корозійний знос днища і покрівлі характеризується спільним впливом двох складових: поверхневої корозії, що викликає незворотне зменшення товщини конструктивних елементів, і локальної корозії (корозійні виразки, каверни, піттинги та ін.), розвиток якої пов'язаний з ризиками появи наскрізних пошкоджень. При цьому швидкість локальної корозії може значно перевищувати швидкість поверхневої корозії. Це означає, що ненастання граничних станів днища і покрівлі (виконання умов (4) і (5)), взагалі кажучи, ще не забезпечує герметичності резервуара в період експлуатації. Тому аналіз технічного стану днища і покрівлі, крім перевірки нормативних умов (4) і (5), повинен передбачати додаткову перевірку вимоги недопущення наскрізних пошкоджень. Цю вимогу можна описати наступною системою нерівностей:

$$\delta_{он}(t) - \zeta_{он}(t) \geq \delta_{он}^-, \quad (7)$$

$$\delta_{кр}(t) - \zeta_{кр}(t) \geq \delta_{кр}^-, \quad (8)$$

де  $\zeta_{он}(t), \zeta_{кр}(t)$  – поточні величини локального корозійного зносу, відповідно, днища і покрівлі;  $\delta_{он}^-, \delta_{кр}^-$  – негативні допуски на листовий прокат, який використовується для виготовлення, відповідно, днища і покрівлі.

Важливо зазначити, що система нерівностей (1)–(5), (7)–(8) спільно з (6) описує зміну технічного стану РВС внаслідок корозійного зносу їх конструктивних елементів у період експлуатації (до першого капітального ремонту). При цьому, з огляду на випадковий характер корозії, ліві частини кожної з перелічених нерівностей потрібно розглядати як випадкові функції корозійного зносу, що залежать від часу як від параметра.

Результати статистичної обробки даних товщинометрії сталевих конструкцій нафтових резервуарів [3] показують, що їх корозійний знос досить добре описується нормальним законом розподілу ймовірностей. Беручи до уваги дану обставину, а також співвідношення (1)–(8), показники надійності РВС можна виразити через індекси забезпеченості [8] і функцію нормованого нормального розподілу.

Загальна методика і відповідні розрахункові моделі оцінки ймовірностей ненастання граничних станів циліндричної стінки і її поясів, вузла сполучення стінки з днищем, днища і покрівлі, наведені в статті [8]. Ймовірності відсутності наскрізних ушкоджень днища та покрівлі протягом напрацювання  $t$  можна знайти за такими формулами:

$$P_d^r(t) = P[\delta_{он}(t) - \zeta_{он}(t) - \delta_{он}^- \geq 0] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\mu_d} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du \quad ; \quad (9)$$

$$P_k^r(t) = P[\delta_{кр}(t) - \zeta_{кр}(t) - \delta_{кр}^- \geq 0] = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\mu_k} \exp\left(-\frac{u^2}{2}\right) du \quad . \quad (10)$$

Тут  $\mu_d, \mu_k$  – поточні значення індексів забезпеченості герметичності,

відповідно, днища і покрівлі, які обчислюють за формулами:

$$\begin{aligned} \mu_d &= \frac{\delta_{\text{дн}0} - \bar{\Delta}_{\text{дн}}(t) - \bar{\zeta}_{\text{дн}}(t) - \delta_{\text{дн}}^-}{\sqrt{\Delta_{\text{дн}}^2(t) + \zeta_{\text{дн}}^2(t)}}, \\ \mu_k &= \frac{\delta_{\text{кр}0} - \bar{\Delta}_{\text{кр}}(t) - \bar{\zeta}_{\text{кр}}(t) - \delta_{\text{кр}}^-}{\sqrt{\Delta_{\text{кр}}^2(t) + \zeta_{\text{кр}}^2(t)}}, \end{aligned} \quad (11)$$

де риска і хвиляста лінія позначають, відповідно, математичне очікування і середньоквадратичне відхилення випадкових величин.

