



ISSN 2312-2676

ВІСНИК

**ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

BULLETIN

**OF PRYDNIPROVS'KA
STATE ACADEMY OF
CIVIL ENGINEERING
AND ARCHITECTURE**

№ 4 ЛИПЕНЬ-СЕРПЕНЬ 2017 РОКУ

ДНІПРО

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

№ 4 (231-232)
липень - серпень 2017

Дніпро 2017

РЕДАКЦІЙНА РАДА:

Головний редактор

В. І. Большаков, д-р техн. наук

Заступник головного редактора

М. В. Савицький, д-р техн. наук

Відповідальний секретар

Г. П. Євсєєва, д-р наук держ. упр.

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ:

В. В. Данішевський, д-р техн. наук, В. М. Дерев'янку, д-р техн. наук, Н. І. Верхоглядова, д-р екон. наук, І. В. Рижков, канд. техн. наук, В. Г. Заренбін, д-р техн. наук, С. В. Іванов, д-р екон. наук, Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, С. О. Слободянюк, д-р техн. наук, О. В. Челноков, канд. техн. наук, М. В. Шпірько, д-р техн. наук

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

В. Ф. Башев, д-р фіз.-мат. наук, *Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро*. А. І. Білоконь, д-р техн. наук, *Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (ПДАБА), Дніпро*. В. М. Вадимов, д-р архітектури, *Полтава*. Н. І. Верхоглядова, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпро*. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, *Харківський національний університет будівництва та архітектури (ХНУБА), Харків*. В. В. Данішевський, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. М. Дерев'янку, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. І. Дубницький, д-р екон. наук, *Донецький економіко-гуманітарний інститут, Донецьк*. М. М. Дьомін, д-р архітектури, *Київський національний університет будівництва та архітектури (КНУБА), Київ*. Г. П. Євсєєва, д-р наук держ. упр., *ПДАБА, Дніпро*. Є. А. Єгоров, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. Г. Заренбін, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. С. В. Іванов, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпро*. С. В. Каламбет, д-р екон. наук, *Дніпровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Дніпро*. Г. М. Ковшов, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. Ю. О. Кірічек, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. П. Мироненко, д-р архітектури, *ХНУБА, Харків*. Ю. В. Орловська, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпро*. А. В. Плеханов, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. Л. Седін, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. С. О. Слободянюк, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. В. О. Тимохін, д-р архітектури, *КНУБА, Київ*. А. В. Челноков, канд. техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. М. В. Шпірько, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпро*. М. Куна-Бронійовські, проф., *Університет природничих наук, Люблін (Польща)*. Є. Красовський, д-р техн. наук, проф., *Польська Академія наук, Комісія механізації та енергетики землеробства, Люблін (Польща)*. В. І. Проскуряков, д-р арх., *НУ Львівська політехніка, Львів*. Дашнор Ходжа, д-р техн. наук, *Орлеанський університет, Франція*. Міхаель Шмідт, канд. техн. наук, проф., *Бранденбурзький технічний університет, Котбус-Зенфтенберг, Німеччина*. Станіслав Дукач, проф., *Словацький технічний університет, Братислава, Словацька Республіка*

Науково-практичний журнал входить

до переліку № 1 наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук та архітектури згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 07.10.2015 № 1021

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»
Виходить 6 разів на рік

Рекомендовано до друку

вченою радою академії, протокол № 2 від 25.09.2017 р.

Сайт видання

<http://visnyk.pgasa.dp.ua>

Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науково-практичний журнал

Інформаційно-аналітичні системи: РИНЦ (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 редактор С. Д. Моїсеєнко

Перекладач О. В. Огієнко

Редактор В. Д. Маловик

Коректор В. Д. Маловик

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

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

ВЕСТНИК

**ПРИДНЕПРОВСКОЙ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ АКАДЕМИИ
СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Основан в мае 1997 года

**№ 4 (231-232)
июль - август 2017**

Днепро 2017

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

Главный редактор В. И. Большаков, д-р техн. наук

Заместитель главного редактора Н. В. Савицкий, д-р техн. наук

Ответственный секретарь Г. П. Евсеева, д-р наук гос. упр.

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

В. В. Данишевский, д-р техн. наук, В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, Н. И. Верхоглядова, д-р экон. наук, И. В. Рыжков, канд. техн. наук, В. Г. Заренбин, д-р техн. наук, С. В. Иванов, д-р экон. наук, Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, С. А. Слободянюк, д-р техн. наук, А. В. Челноков, канд. техн. наук, Н. В. Шпирько, д-р техн. наук

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. Башев, д-р физ.-мат. наук, *Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Днепро.* А. И. Белоконь, д-р техн. наук, *Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры (ПГАСА), Днепро.* В. М. Вадимов, д-р архитектуры, *Полтава.* Н. И. Верхоглядова, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепро.* Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, *Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), Харьков.* В. В. Данишевский, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. И. Дубницкий, д-р экон. наук, *Донецкий экономико-гуманитарный институт, Донецк.* Н. М. Демин, д-р архитектуры, *Киевский национальный университет строительства и архитектуры (КНУСА), Киев.* Г. П. Евсеева, д-р наук гос. упр., *ПГАСА, Днепро.* Е. А. Егоров, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. Г. Заренбин, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* С. В. Иванов, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепро.* С. В. Каламбет, д-р экон. наук, *Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Днепро.* Г. Н. Ковшов, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* Ю. А. Киричек, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. П. Мироненко, д-р архитектуры, *ХНУСА, Харьков.* Ю. В. Орловская, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепро.* А. В. Плеханов, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. Л. Седин, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* С. А. Слободянюк, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* В. А. Тимохин, д-р архитектуры, *КНУСА, Киев.* А. В. Челноков, канд. техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* Н. В. Шпирько, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепро.* М. Куна-Бронийовски, проф., *Университет естественных наук, Люблин (Польша).* Е. Красовский, д-р техн. наук, проф., *Польская Академия наук, Комиссия механизации и энергетики земледелия, Люблин (Польша).* В. И. Проскураков, д-р арх., *НУ Львовская политехника, Львов.* Дашнор Ходжа, д-р техн. наук, *Орлеанский университет, Франция.* Михаэль Шмидт, канд. техн. наук, проф., *Бранденбургский технический университет, Котбус-Зенфтенберг, Германия.* Станислав Дукач, проф., *Словацкий технический университет, Братислава, Словацкая Республика*

Научно-практический журнал входит в перечень № 1 научных профессиональных изданий Украины, в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на получение ученых степеней доктора и кандидата технических наук и архитектуры в соответствии с приказом Министерства образования и науки Украины от 07.10.2015 № 1021

Свидетельство о государственной регистрации 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 № 2 от 25.09.2017 г.