Оскільки корозійний знос – це головний і загальний механізм деградації резервуарних конструкцій, то їх відмови є статистично залежними подіями, що робить «неробочим» відоме правило множення ймовірностей при визначенні ймовірності безвідмовної роботи всього резервуара. У такій ситуації ймовірність безвідмовної роботи РВС протягом заданого напрацювання може бути наближено оцінена на основі моделі «слабшої ланки» [4; 8].

Відповідно до цієї моделі, якщо відмови елементів системи з логічно послідовним з'єднанням елементів викликаються однією і тією ж причиною, першим виходить із ладу «найслабший» елемент, ймовірність відмови якого найбільша (прикладом може служити руйнування механічного ланцюга, якщо прикладене навантаження, яке перевищує міцність будь-якої однієї ланки). Стосовно нафтових резервуарів модель «слабшої ланки» має такий вигляд [8]:

$$P_{\text{рез}}(t) = \min\{P_c(t), P_s(t), P_d(t), P_k(t)\} \quad (12)$$

Тут  $P_c(t)$ ,  $P_s(t)$  – ймовірності безвідмовної роботи, відповідно, циліндричної стінки і вузла сполучення стінки з днищем;  $P_d(t)$ ,  $P_k(t)$  – ймовірності безвідмовної роботи, відповідно, днища і покрівлі, що визначаються за формулами:

$$\begin{aligned} P_d(t) &= \min\{P_d^q(t), P_d^r(t)\}, \\ P_k(t) &= \min\{P_k^q(t), P_k^r(t)\}, \end{aligned} \quad (13)$$

де  $P_d^q(t)$ ,  $P_k^q$  – ймовірності ненастання граничного стану, відповідно, днища і

покрівлі,  $P_d^r(t)$ ,  $P_k^r$  – ймовірності збереження герметичності, відповідно, днища і покрівлі.

Зауважимо, що розрахункові моделі оцінки ймовірностей  $P_c(t)$ ,  $P_s(t)$ ,  $P_d^q(t)$ ,  $P_k^q(t)$  наведені в [8], а ймовірності  $P_d^r(t)$ ,  $P_k^r$  обчислюються за (9)–(10).

Для підтримки надійності нафтових резервуарів, що перебувають в експлуатації, періодично проводяться ревізії їх технічного стану. Під ревізією розуміється комплекс діагностичних і ремонтних заходів, спрямованих на відновлення резервуарних конструкцій. Ревізію, пов'язану з капітальним ремонтом, будемо називати повним відновленням, а ревізію, вироблену на основі поточного ремонту, – частковим відновленням.

Поставимо наступну задачу раціонального забезпечення надійності РВС. Розглядається сталевий резервуар для зберігання товарних нафтопродуктів, що перебуває в експлуатації. Відомі проектні параметри й інші паспортні характеристики резервуара, а також умови і режими його експлуатації. Потрібно при заданому терміні служби  $T$  визначити економічно раціональні періодичності відновлення конструктивних елементів резервуара, що дозволяють забезпечити необхідний рівень надійності споруди на часовому інтервалі  $[t_0, t_0 + T]$  його експлуатації.

Для запису математичної моделі цієї задачі введемо наступні основні припущення.

1. Стартова точка  $t_0$  розглянутого інтервалу часу  $[t_0, t_0 + T]$  є початковим моментом експлуатації РВС. Для визначеності в розрахунках будемо вважати, що  $t_0 = 0$ .

2. Відносна тривалість ревізій технічного стану резервуара (тобто час проведення технічної діагностики і відповідних ремонтно-відновлювальних заходів) дуже мала порівняно з термінами його безперебійної роботи. Зауважимо, що дане припущення зазвичай справедливе, якщо резервуар грамотно запроектований,



виготовлений, змонтований і правильно експлуатується.

3. Після проведення будь-якої ревізії резервуар перебуває у справному або працездатному стані і продовжує експлуатуватися з проектним рівнем заливу.

На додаток до введених припущень далі будемо враховувати, що загальна вартість грошових вкладень, необхідних для підтримки надійності РВС, повинна визначатися з урахуванням різночасності витрат. Це пояснюється тим, що сталеві резервуари для зберігання товарних нафтопродуктів перебувають в експлуатації десятки років, що означає різночасові вкладення капіталу, необхідні для забезпечення їх надійної роботи. Для коректного економічного зіставлення різночасових витрат, що мають місце протягом заданого інтервалу часу  $[t_0, t_0 + T]$ , ці витрати повинні бути дисконтовані (приведені до єдиного моменту часу, наприклад, до стартової точки  $t_0$ ).

Вартість грошових вкладень, зроблених у момент часу  $t$ , приведена до початкового моменту часу  $t_0 = 0$ , можна визначити таким чином [5]:

$$Z_0 = Z_t \exp(-\omega t), \quad (14)$$

де  $Z_t$  – витрати, необхідні для проведення ревізії технічного стану РВС в момент часу  $t$ ;  $Z_0$  – ті ж витрати, але приведені до початкового моменту часу  $t_0$ ;  $\omega$  – параметр дисконтування, обчислюється за формулою  $\omega = \ln(1 + \omega_{cp})$ ;  $\omega_{cp}$  – середня банківська відсоткова ставка з капіталу.

Слід зазначити, що дисконтування витрат враховує точку зору власника капіталу, який вважає, що будь-які засоби повинні приносити прибуток. Дисконтування «здешевлює» майбутні витрати і змушує більше дорожити миттєвими витратами, ніж перспективними доходами і витратами.

Розіб'ємо часовий інтервал експлуатації резервуара  $[t_0, t_0 + T]$  на деяке число  $N$  елементарних інтервалів  $[t_{i-1}, t_i]$ ,  $i = \overline{1, N}$

довжиною  $\Delta t = T / N$ . Моменти часу  $t_1, t_2, \dots, t_N$  будемо називати контрольними. Контрольні точки – це потенційні моменти ревізій технічного стану резервуара в період експлуатації.

Для формалізації процесу періодичного відновлення РВС із множини можливих варіантів прийняття рішення в контрольних точках приймемо до розгляду такі варіанти, вважаючи їх для спрощення альтернативними:

1. Продовжувати експлуатацію резервуара без будь-яких ревізій.
2. Провести часткове відновлення покрівлі та продовжувати експлуатацію.
3. Провести часткове відновлення днища і вузла сполучення і продовжувати експлуатацію.
4. Провести повне відновлення покрівлі та продовжувати експлуатацію.
5. Провести повне відновлення днища і вузла сполучення і продовжувати експлуатацію.
6. Провести повне відновлення вузла сполучення і продовжувати експлуатацію.
7. Провести повне відновлення 1-го поясу і продовжувати експлуатацію.

За кожним із перелічених семи варіантів прийняття рішення далі закріпимо код, який визначається відповідним порядковим номером. Позначимо через  $x_{ij}$  ( $i = \overline{1, N}, j = \overline{1, 7}$ ) бінарну змінну, яка дорівнює 1, якщо в контрольній точці  $t_i$  приймається  $j$ -й варіант проведення ревізії, і дорівнює 0 – в іншому випадку.

Вектор виду  $\bar{x}(i) = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{i7})$  назвемо вектором ревізій технічного стану РВС у контрольній точці  $t_i$ . Даний вектор визначає той або інший варіант прийняття рішення в момент часу  $t_i$ . Наприклад, якщо  $\bar{x}(i) = (1, 0, 0, 0, 0, 0, 0)$ , в контрольній точці  $t_i$  ніякі перевірки не проводяться, якщо  $\bar{x}(i) = (0, 1, 0, 0, 0, 0, 0)$ , то в момент  $t_i$  проводиться поточний ремонт покрівлі і т. д. Оскільки наведені вище варіанти прийняття рішення вважаються альтернативними, очевидно, що тільки одна з координат

вектора ревізій  $\bar{x}(i)$  може бути відмінна від 0 і дорівнює 1.