Сайт издания <http://visnyk.pgasa.dp.ua>

Научометрические 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 редактор С. Д. Моисеенко
Переводчик О. В. Огиенко
Редактор В. Д. Маловик
Корректор В. Д. Маловик

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

**STATE HIGHER EDUCATION ESTABLISHMENT
«PRYDNIPROVS'KA STATE ACADEMY
OF CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE»**

BULLETIN
**OF PRYDNIPROVS'KA
STATE ACADEMY
OF CIVIL ENGINEERING
AND ARCHITECTURE**

SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL

Established in May, 1997

No. 4 (231-232)

July - August 2017

Dnipro 2017

EDITORIAL BOARD:

Chief Editor V. I. Bolshakov, Doctor of Engineering Science, Professor
Deputy Chief Editor M. V. Savytskyi, Doctor of Engineering Science, Professor
Executive Secretary G. P. Yevseieva, Doctor of Public Management, Professor

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

V. V. Danyshevskiy, Doctor of Engineering Science, V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, N. I. Verkhogliadova, Doctor of Economics, I. V. Ryzhkov, Candidate of Engineering Science, V. G. Zarenbin, Doctor of Engineering Science, S.V. Ivanov, Doctor of Economics, T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, S. O. Slobodianiuk, Doctor of Engineering Science, O. V. Chelnokov, Candidate of Engineering Science, M. V. Shpirko, Doctor of Engineering Science

EDITORIAL STAFF:

V. F. Bashev, Doctor of Physics and Mathematics, *Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipro*.
A. I. Bilokon, Doctor of Engineering Science, *Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACEA), Dnipro*. V. M. Vadymov, Doctor of Architecture, *Poltava*. N. I. Verkhogliadova, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipro*. D. F. Goncharenko, Doctor of Engineering Science, *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, (KSUCEA), Kharkiv*. V. V. Danyshevskiy, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. I. Dubnytskyi, Doctor of Economics, *Donetsk Institute of Economics and Humanities, Donetsk*. M. M. Diomin, Doctor of Architecture, *Kyiv National University of Construction and Architecture (KNUCA), Kyiv*. G. P. Yevseieva, Doctor of Public Management, *PSACEA, Dnipro*. I. A. Yegorov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. G. Zarenbin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. S. V. Ivanov, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipro*. S. V. Kalambet, Doctor of Economics, *Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipro*. G. M. Kovshov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. Yu. O. Kirichek, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. P. Myronenko, Doctor of Architecture, *KSUCEA, Kharkiv*. Yu. V. Orlovska, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipro*. A. V. Pliekhanov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. L. Siedin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. S. O. Slobodianiuk, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. V. O. Tymokhin, Doctor of Architecture, *KNUCA, Kyiv*. O. V. Chelnokov, Candidate of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. M. V. Shpirko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipro*. M. Kuna-Broniowski, Prof., *University of Life Sciences, Lublin, Poland*. E. Krasowski, Doctor of Engineering Science, Prof., *Polish Academy of Sciences, Commission mechanization and energy of agriculture, Lublin, Poland*. V. I. Proskuriakov, Dr. Sc. (Arch.), *The Lviv Politechnic National University, Lviv*. Dashnor Hoxha, Doctor of Engineering Science, *Orlean University, France*. Michael Schmidt, Candidate of Engineering Science, Prof., *Branderburg University of Technology, Cottbus-Senftenberg, Germany*. Stanislav Dukat, Prof., *Slovak Technical University, Bratislava, Slovak Republic*

Scientific-Practical Journal is included in	List No. 1 of scientific professional publications of Ukraine, where the results of dissertations for the degree of Doctor and Candidate of Engineering Sciences and Architecture can be published according to the Resolution of the Ministry of science and education of Ukraine No.1021 dated 07.10.2015
Certificate of Incorporation	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 Educational Institution «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture» Issued 6 times a year
Recommended for publication by	the Academic Board of the Academy, Minutes No. 2 25.09.2017
Journal website	http:// visnyk.pgasa.dp.ua
Placement of the scientific-practical journal in the international scientometric databases and repositories	<i>Abstracting systems:</i> information and analytical system 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:</i> Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, The V. I. Vernadsky National Library of Ukraine
	Art & Technical Editor S. D. Moiseienko Interpreter O. V. Ohienko Editor V. D. Malovyk Proofreader V. D. Malovyk

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Беліков А. С., Шаломов В. А., Рагімов С. Ю., Михайлов М. О. ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВПЛИВУ НА РОБОЧІ МІСЦЯ З УРАХУВАННЯМ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	10
Седін В. Л., Бікус К. М., Ковба В. В. ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОСНОВИ ФРАГМЕНТУ ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ ПРИ ПОЕТАПНОМУ НАВАНТАЖЕННІ ЙОГО ЕЛЕМЕНТІВ У ЛОТКУ	18
Савйовський В. В., Молодід О. С. ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ	29
Менейлок О. І., Нікіфоров О. Л. ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	37
Саньков П. М., Ткач Н. О., Полторацька В. М. ВИЗНАЧЕННЯ ШУМОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК І ПОБУДОВА КАРТИ ШУМУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА	54
Чернишев Д. О. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕКОСИСТЕМ У БІОСФЕРОСУМІСНОМУ БУДІВНИЦТВІ	62
Ковальов В. В. ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПЕРЕОСВОЄННЯ ТЕРИТОРІЙ ВЕЛИКИХ МІСТ	71
Трофимова І. А. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНІВ З ОБ'ЄМНОЮ ГІДРОФОБІЗАЦІЄЮ	77
Живцова Л. І. ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПЕРВИННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ІНКЛІНОМЕТРА ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ОРІЄНТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ	83
 АРХІТЕКТУРА	
Мироненко В. П., Успенський М. С. ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЇ НА РОЗВИТОК ЗАСОБІВ АРХІТЕКТУРНОЇ ТВОРЧОСТІ	91
Єгоров Ю. І. АРХІТЕКТУРНО-МІСТОБУДІВНІ ОСОБЛИВОСТІ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ	101

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Беликов А. С., Шаломов В. А., Рагимов С. Ю., Михайлов М. А. ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НА РАБОЧИЕ МЕСТА С УЧЕТОМ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	10
Седин В. Л., Бикус Е. М., Ковба В. В. ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЯ ФРАГМЕНТА СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ПРИ ПОЭТАПНОМ НАГРУЖЕНИИ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ В ЛОТКЕ	18
Савйовский В. В., Молодед А. С. ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫМ АРМИРОВАНИЕМ	29
Менейлюк А. И., Никифоров А. Л. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	37
Саньков П. Н., Ткач Н. А., Полторацкая В. Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ШУМА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	54
Чернышев Д. А. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЭКОСИСТЕМ В БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ	62
Ковалев В. В. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПЕРЕОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ КРУПНЫХ ГОРОДОВ	71
Трофимова И. А. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНОВ С ОБЪЕМНОЙ ГИДРОФОБИЗАЦИЕЙ	77
Живцова Л. И. ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИНКЛИНОМЕТРА ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ	83
 АРХИТЕКТУРА	
Мироненко В. П., Успенский М. С. ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИИ НА РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ АРХИТЕКТУРНОГО ТВОРЧЕСТВА	91
Егоров Ю. И. АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ	101

IN THIS ISSUE

SCIENTIFIC RESEARCH

Belikov A. S., Shalomov V. A., Ragimov S. Yu., Mikhaylov M. A. PHYSICAL DESIGN OF CHANGE OF POWER INFLUENCE IS ON WORKPLACES TAKING INTO ACCOUNT HIGH TEMPERATURE RADIATION	10
Sedin V. L., Bikus K. M., Kovba V. V. INVESTIGATION OF STRAIN STATE OF BASE OF THE FRAGMENT'S MODEL OF THE PILE FOUNDATION DURING STAGED LOADING OF ITS ELEMENTS IN THE SOIL TANK	18
Savyovsky V. V., Molodid O. S. INVESTIGATING THE FEATURES OF EXTRACTION OF FERROUS-CONCRETE SURFACE CONSTRUCTIONS FOR EXTERNAL ARMORATION	29
Menejlyuk A. I., Nikiforov A. L. IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION ENTERPRISES MANAGEMENT METHODS BY INFORMATION TECHNOLOGIES	37
Sankov P. M., Tkach N. O., Poltoratskaya V. N. DETERMINATION OF NOISE CHARACTERISTICS AND COMPOSITION OF INDUSTRIAL ENTERPRISE NOISE MAP	54
Chernyshev D. O. RATIONALE FOR TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF ECO-SYSTEMS IN BIOSPHERE COMPATIBILITY CONSTRUCTION	62
Kovaliov V. V. THE SUBSTANTIATION OF THE FUNCTIONAL TRANSMISSION EXPIDIENCY OF THE BIG CITIES TERRITORIES.....	71
Trofimova I. A. ANALYTICAL REVIEW OF RESEARCH PHIZIC-MECHANICAL PROPERTIES OF CONCRETES WITH VOLUME HYDROPHOBIZATION	77
Zhivtsova L. I. INCREASE OF EXACTNESS PRIMARY TRANSFORMERS OF INCLINOMETER FOR SYSTEMS CONTROL OF ORIENTATION OF OBJECTS	83
ARCHITECTURE	
Mironenko V. P., Uspenskyi M. S. INFLUENCE OF INFORMATION ON DEVELOPMENT OF ARCHITECTURAL CREATIVITY	91
Yegorov Yu. I. ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING FEATURES OF AGGLOMERATIVE PLANNING	101