Матрицею відновлень резервуара в контрольний момент часу  $t_i$  назовемо матричну функцію розмірністю  $i \times 7$ , рядками якої є вектори ревізій у відповідних контрольних точках:

$$X(i) = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & x_{17} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & x_{27} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{i1} & x_{i2} & \cdot & x_{i7} \end{pmatrix}.$$

Дана матриця визначає тип, черговість і терміни відновлень резервуара протягом напрацювання  $t_i$ .

Повне уявлення про систему відновлень резервуара, вироблених за весь період експлуатації, дає наступна матриця відновлень:

$$X(T) = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdot & x_{17} \\ x_{21} & x_{22} & \cdot & x_{27} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ x_{N1} & x_{N2} & \cdot & x_{N7} \end{pmatrix}.$$

Розглянемо багатокроковий процес прийняття рішень. На кожному  $i$ -му кроці цього процесу визначається вектор  $\bar{x}(i)$ , що ідентифікує зміст ревізії технічного стану РВС, виробленої в контрольний момент часу  $t_i$ . Потрібно за  $N$  кроків побудувати таку матрицю відновлень  $X(T)$ , яка дозволяє забезпечити необхідний рівень надійності РВС на розглянутому інтервалі експлуатації при найменших сумарних експлуатаційних витратах.

Сумарні експлуатаційні витрати на утримання РВС будемо розглядати як суму витрат на проведення ревізій  $Z_x$  і гіпотетичних збитків  $Z_y$  від відмов за аналізований період експлуатації. Беручи до уваги формулу (14), витрати на проведення ревізій технічного стану РВС з урахуванням дисконтування визначаються так:

$$Z_x = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^7 c_{ij} x_{ij} \exp(-\omega t_i),$$

де  $c_{ij}$  – вартість  $j$ -го виду ревізії в контрольній точці  $t_i$ , яка наближено розраховується, виходячи з припущення, що вартість часткового відновлення (поточний ремонт) конструктивних елементів пропорційна їх початковій вартості і величині незворотного корозійного зносу. При цьому вартість повного відновлення елементів (капітальний ремонт) приймається рівною їх початковій вартості.

Гіпотетичні збитки від відмови РВС за аналізований період експлуатації відповідно до [5] визначимо так:

$$Z_y = \int_0^T \psi [1 - P_{rez}(t)] dt,$$

де  $\psi$  – усереднена величина збитків від гіпотетичної відмови резервуара, що визначається виходячи з апіорного аналізу можливих наслідків;  $P_{rez}(t)$  – ймовірність безвідмовної роботи резервуара протягом напрацювання  $t$ , обумовлена з урахуванням відновлення.

З огляду на вищевикладене, математична модель задачі забезпечення надійності РВС за критерієм мінімуму сумарних експлуатаційних витрат має такий вигляд:

$$\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^7 c_{ij} x_{ij} \exp(-\omega t_i) + \int_0^T \psi [1 - P_{rez}(t)] dt \rightarrow \min; \quad (15)$$

$$P_{rez}(t_i) \geq P^*, t_i \in [0, T]; \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^7 x_{ij} = 1, \quad i = \overline{1, N}; \quad (17)$$

$$\sum_{j=1}^7 c_{ij} x_{ij} \leq c_i^*, \quad i = \overline{1, N}. \quad (18)$$

Тут  $P^*$  – необхідний рівень надійності резервуара;  $c_i^*$  – гранична вартість ревізії в  $i$ -й контрольній точці, що відображає фінансові можливості нафтобази з технічного обслуговування РВС у момент часу  $t_i$ , і визначається виходячи з норми

щорічних амортизаційних відрахувань, які становлять 5 % кошторисної вартості резервуара.

На основі моделі (15)–(18) визначається така система відновлень резервуарних конструкцій (матриця  $X(T)$ ), яка дозволяє забезпечити необхідний рівень надійності РВС при найменших сумарних експлуатаційних витратах.

Модель (15)–(18) сформульована в термінах задачі нелінійного математичного програмування з бінарними змінними. Для наближеного числового вирішення цієї задачі був розроблений модифікований «жадібний» алгоритм, який передбачає поетапне будівництво локально оптимальних періодичностей відновлення окремих конструктивних елементів (днища, покрівлі, нижнього поясу циліндричної стінки і вузла сполучення стінки з днищем). Рішення про необхідність відновлення резервуара в поточний момент часу  $t_i$  приймалося за такими критеріями:

Будь-яке відновлення не потрібне:

$$P_{rez}(t_i) > P^* \wedge P_{rez}(t_{i+1}) \geq P^* . \quad (19)$$

Часткове відновлення покрівлі:

$$P_{rez}(t_i) > P^* \wedge P_k^r(t_{i+1}) < P^* . \quad (20)$$

Часткове відновлення днища і вузла сполучення:

$$P_{rez}(t_i) > P^* \wedge P_d^r(t_{i+1}) < P^* . \quad (21)$$

Повне відновлення покрівлі

$$P_{rez}(t_i) > P^* \wedge P_k^q(t_{i+1}) < P^* . \quad (22)$$

Повне відновлення днища і вузла сполучення:

$$P_{rez}(t_i) > P^* \wedge P_d^q(t_{i+1}) < P^* . \quad (23)$$

Повне відновлення вузла сполучення:

$$P_{rez}(t_i) > P^* \wedge (P_s(t_{i+1}) < P^* \vee P_d^q(t_{i+1}) < P^* ) . \quad (24)$$

Повне відновлення 1-го поясу:

$$P_{rez}(t_i) > P^* \wedge P_1(t_{i+1}) < P^* . \quad (25)$$

Числові розрахунки проводилися стосовно типового проекту РВР-5000 при наступних вихідних даних:  $R_y = 230$  МПа;  $r = 1046$  см;  $n = 10$ ;  $T = 40$  років;  $\Delta t = 1$  рік;

$\omega = 0,03$ ;  $\psi = \$ 10\ 000$ . Висота і діаметр стінки, відповідно, 1 490 і 2 092 см. Проектна товщина поясів стінки, починаючи з нижнього, відповідно, 10, 7, 7, 6, 5, 5, 4, 4, 4, 4 мм. Проектна товщина днища і покрівлі, відповідно, 5 мм і 3 мм. Висота затоки приймалася рівною 1 420 см. Щільність нафтопродукту – 0,0009 кг/см<sup>3</sup>, надлишковий тиск у газовому просторі – 2,0 кПа, вакуум – 0,25 кПа, кількість циклів навантаження в рік – 60, вартість однієї тонни металопрокату – \$ 300. Проектна вартість окремого конструктивного елемента вважалася рівною потроєній вартості металопрокату, необхідного на його виготовлення.

Ймовірності безвідмовної роботи конструктивних елементів резервуару з урахуванням відновлення обчислювалися за формулами (9)–(13) і розрахунковими моделями, наведеними в [8], на основі перерахунку відповідних індексів забезпеченості конструктивних елементів після кожної ревізії.

Величини незворотного і локального корозійного зносу резервуарних конструкцій при заданому напрацюванні визначалися на основі спрощених формул:

$$\Delta(t) \approx u_{cp}t ; \zeta(t) \approx v_{cp}t ,$$

де  $u_{cp}, v_{cp}$  – середні швидкості, відповідно, поверхневої і локальної корозії, які розглядалися як випадкові величини, розподілені за нормальним законом. У розрахунках використовувалися статистичні характеристики швидкостей корозії конструктивних елементів резервуарів для зберігання світлих нафтопродуктів (бензин, гас, дизельне паливо). Їх значення приймалися за [3].

На рисунках 2–5 показано планиграфіки відновлення резервуарних конструкцій (П – повне, Ч – часткове відновлення), отримані на основі оптимізаційної моделі (15)–(18).