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 ПДАБА.

Адреса редакції:
✉ Україна, 49600, м. Дніпро, вул. Чернишевського, 24-а,
кімната 607-В (відповідальний секретар), кімната 203-а (редакційно-видавничий відділ),
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 47-07-88
e-mail: visnik_psacea@ukr.net

Підписано до друку 28.09.2017 р. Формат 60×84 1/8.
Друк офсетний. Умовн. друк. арк. 3,95. Умовн. фарб.-відб. арк. 3,95.
Обл.-видавн. арк. 6,89. Тираж 300 прим. Зам. 148

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 ПГАСА.

Адрес редакции:
✉ Украина, 49600, г. Днепро, ул. Чернышевского, 24-а,
комната 607-В (ответственный секретарь), комната 203-а (редакционно-издательский отдел).
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 47-07-88
e-mail: visnik_psacea@ukr.net

Подписано к печати 28.09.2017 г. Формат 60×84 1/8.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,95. Усл. кр.-отт. л. 3,95.
Уч.-изд. л. 6,89. Тираж 300 экз. Зак. 148

Authors shall be 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 at PSACEA.

Editorial address:
✉ 24a Chernyshevskogo Str., Dnipro, 49600, Ukraine
room 607-V (Executive Secretary), room 203a (Editorial department).
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 47-07-88
e-mail: visnik_psacea@ukr.net

Send to press on 28 September 2017 Format 60×84 1/8.
Offset printing. Conventional quire 3.95. Conventional color imprints 3.95.
Publisher's signatures 6.89. Number of copies 300. Order 148

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 624.012

**ФІЗИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗМІНИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВПЛИВУ
НА РОБОЧІ МІСЦЯ З УРАХУВАННЯМ
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ**

БЕЛІКОВ А. С.¹, д. т. н., проф.,
ШАЛОМОВ В. А.², к. т. н., доц.,
РАГІМОВ С. Ю.³, к. т. н., доц.,
МИХАЙЛОВ М. О.⁴, курсант.

¹ Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49005, Україна, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49005, Україна, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov1709@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-6890-932X

³ Кафедра організації технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, Харків, 61023, Україна, тел. +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

⁴ Кафедра організації технічного забезпечення аварійно-рятувальних робіт, Національний університет цивільного захисту України, вул. Чернишевська, 94, Харків, 61023, Україна, тел. +38 (057) 370-50-52, e-mail: makson4ik2016@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1649-1452

Анотація. *Постановка проблеми.* Забезпечення безпеки життєдіяльності на робочих місцях із підвищеним тепловим випромінюванням. Побудова теплових полів і встановлення залежностей зміни інфрачервоного випромінювання від розташування робочих місць, виду джерела випромінювання і спектра джерел випромінювання. **Результати.** Для виконання завдань теплозахисту робочих місць необхідні фактичні дані вимірювання терморадіаційної напруженості на всіх робочих місцях. Проводити такі дослідження, наприклад, біля відкритого вікна термічної печі на відстані 1,5-2 м явно небезпечно і, головне, знижується достовірність отриманих даних через зменшення продуктивності вимірів в екстремальних умовах праці. При цьому для визначення інтенсивності опромінення теплового потоку необхідно виконувати значну кількість проміжних розрахунків або використовувати декілька графіків або номограм, що робить ці розрахунки трудомісткими і малозручними для практичного використання. Зроблено спробу узагальнити результати проведених у цьому напрямі досліджень, поліпшити умови праці, значно зменшити число змінних і ефективніше використовувати для вимірювання існуючі прилади. На підставі проведених теоретичних досліджень терморадіаційної напруженості на робочих місцях встановлено, що з великою точністю можна визначити відстань до джерела тепловипромінювання від точки виміру, кут, під яким видно джерело теплового випромінювання, при цьому точка виміру може розташовуватися на безпечній для дослідника відстані, що і покладено нами в основу для розроблення експериментальної установки для дослідження терморадіаційної напруженості на робочих місцях. **Наукова новизна.** В результаті теоретичних і експериментальних досліджень на підставі фізичного моделювання встановлено закономірності зміни терморадіаційної напруженості залежно від точки виміру і кута розміщення випромінювача. Встановлені залежності знайшли застосування для розрахунку опромінення в будь-якій точці робочого простору від джерела надлишкового випромінювання. **Практична значимість.** Як показали дослідження, розрахунок інтенсивності теплового опромінення на робочому місці трудомісткий і тому на практиці зручніше користуватися універсальною номограмою, яка була побудована на підставі результатів світлового моделювання. Розроблено програмне забезпечення, що дозволяє виконувати побудову карт розміщення теплових полів від технологічного обладнання і неорганізованих джерел надлишкового теплового випромінювання.

Ключові слова: теплове випромінювання; робочі місця; термічні процеси; датчик теплового потоку; номограма; моделювання

**ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НА РАБОЧИЕ МЕСТА С УЧЕТОМ
ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

БЕЛИКОВ А. С.¹, д. т. н., проф.,

ШАЛОМОВ В. А.², к. т. н., доц.,
РАГИМОВ С. Ю.³, к. т. н., доц.,
МИХАЙЛОВ М. А.⁴; курсант.

¹ Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, г. Днепро, 49005, Украина, тел. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, г. Днепро, 49005, Украина, тел. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov_v_a@mail.ru, ORCIDID: 0000-0002-6890-932X

³ Кафедра организации и технического обеспечения аварийно-спасательных работ, Национальный университет гражданской защиты Украины, ул. Чернышевская, 94, Харьков, 61023, Украина, тел +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

⁴ Кафедра организации и технического обеспечения аварийно-спасательных работ, Национальный университет гражданской защиты Украины, ул. Чернышевская, 94, Харьков, 61023, Украина, тел +38 (057) 370-50-52, e-mail: makson4ik2016@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1649-1452