P*	Тривалість експлуатації, роки																																							
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
0,9			Ч					Ч						Ч					Ч					Ч					П									Ч		
0,95			Ч					Ч						Ч					Ч					Ч					П									Ч		
0,99			Ч					Ч						Ч					Ч					Ч					П									Ч		
0,999	Ч							Ч						Ч					Ч					Ч				П								Ч				

Рис. 2. Плани-графіки відновлення покрівлі залежно від необхідного рівня надійності

P*	Тривалість експлуатації, роки																																							
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
0,9			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,95			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,99			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,999	Ч							Ч					Ч					Ч					Ч			П					Ч					Ч				

Рис. 3. Плани-графіки відновлення днища залежно від необхідного рівня надійності

P*	Тривалість експлуатації, роки																																							
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
0,9			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,95			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,99			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,999	Ч							Ч					Ч					Ч					Ч			П					Ч					Ч				

Рис. 4. Плани-графіки відновлення вузла сполучення стінки з днищем залежно від необхідного рівня надійності

P*	Тривалість експлуатації, роки																																							
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40				
0,9			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,95			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,99			Ч					Ч					Ч					Ч					Ч				П					Ч					Ч			
0,999	Ч							Ч					Ч					Ч					Ч			П					Ч					Ч				

Рис. 5. Плани-графіки відновлення 1-го поясу залежно від необхідного рівня надійності

Аналіз цих періодичностей зокрема показує, що при значеннях  $P^* \leq 0,99$  обмеження на ймовірність безвідмовної роботи  $P_{rez}(t_i) \geq P^*$  є пасивним. Це означає, що оптимальна періодичність відновлень визначається, головним чином, величиною гіпотетичних збитків  $\psi$  і не залежить від  $P^*$ . Якщо ж  $P^* > 0,99$ , то обмеження  $P_{rez}(t_i) \geq P^*$  стає активним, що спричинює різке збільшення обсягу ремонтно-відновлювальних заходів. Крім того, отримані плани-графіки досить добре узгоджуються з періодичністю технічної діагностики нафтових резервуарів, рекомендованими в [6].

**Висновки.** Запропоновані критерії (необхідні умови) відновлення (20)–(25) і відповідна модель забезпечення надійності

(15)–(18) можуть бути корисними для обґрунтування стратегій відновлення нафтових резервуарів у період експлуатації. Параметри цих моделей можуть коригуватися за результатами статистичної обробки даних технічної діагностики аналогічних об'єктів. Побудовані плани-графіки відновлення резервуарних конструкцій досить добре узгоджуються з періодичністю технічної діагностики РВС, рекомендованою в нормативних документах [6], що підтверджує достовірність отриманих результатів. У результаті розглянуті моделі та алгоритми можуть служити досить ефективним математичним інструментом для дослідження проблем надійності нафтових резервуарів у рамках економічного підходу.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гайсин Э. Ш., Гайсин М. Ш. Современное состояние проблемы обеспечения надежности резервуаров для нефти и нефтепродуктов. *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*. 2016. № 2. С. 31–40.
2. Гайсин Э. Ш., Фролов Ю. А. Оценка надежности резервуаров вертикальных стальных по критерию вероятности безаварийной работы. *Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья*. 2014. № 4. С. 11–15.
3. Егоров Е. А. Исследование и методы расчетной оценки прочности, устойчивости и остаточного ресурса стальных резервуаров, находящихся в эксплуатации : монография. Днепропетровск : ПГАСА, 1996. 99 с.
4. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем : учеб. пособ. / пер. с англ. Коваленко Е. Г., под ред. Ушакова И. А. Москва : Мир, 1980. 604 с.
5. Каштанов В. А., Медведев А. И. Теория надежности сложных систем : учеб. пособ. Москва : Физматлит, 2010. 606 с.
6. Правила технічної експлуатації резервуарів та інструкції з їхнього ремонту [змінені розділи та пункти розділів; чинні від 1999-03-07]. Вид. офіц. Київ : Укрнафтопродукт, 1997. 297 с. URL : [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=60191](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=60191)
7. ВБН 2.2-58.2-94. Резервуари вертикальні сталеві для зберігання нафти і нафтопродуктів з тиском насичених парів не вище 93,3 кПа [на заміну СНиП 2.09.03-85, СНиП 3.03.01-87; чинні від 1994-01-10]. Вид. офіц. Київ : АТ «Інститут транспорту нафти», 1994. 98 с. (Відомчі будівельні норми України). [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=4889](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=4889)
8. Семенец С. Н., Насонова С. С., Власенко Ю. Е., Кривенкова Л. Ю. Расчетные модели надежности нефтяных резервуаров. *Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури*. 2018. № 1. С. 60–67.
9. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування [чинні з 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2014. 205 с. (Державні будівельні норми України). URL : [https://dbn.co.ua/dbn\\_v\\_2\\_6\\_198\\_2014\\_stalevi\\_konstrukciji](https://dbn.co.ua/dbn_v_2_6_198_2014_stalevi_konstrukciji)
10. Andrianov I. V., Olevskiy V. I. and Olevska Yu. B. Estimation of parameter-dependent plates vibrations on the basis of the asymptotic method in AMiTaNS'18 : *AIP Conference Proceedings*; edited by M. D. Todorov. 2018, 2025, American Institute of Physics, Melville, New York, 2018. Pp. 070001. URL : [doi: 10.1063/1.5064913](https://doi.org/10.1063/1.5064913).
11. Andrianov I. V., Olevskiy V. I., Olevska Yu. B. Asymptotic estimation of free vibrations of nonlinear plates with complicated boundary conditions. *AIP Conference Proceedings*. 2017, 1895, pp. 080001-1–080001-10. URL : [doi: 10.1063/1.5007395](https://doi.org/10.1063/1.5007395).
12. Olevska Yu., Mishchenko V., Olevskiy V. Mathematical models of magnetite desliming for automated quality control systems. *AIP Conference Proceedings*. 2016, 1773, pp. 040007-1–040007-6. URL : [doi: 10.1063/1.4964970](https://doi.org/10.1063/1.4964970).