Аннотация. Постановка проблемы. Обеспечение безопасности жизнедеятельности на рабочих местах с повышенным тепловым излучением. Построение тепловых полей и установление зависимостей изменения инфракрасного излучения от расположения рабочих мест, вида источника излучения и спектра источников излучения. **Результаты.** Для решения задач по теплозащите рабочих мест необходимы фактические данные измерения терморadiационной напряженности на всех рабочих местах. Проводить такие исследования, например, у открытого окна термической печи на расстоянии 1,5-2 м явно опасно и, главное, снижается достоверность полученных данных из-за уменьшения производительности измерений в экстремальных условиях труда. При этом для определения интенсивности облучения теплового потока необходимо выполнять значительное количество промежуточных расчетов или использовать несколько графиков или номограмм, что делает эти расчеты трудоемкими и малоудобными для практического использования. Предпринята попытка обобщить результаты проведенных в этом направлении исследований, улучшить условия труда, значительно уменьшить число переменных и эффективнее использовать при проведении измерений существующие приборы. На основании проведенных теоретических исследований терморadiационной напряженности на рабочих местах было установлено, что с большой точностью можно определить расстояние до источника тепловыделения от точки измерения, угол, под которым видно источник теплового излучения, при этом точка измерения может располагаться на безопасном для исследователя расстоянии, что положено нами в основу при разработке экспериментальной установки для исследования терморadiационной напряженности на рабочих местах. **Научная новизна.** В результате теоретических и экспериментальных исследований на основании физического моделирования установлены закономерности изменения терморadiационной напряженности в зависимости от точки замера и угла размещения излучателя. Установленные зависимости нашли применение для расчета облученности в любой точке рабочего пространства от источника избыточного излучения. **Практическая значимость.** Как показали исследования, расчет интенсивности теплового облучения на рабочем месте трудоемок и поэтому на практике удобнее пользоваться универсальной номограммой, которая была построена на основании результатов светового моделирования. Разработано программное обеспечение, позволяющее производить построение карт размещения тепловых полей от технологического оборудования и неорганизованных источников избыточного теплового излучения.

Ключевые слова: тепловое излучение; рабочие места; термические процессы; датчик теплового потока; номограмма; моделирование

PHYSICAL DESIGN OF CHANGE OF POWER INFLUENCE IS ON WORKPLACES TAKING INTO ACCOUNT HIGH TEMPERATURE RADIATION

BELIKOV A. S.¹, Dr. Sc(Tech), Prof.,
SHALOMOV V. A.², Cand. Sc.(Tech), Assoc. Prof.,
RAGIMOV S. Yu.³, Cand. Sc.(Tech), Assoc. Prof.,
MIKHAYLOV M. A.⁴, Cadet.

¹ Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49005, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-73, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-5822-9682

² Department of Life Safety, State Higher Education Establishment «Pridnsprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (056) 756-34-57, e-mail: shalomov_v_a@mail.ru, ORCIDID: 0000-0002-6890-932X

³ Department of Organization and technical support rescue operations National University of Civil Defence of Ukraine, st. Chernyshevsky 94, Kharkiv, 61023, Ukraine, tel. +38 (057) 370-50-52, e-mail: sergragimov@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0572-4465

⁴ Department of Organization and technical support rescue operations National University of Civil Defence of Ukraine, st. Chernyshevsky 94, Kharkiv, 61023, Ukraine, tel. +38 (057) 370-50-52, e-mail: makson4ik2016@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1649-1452

Abstract. Purpose. Development of the degree of control methods for hazard exposure of workers to special divisions of large-scale emergencies and industrial accidents under the influence of excess heat radiation. The operational security solutions vital activity of special divisions of workers in extreme situations with high thermal radiation. **Method.** Construction of thermal fields and the establishment of dependencies change of infrared radiation on the location of jobs, the type of radiation source and the spectrum of the radiation sources. **Results.** In order to solve the problems of thermal protection of work places, actual data of measurement of thermal radiation at all workplaces is required. Such studies, for example, at an open window of a thermal furnace at a distance of 1.5-2 m are obviously dangerous and, most importantly, the reliability of the data is reduced because of the decrease in the productivity of measurements in extreme conditions of work. In order to determine the intensity of irradiation of the heat flow, it is necessary to perform a significant number of intermediate calculations or use several graphs or nomograms, which makes these calculations labor-intensive and not convenient for practical use. An attempt was made to summarize the results of research carried out in this direction, to improve working conditions, to significantly reduce the number of variables and to use existing instruments more efficiently during measurements. Based on the theoretical studies of thermal radiation at workplaces, it was established that with great accuracy it is possible to determine the distance to the source of thermal radiation from the point of measurement, the angle at which the source of thermal radiation is visible; in this case, the measurement point may be located at a distance safe for the researcher as we put the basis for the development of an experimental installation for the study of thermal radiation at workplaces. **Scientific novelty.** As a result of theoretical and experimental investigations on the basis of physical modeling regularities change thermoradiation intensity depending on the measuring point and the angle of the emitter placement. Installed dependence have been used to calculate the irradiance at any point of the workspace from excess radiation source. **Practical meaningfulness.** Studies have shown that calculation of the intensity of the thermal radiation at the workplace and time-consuming, so in practice it is more convenient to use universal nomogram, which was built on the basis of the results of the modeling light. The software that allows you to perform mapping the placement of thermal fields of technological equipment and unorganized excessive heat sources.

Keywords: thermal radiation; workplaces; thermal processes; heat flow sensor; nomogram; simulation

Постановка проблеми. Згідно з даними Міністерства охорони здоров'я та Міжнародної організації праці, смертність від травм і профзахворювань у світі посідає третє місце після серцево-судинних і онкологічних захворювань.

В Україні до цього часу залишаються не вирішеними питання підтримання безпеки виробничих процесів, обладнання та споруд.

Станом на 2017 рік в Україні понад 3 млн осіб працюють в умовах, які не відповідають санітарно-гігієнічним нормам, експлуатується понад 800 тис. машин, механізмів, устаткування, які не відповідають вимогам нормативних актів з охорони праці (приблизно 80 % від загальної кількості), майже 42 тис. будівель і споруд перебувають в незадовільному стані. За оцінкою ООН, фізичний знос технологічного обладнання в Україні досяг 80 %. Особливо складними залишаються умови праці на виробництвах, пов'язаних із виділенням або застосуванням теплових джерел [3–5].

Здоров'я і працездатність людини великою мірою визначаються умовами внутрішнього середовища приміщень, які впливають на тепловий обмін робітників із навколишніми поверхнями. Ці умови визначаються поєднанням температури, відносної вологості і швидкості руху повітря, температури поверхонь, що оточують людину, й інтенсивністю теплового (інфрачервоного) опромінення.

Для оцінювання дії теплового випромінювання також велике значення мають спектральний склад й інтенсивність опромінення. У зв'язку з тим, що терморадіаційна напруженість характеризується нерівномірністю в просторі, її оцінювання необхідно вести окремо для кожної точки. Величина опроміненості елементарного майданчика тіла залежить від його орієнтації в просторі відносно джерела теплового випромінювання. Ця величина має векторний характер і багатозначна в кожній точці простору. Для отримання наочної картини

взаємного впливу променистої складової енергії від усіх обернених у бік людини поверхонь необхідно вибрати модель, яку можна було б використовувати для фізичного моделювання.

Аналіз публікацій. Згідно з цілою низкою наукових праць встановлено, що запропоновані рядом авторів способи визначення інтенсивності теплового випромінювання за номограмами і формулами дають велику похибку [1–2]. Значна похибка зумовлена прийняттям цілого ряду допущень багатьох змінних параметрів, тісно зв'язаних між собою. До них належать температура внутрішнього простору печі, розмір вікон у печах і колодязях тощо. При цьому виникає необхідність визначати інтенсивність теплового випромінювання на відстанях 1-2 м і т. д. [3].

Проведений аналіз досліджень показав необхідність обґрунтування і розроблення експериментальної установки для дослідження терморадіаційної напруженості на робочих місцях.

Мета дослідження - забезпечення безпеки життєдіяльності на робочих місцях із підвищеним тепловим випромінюванням.