## REFERENCES

1. Gaysin E.Sh. and Gaysin M.Sh. *Sovremennoe sostoyaniye problemy obespecheniya nadezhnosti rezervuarov dlia nefiti i nefteproduktov* [The current state of the problem of ensuring the reliability of petroleum reservoirs]. *Transport i khraneniye nefteproduktov i uglevodorodnogo syria* [Transportation and storage of petroleum products and hydrocarbons]. 2016, no. 2, pp. 31–40 (in Russian).
2. Gaysin E.Sh. and Frolov Yu.A. *Otsenka nadezhnosti rezervuarov vertikalnykh stalnykh po kriteriyu veroyatnosti bezavariynoy raboty* [Evaluation of the reliability of vertical steel reservoirs by the criterion of the probability of trouble-free operation]. *Transport i khraneniye nefteproduktov i uglevodorodnogo syria* [Transportation and storage of petroleum products and hydrocarbons]. 2014, no. 4, pp. 11–15 (in Russian).
3. Egorov E.A. *Issledovaniye i metody raschetnoy otsenki prochnosti, ustoychivosti i ostatochnogo resursa stalnykh rezervuarov, nakhodiashchikhsia v ekspluatstsii* [Research and methods of calculation estimation of durability, stability and remaining resource of steel reservoirs being in exploitation]: Dnipropetrovsk : PSACEA, 1996, 99 p. (in Russian).
4. Kapur K. and Lamberson L. *Nadezhnost i proektirovaniye sistem* [Reliability and designing systems]. Translation from Eng. Kovalenko Ye.G. Edited by Ushakova I.A. Moscow : Mir Publ., 1980, 604 p. (in Russian).
5. Kashtanov V.A. and Medvedev A.I. *Teoriya nadezhnosti slozhnykh sistem* [Theory of reliability of complex system]. Moscow : Fizmatlit Publ., 2010, 606 p. (in Russian).
6. *Pravyla tekhnichnoi ekspluatatsii rezervuariv ta instruktсии po yikh remontu* [Rules of technical exploitation of reservoirs and instruction are on their repair]. Modified sections and section items; in force since 1999-03-07; official publication. Kyiv : Ukrnaftoproduct, 1997, 297 p. (in Ukrainian).
7. VBN 2.2-58.2-94. *Reservuary vertikalni stalevi dlia sberigannia nafty i naftoproductiv s tyskom nasychenykh pariv ne vyshche 93.3 kPa* [Reservoirs are vertical steel for storage oils and oil products with pressure of saturated napiv not higher 93,3 kPa]. Instead SNIP 2.09.03-85, SNIP 3.03.01-87; in force since 1994-01-10; official publication. Kyiv : JSC "Institute of Oil Transport", 1994, 98 p. (Department building norms of Ukraine). (in Ukrainian).