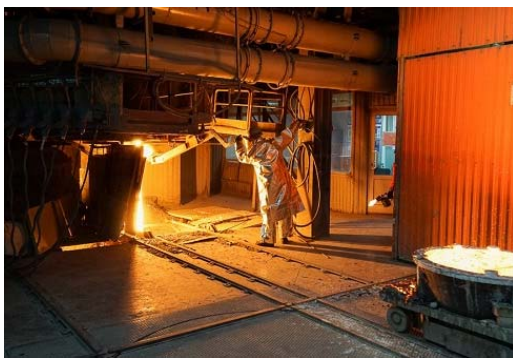


Рис. 1. Робоче місце робітника в процесі плавки базальтових порід

Виклад матеріалу. Для виконання завдань теплозахисту робочих місць необхідні фактичні дані вимірювання терморадіаційної напруженості на всіх робочих місцях. Наприклад, під час переплавки базальту в доменних печах, де він із монолітного твердого каменя перетворюється на розплав, консистенцією що нагадує розжарену лаву. Базальтові породи плавляться за температури близько 1500°C . (рис. 1)

Проводити такі дослідження, наприклад, біля відкритого вікна термічної печі на відстані 1,5-2 м явно небезпечно і, головне, знижується достовірність отриманих даних через зменшення продуктивності вимірів в екстремальних умовах праці. На рисунках 2–3 наведено діаграму опромінення робочих місць термічних процесів: а – контроль температури під час плавки базальту; б – під час завантаження скловарної печі; в – випалення вапна; г – кам'яне литво в інтегральному діапазоні по дузі 360° через 45° [3].

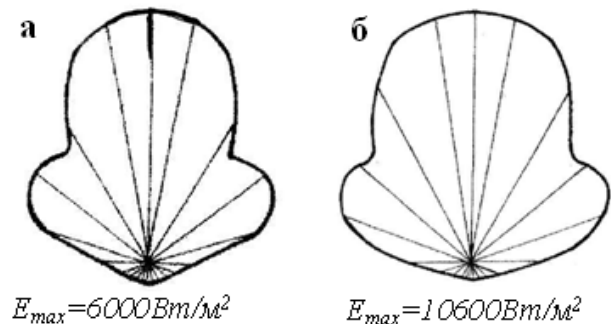


Рис. 2. Діаграми теплового випромінювання на робочих місцях плавки базальту і завантаження скловарної печі

При цьому для визначення інтенсивності випромінювання теплового потоку необхідно виконувати значну кількість проміжних розрахунків або використовувати декілька графіків або номограм, що робить ці розрахунки трудомісткими і малозручними для практичного використання [3].

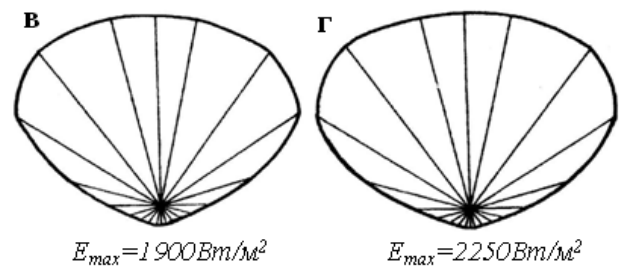


Рис. 3. Діаграми термічного опромінення на робочих місцях випалення вапна і кам'яного литва

На рисунку 4 наведено розрахункові й експериментальні дані зонального розподілу енергії термічних печей.

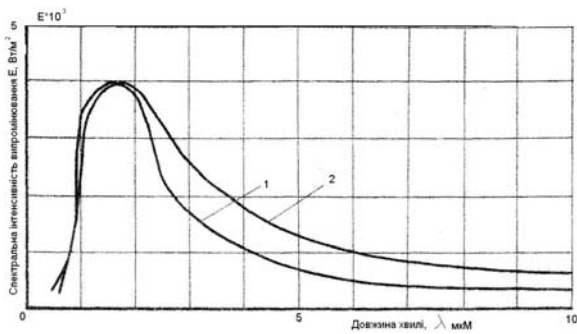


Рис. 4. Експериментальні й розрахункові дані зонального розподілу енергії випромінювання плавильних печей базальту при відкритих вікнах: 1 – розрахункові дані; 2 – експериментальні дані

Ми здійснили спробу узагальнити результати проведених у цьому напрямі досліджень, поліпшити умови праці, значно зменшити число змінних і ефективніше використовувати для вимірювань існуючі прилади [3].

На підставі проведених нами теоретичних досліджень терморадіаційного напруження на робочих місцях встановлено, що з великою точністю можна визначити відстань до джерела тепловипромінювання від точки виміру, кут, під яким видно джерело теплового випромінювання, при цьому точка виміру може розташовуватися на безпечній для дослідника відстані, що і покладено нами в основу під час розроблення експериментальної установки для дослідження терморадіаційного напруження на робочих місцях [3].

Ми прийняли рішення використовувати світлове моделювання для оцінювання теплової опроміненості на робочих місцях. Оскільки оптична й енергетична освітленість змінюються за одними законами, то як джерело теплового випромінювання використовували рівномірно освітлений напівпрозорий екран. Як модель елементарної площі тіла людини використовували приймальну фотоголівку з датчиком теплового потоку ІТТФ АН України ДТП 02 – ДТП 03.

В основному досліджувалася залежність місцевого кутового коефіцієнта випромінювання і максимальних теплових навантажень, а також перехід від непрямих вимірів до прямих. Це дозволяє прогнозувати умови праці за тепловим чинником на робочих місцях. При цьому

метод світлового моделювання дозволяє змоделювати і відображувати отримані результати дослідження для джерел із складними формами випромінювальної поверхні у вигляді максимально наближених до реальних можливих полів опромінення з метою забезпечення проєктантів на стадії проєктування технологічних агрегатів і технологій універсальним методичним посібником [1; 2; 4].

Величина відношення точки зору (видимості джерела випромінювання) ϕ_1/ϕ_2 має фізичний сенс – відношення щільності теплового потоку випромінювання в даній і розрахунковій точці простору, що дозволяє розв'язувати задачу прогнозування теплової опроміненості на поверхні об'єкта опромінення і має низку переваг під час проведення вимірювань.

Експериментальне завдання визначення відносного теплового коефіцієнта випромінювання по фізичній дузі збігається із фізичним завданням моделювання, для якого визначається відношення величин у довільних точках простору з подальшим переходом до шуканих одиниць за допомогою точки репера. У нашому випадку репером може служити точка освітленості екрана, що випромінює, і освітленість об'єкта.

Виміри проводили на розробленій нами установці світлового моделювання (рис. 5). Їх можна розбити на такі етапи:

- підготовка установки до досліджень;
- моделювання явища подібності;
- проведення вимірів і переведення вимірних величин у графічні зображення.

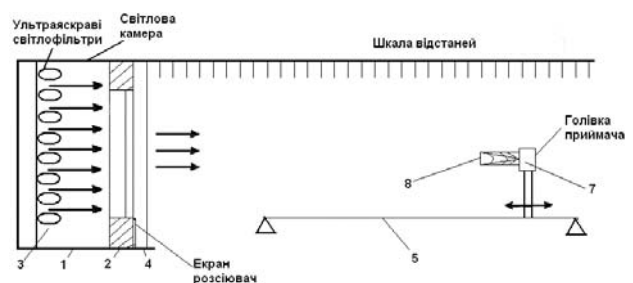


Рис. 5. Функціональна схема установки фізичного моделювання енергетичної освітленості: 1 – світлова камера; 2 – напівпрозорий екран; 3 – матриця ультрафіолетових світлодіодів; 4 – рухливі шторки; 5 – оптична лава; 6 – вимірвальна шкала; 7 – приймальна голівка; 8 – світлозахисна бледа

При цьому необхідно враховувати, що світлове моделювання на розробленій установці включає два експериментальні завдання: відтворення явища, подібного до натури, і проведення вимірів. Кожне із цих завдань формує свої похибки, які в сумі дають похибку методу.

Аналіз похибок дозволяє виявити і врахувати систематичні складові, пов'язані з подібністю світлової моделі і кутовою орієнтацією датчика – приймальної голівки фонового засвічення. Середня квадратична похибка, зумовлена цими джерелами, складає не більше 6–8 % для всього простору, а для кутової орієнтації, що не перевищує 72° , для кутової орієнтації в інтервалі $72 - 86^\circ$ не більше 19 %. Виміри в інтервалі кутів $86-90^\circ$ втрачають сенс через високу похибку [3].

Визначення ϕ_1/ϕ_2 з фізичної точки зору можна коректно здійснювати лише для екрана моделі, що рівномірно світиться, оскільки ϕ визначається для ізотермічних теплообмінних полів. Проте результати вимірювань можна застосовувати з достатньою точністю для інженерних розрахунків на досить широкий клас нерівномірно нагрітих поверхонь.

Цей клас охоплює поверхні, що допускають поділ на приблизно рівні ділянки, різниця температур точок яких не перевищує 20°C ; середні температури сусідніх ділянок не відрізняються більше ніж на 20°C ; при переході від однієї ділянки до сусідньої допускається зміна температур скачками.

Визначення щільності потоку виміру в цьому випадку здійснюється через величину ϕ_1/ϕ_2 для елементарного майданчика, поміщеного в задану точку, від усієї випромінювальної поверхні за допомогою світлового моделювання.

Систематизація і відбір основних форм і розмірів, розташування робочих місць біля них приймалися за типовими розмірами (з урахуванням фіксованих робочих місць).

При цьому розглядався розподіл теплових полів по горизонталі, а вертикальна складова приймалася з урахуванням розташування робочих місць – 2 м, за відсутності більш високих відміток

технологічного устаткування, здатного викривити теплові поля за рахунок відбиття. Висота промислових будівель і споруд, що розглядалися, приймалася рівною $h = 10 - 14$ м.

Для приміщень із джерелами рухливого інфрачервоного випромінювання з обмеженим об'ємом і наявністю додаткового устаткування, будівельних конструкцій необхідно враховувати відбиття теплової енергії та її перерозподіл на робочих місцях. При цьому необхідний диференційований підхід, який і враховує наша методика у фізичному моделюванні, й інтеграційне оцінювання картини терморадіаційної напруженості в просторі цеху.

На наступному етапі досліджень виникла необхідність за допомогою математичного аналізу вивести закономірність зміни відношення ϕ_1/ϕ_2 від енергетичної опроміненості.

Установка для світлового моделювання (рис. 5) складається зі світлової камери (1); напівпрозорого екрана (2); матриці ультрафіолетових світлодіодів (3).

Максимальний розмір напівпрозорого екрана 300×340 мм. За допомогою рухливих шторок (4) розмір вікна, що світиться, можна зменшити до 20×20 мм, а за допомогою спеціальних непрозорих масок отримувати модель випромінювальної поверхні складної форми.

Ультрафіолетові діоди в кількості 700 од. яскравістю 10–15 кандел живляться від джерела напругою 4,5 В, яке можливо регулювати від 2,0 до 4,5 В, споживаний струм за максимальної яскравості 35–40 А.

Світлова камера розташовувалася на оптичній лаві (5), яка має вимірювальну шкалу (6), і та приймальна голівка (7) має можливість по ній переміщатися на полозах. На рисунку 6. наведено загальний вигляд експериментальної установки.

Під час обстеження робочих місць і вимірювання теплової опроміненості по круговій діаграмі або в певному секторі виявилася велика похибка виміру, пов'язана із фоновим засвіченням, а також вплив засвічення від інших джерел.

Для зменшення цього явища використана світлозахисна бледа [3] з

рухливими діафрагмами, оскільки дуже часто необхідно було змінювати кут візування голівки. Подібні удосконалення використані в спеціальній приймальній голівці для вимірювання енергетичної освітленості. Для зменшення перешкод від фонового засвічення і підвищення точності вимірювання було використано зменшений перетин пружини в міру наближення і приймання, що зробило її рівножорсткою по всій довжині.

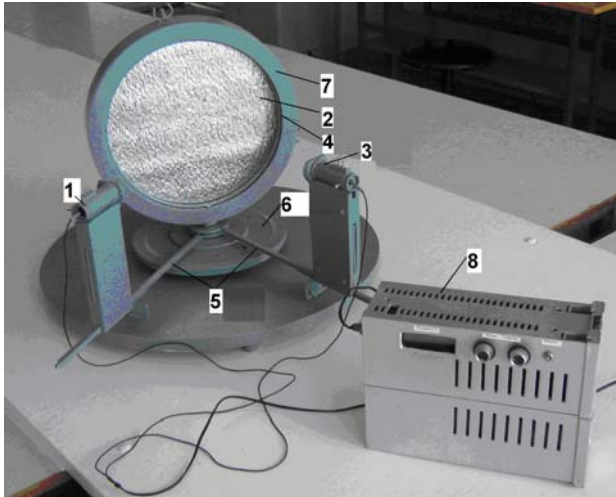


Рис. 6. Загальний вигляд експериментальної установки для фізичного моделювання енергетичної освітленості: 1 – випромінювач ІЧ; 2 – напівпрозорий екран; 3 – фотоприймач; 4 – поворотне кільце з поділками; 5 – штанги; 6 – кільце із градусною шкалою; 7 – матриця світлодіодів; 8 – аналого-цифровий блок реєстрації

Пристрій існуючої приймальної голівки показано на рисунку 7 в положенні максимального і мінімального кута візування. Пристрій складається з порожнистого корпусу (1), плоскої циліндрової пружини (2), рухливої системи (3) зі встановленим приймачем (4).

Пропонована конструкція приймальної голівки для вимірювання променистих потоків дозволяє змінювати кут візування від 5° до 140° , обійтися одним корпусом і понизити матеріаломісткість, переналадку і налаштування в 10-15 разів, за рахунок того, що відстані між витками пружини (діафрагмами) будуть оптимальними.

Пристрій працює таким чином. У положенні 1 приймальна голівка має мінімально допустимий кут візування φ_1 . Для збільшення кута візування рухлива система 3 з приймачем 4 переміщується упродовж

полого корпусу голівки 1, стискаючи витки плоскої циліндрової пружини. При цьому відстань між витками пружини (діафрагмами) зменшується, зберігаючи рівну міжвиткову відстань, яка зменшується із збільшенням кута візування φ_2 .

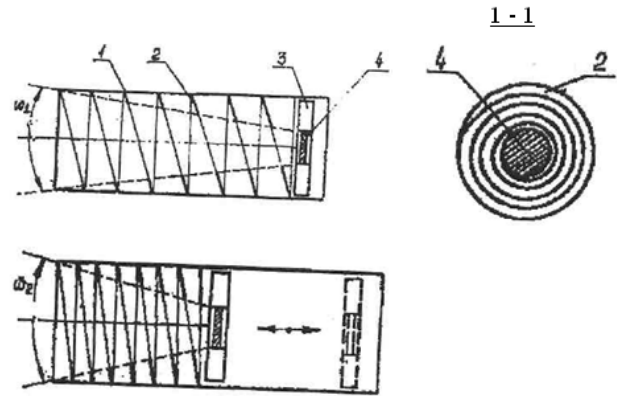


Рис. 7. Приймальна голівка для вимірювання енергетичної освітленості: 1 – корпус; 2 – рухлива діафрагма; 3 – рухлива обойма; 4 – приймач

Цей пристрій дозволяє підвищити точність виміру в приладах. Похибка виміру не перевищує 3 – 4 %.