8. Semenets S.N., Nasonova S.S., Vlasenko Y.E. and Krivencova L.Y. *Raschetniye modeli nadezhnosti neftiannykh rezervuarov* [Calculation models of reliability of petroleum reservoirs]. *Visnyk PDABA* [Bulletin of Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2018, no. 1, pp. 60–67 (in Russian).

9. *DBN V.2.6-198:2014. Stalevi konstruktsii. Normy proektuvannia*. [DBN V.2.6-198:2014. Steel construction. Design standards]. In force since 2015-01-01; publication official. Kyiv : Minregionbud of Ukraine, 2014, 205 p. (State Building Norms of Ukraine). (in Ukrainian).

10. Andrianov I.V., Olevskiy V.I. and Olevska Yu.B. Estimation of parameter-dependent plates vibrations on the basis of the asymptotic method in AMiTaNS'18. AIP Conference Proceedings, 2018, 2025, edited by M.D. Todorov. American Institute of Physics, Melville, New York, 2018, pp. 070001.

11. Andrianov I.V., Olevskiy V.I. and Olevska Yu.B. Asymptotic estimation of free vibrations of nonlinear plates with complicated boundary conditions. AIP Conference Proceedings, 2017, 1895, pp. 080001-1–080001-10.

12. Olevska Yu., Mishchenko V. and Olevskiy V. Mathematical models of magnetite desliming for automated quality control systems. AIP Conference Proceedings, 2016, 1773, pp. 040007-1–040007-6.

Надійшла до редакції : 26.12.2019.

Відповідальність за достовірність інформації, що міститься в друкованих матеріалах,  
несуть автори.

Редколегія не завжди поділяє авторську точку зору.

Комп'ютерну верстку та друк виконано в редакційно-видавничому відділі ДВНЗ ПДАБА.

Адреса редакції:

✉ Україна, 49600, м. Дніпро, вул. Чернишевського, 24-а,  
кімната 558 (відповідальний секретар)

☎ +38(050) 452-43-63

e-mail: [mitomdnipro1997@gmail.com](mailto:mitomdnipro1997@gmail.com)

Підписано до друку 02.03.2020 р. Формат 60×84 1/8.

Друк цифровий. Умовн. друк. арк. 7,00. Умовн. фарб.-відб. арк. 7,00.

Обл.-видавн. арк. 14,00. Наклад 50 прим. Зам. 153

---

Ответственность за достоверность информации, представленной в печатных материалах,  
несут авторы.

Редколлегия не всегда разделяет авторскую точку зрения.

Компьютерная верстка и печать выполнены в редакционно-издательском отделе ГВУЗ ПГАСА.

Адрес редакции:

✉ Украина, 49600, г. Днипро, ул. Чернышевского, 24-а,  
комната 558 (ответственный секретарь)

☎ +38(050) 452-43-63

e-mail: : [mitomdnipro1997@gmail.com](mailto:mitomdnipro1997@gmail.com)

Подписано к печати 02.03.2020 г. Формат 60×84 1/8.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 7,00. Усл. кр.-отт. л. 7,00.

Уч.-изд. л. 14,00. Тираж 50 экз. Зак. 153

---

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 and printing are performed in the Editorial Department of SHEI PSACEA.

Editorial address:

✉ room 558 (Executive Secretary)

24-A, Chernyshevskoho St., Dnipro, 49600, Ukraine).

☎ +38(050) 452-43-63

e-mail: : [mitomdnipro1997@gmail.com](mailto:mitomdnipro1997@gmail.com)

Sent to press on 02 March 2020. Format 60×84 1/8.

Digital printing. Conventional quire 7,00. Conventional colour imprints 7,00.

Publisher's signatures 14,00. Number of copies 50. Order 153