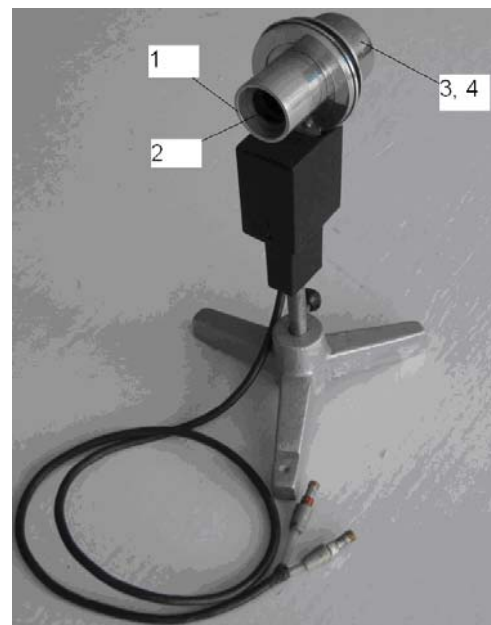


Рис. 8. Загальний вигляд удосконаленої приймальної голівки: 1 – корпус; 2 – рухлива діафрагма; 3,4 – рухлива система з приймачем

Але при всій позитивності результатів вимірювань виявилася причина значної похибки в разі багатократних вимірювань високоінтенсивних теплових потоків. За багатократних вимірах з малими

проміжками між ними за рахунок нагріву рухливої діафрагми нагрівається корпус приймальної голівки і стає вторинним джерелом випромінювання. Автори удосконалили приймальну голівку, що має технічну новизну і заявлено на рівні винаходу. Це дозволило значно зменшити температуру корпусу приймальної голівки і привести її до значення температури довкілля (рис. 8). Удосконалення виразилося у виготовленні спеціальних отворів у корпусі, які дозволили поліпшити умови тепловіддачі від надлишкового нагріву корпусу (рис. 9).

Отвори розташовані по всій довжині корпусу під кутом 45° відносно один одного, що дозволяє створити оптимальні умови для охолодження корпусу до температури довкілля і не пропускати вхідне пряме вимірюване випромінювання.

Це удосконалення дозволило авторам підвищити точність і достовірність вимірів

терморадіаційної напруженості на робочих місцях.

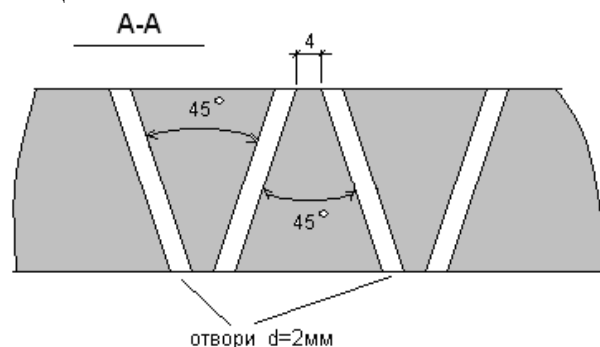


Рис. 9. Вдосконала приймальна голівка

Висновок. На основі проведених досліджень та оптимізації запропоновано захисні композиції, які належать до негорючих, що дозволяє під час їх застосування підвищити безпеку об'єктів і безпеку шляхів евакуації у разі виникнення екстремальних умов унаслідок високотемпературного впливу.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Аметистов Е. В. Основы теории теплообмена [Текст] / Е. В. Аметистов. – Москва : МЭИ, 2011. – 242 с.
2. Зигель Р. Теплообмен излучением [Текст] / Р. Зигель, Дж. Хауэлл. – Москва : Мир, 2005. – 934 с.
3. Исследование термодинамической напряженности на рабочих местах при воздействии высоких температур [Текст]: монография / А. С. Беликов, С. Ю. Рагимов, В. А. Шаломов и др. – Днепр : Литограф, 2016. – 163 с.
4. Hespel L. Radiative properties of scattering and absorbing dense media: theory and experimental study / Hespel L., Mainguy S., Grajfet J.-J. // Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer. – 2013. – Vol. 77. – P. 193–210.
5. Makino T. Thermal radiation properties of ceramic materials / T. Makino, T. Kunitomo, I. Sakai // Heat Transfer - Japanese Research. – 2014. – Vol. 13, № 74. – P. 33–50.

REFERENCES

1. Ametistov E.V. *Osnovy teorii teploobmena* [Bases of theory of heat exchange]. Moskva: MEI, 2011, 242 p. (in Russian).
2. Zigel' R. and Khauell Dzh. *Teploobmen izlucheniem* [Heat exchange by a radiation]. Moskva: Mir, 2005, 934 p. (in Russian).
3. Belikov A.S., Ragimov S.Yu., Strezhekurov Ye.E, Sobina V.A., Shalomov V.A. and Dubinin D.P. *Issledovanie termodinamicheskoy napryazhennosti na rabochix mestax pri vozdeystvii vysokix temperatur* [The study of thermodynamic tension in the workplace under the influence of high temperatures]. Dnipro: Litograf, 2016, 163 p. (in Russian).
4. Hespel L., Mainguy S. and Grajfet J.-J. *Radiative properties of scattering and absorbing dense media: theory and experimental study*. Journal of Quantitative Spectroscopy & Radiative Transfer. 2013, vol. 77, pp. 193–210.
5. Makino T., Kunitomo T., Sakai I. and Kinoshita H. *Thermal radiation properties of ceramic materials*. Heat Transfer - Japanese Research. 1984, vol. 13, iss. 4, pp. 33–50.

Рецензент: Єгоров С. А., д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 30.05.2017 р. Прийнята до друку: 10.06.2017 р.

УДК 624.154.1:137.37

ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ОСНОВИ ФРАГМЕНТУ ПАЛЬОВОГО ФУНДАМЕНТУ ПРИ ПОЕТАПНОМУ НАВАНТАЖЕННІ ЙОГО ЕЛЕМЕНТІВ У ЛОТКУ

СЕДИН В. Л.¹ *д. т. н., проф.*,

БІКУС К. М.² *к. т. н., доц.*,

КОВБА В. В.^{3*} *асп.*

¹ Кафедра основ і фундаментів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, ORCID ID: 0000-0003-2293-7243

² Кафедра основ і фундаментів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, ORCID ID: 0000-0003-1287-666X

^{3*} Кафедра основ і фундаментів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38(056)756-33-43, e-mail: vladislavkovba@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5140-8140

Анотація. Постановка проблеми. Дослідження зміни напружено-деформованого стану (НДС) основи моделі фрагмента пальового фундаменту (ПФ) залежно від зміни послідовності навантаження його елементів. **Методика.** У лабораторних умовах в об'ємному лотку проведено три серії випробувань моделей фрагментів (ПФ), що різнилися сполученнями навантажень, площею навантаження ґрунту під плитою ростверку і залученням до роботи моделі палі. **Результати.** Лабораторно досліджено зміну НДС основи моделі фрагмента ПФ залежно від зміни послідовності навантаження його елементів та вплив попереднього статичного навантаження палі на зниження її осідання у складі фрагмента ПФ. **Наукова новизна.** Серії випробувань моделей фрагментів ПФ за поетапного навантаження їх елементів (І і ІІІ серія) показали, що така послідовність навантаження дозволяє фрагменту ПФ сприймати більші навантаження за умови однакових значень осідань. Моделі фрагмента ПФ, у яких додатково навантажувалася паля (ІІІ серія), показали здатність сприймати ще більші навантаження порівняно з ІІ серією. **Практична значимість.** За умови поетапного залучення до роботи всіх елементів фрагмента ПФ виникає попередньо напружений стан основи (додаткові дотичні напруження) навколо моделі палі на деякому проміжку, який сприяє переміщенню моделі палі, не з'єднаної з фрагментом плити. Лабораторно підтверджено залежність про те, що чим більша площа навантаження ґрунту під плитою ростверку, тим більші переміщення моделі палі, не з'єднаної з фрагментом плити. У реальному будівництві цей ефект може використовуватися для попереднього навантаження палі і сприяти вирівнюванню осідань палей у межах пальового поля ще до передачі експлуатаційних навантажень.

Ключові слова: поетапне навантаження фрагмента пальового фундаменту; додаткові дотичні напруження; модель палі, не з'єднана з фрагментом плити

ИССЛЕДОВАНИЯ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВАНИЯ ФРАГМЕНТА СВАЙНОГО ФУНДАМЕНТА ПРИ ПОЭТАПНОМ НАГРУЖЕНИИ ЕГО ЭЛЕМЕНТОВ В ЛОТКЕ

СЕДИН В. Л.¹ *д. т. н., проф.*,

БІКУС Е. М.² *к. т. н., доц.*,

КОВБА В. В.^{3*} *асп.*

¹ Кафедра оснований и фундаментов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, ORCID ID: 0000-0003-2293-7243

² Кафедра оснований и фундаментов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, ORCID ID: 0000-0003-1287-666X

^{3*} Кафедра оснований и фундаментов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38(056)756-33-43, e-mail: vladislavkovba@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5140-8140

Аннотация. Постановка проблемы. Исследование изменения напряженно-деформированного состояния (НДС) основания модели фрагмента свайного фундамента (СФ) в зависимости от изменения последовательности нагружения его элементов. **Методика.** В лабораторных условиях в объемном лотке проведены три серии испытаний моделей фрагментов СФ, различающиеся сочетанием нагрузок, площадью нагружения ґрунта под плитой ростверка и включением в работу модели сваи. **Результаты.** Лабораторно исследовано изменение НДС основания модели фрагмента СФ в зависимости от изменения последовательности нагружения его элементов и влияние предварительного статического нагружения сваи на снижение ее осадки в составе фрагмента СФ. **Научная новизна.** Серии испытаний моделей фрагментов СФ, при поэтапном

нагружении их элементов (II и III серия) показали, что такая последовательность нагружения позволяет фрагменту СФ воспринимать большие нагрузки при одинаковых значениях осадок. Модели фрагмента СФ в которых дополнительно нагружалась свая (III серия), показали способность воспринимать еще большие нагрузки в сравнении со II серией. **Практическая значимость.** При поэтапном включении в работу всех элементов фрагмента СФ возникает предварительно напряженное состояние основания (дополнительные касательные напряжения) вокруг модели сваи на некотором промежутке, способствующее перемещению модели сваи, не соединенной с фрагментом плиты. Лабораторно подтверждена зависимость: чем больше площадь нагружения грунта под плитой ростверка, тем больше перемещение модели сваи, не соединенной с фрагментом плиты. В реальном строительстве такой эффект может полезно использоваться для предварительного нагружения свай и способствовать выравниванию осадок свай в свайном поле еще до передачи эксплуатационных нагрузок.

Ключевые слова: поэтапное нагружение фрагмента свайного фундамента; дополнительные касательные напряжения; модель сваи, не соединенной фрагментом плиты

INVESTIGATION OF STRAIN STATE OF BASE OF THE FRAGMENT'S MODEL OF THE PILE FOUNDATION DURING STAGED LOADING OF ITS ELEMENTS IN THE SOIL TANK

SEDIN V. L.¹ *Dr. Sc. (Tech.), Prof.,*

BIKUS K. M.² *Ph. D., Assos. prof.,*

KOVBA V. V.^{3*} *postgraduate student,*

¹ Foundation Engineering Department, Pridniprovs'k State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, ORCID ID: 0000-0003-2293-7243

² Foundation Engineering Department, Pridniprovs'k State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, ORCID ID: 0000-0003-1287-666X

^{3*} Foundation Engineering Department, Pridniprovs'k State Academy of Civil Engineering and Architecture, 24A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, +38(056)756-33-43, e-mail: vladislavkovba@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-5140-8140

Summary. Purpose. Changes of stress strain state of the fragment's model of the pile foundation's base depending on load sequence change should be investigated. **Methodology.** There are laboratory three test runs of the fragment's model of the pile foundation carried out at the soil tank, unlike staged of loading and square of weight square on the soil under the plate raft with the including of pile. **Results.** There are laboratory confirmations of change of strain-stress state of pile foundation base depending on its elements' load sequence change and confirmations of the influence of piles preloading on their settlement reduction. **Originality.** Carried out series of tests under the spatial invert with step-by-step loading of model elements of pile foundation fragments (the II and III test runs) showed that such sequence of foundation load allows it to take heavier loads under the condition of the same values of settlement. The model of pile foundation's fragment with additional loading of pile (III test run) showed that such sequence of foundation load allows it to take heavier loads in comparison to the I test run. **Practical value.** Upon condition of staged including of all elements of the pile foundation, prestressed strain state (additional skin frictions), around the model of the pile, at some point, which facilitates the movement of the pile's model, not connected with the plate. There are laboratory confirmations of dependencies that the more the weight square under the plate is, the greater the displacement of pile's fragment. This effect can be useful for preloading piles in the real building, and to help align the piles' settling within the limits of the pile field, before the transfer of operational loads.

Keywords: staged loading of the pile foundation's fragment; additional skin frictions; model of the pile not connected with the plate's fragment

Вступ. Стрімке зростання багатопверхового і висотного будівництва потребує більш ретельного врахування абсолютних деформацій і майже ювелірного прогнозування відносних нерівномірних осідань пальових фундаментів (ПФ). Для таких будівель зазвичай проектують ПФ з плитними ростверками під усю будівлю чи під частини будівлі з найбільш зосередженими навантаженнями від конструкцій. Експлуатація ПФ із плитними

ростверками на слабких грунтах та у складних інженерно-геологічних умовах може спричинити осідання ґрунту основи під плитою ростверку в експлуатаційний період [12], в результаті чого утворюються порожнини і плита ростверку втрачає можливість передавати навантаження на ґрунт, і в разі перевищення осідань допустимих меж може спровокувати руйнування конструкцій.

Геотехнічне будівництво - це галузь, яка потенційно має великі запаси ресурсів ґрунтових основ, наданих нам природою, та несної здатності фундаментів під час їх спільної роботи з основами та наземними конструкціями. Відомо, що плита ростверку може забезпечувати додатковий резерв несної здатності фундаменту.

Професор І. П. Бойко наголошує на тому, що будівля зазвичай зумовлює якусь одну величину осідання, і система ПФ, яка має три складові (опір під нижнім торцем, уздовж бічної поверхні й під ростверком), при цьому не може бути мобілізована одночасно. За таких обставин щось обов'язково недораховується і потенціал інших складових ПФ обов'язково використовується не повністю. Загалом це спричинює збільшення перевитрат на зведення ПФ, а залучення до роботи елементів ПФ для використання резервів несної здатності й ресурсів основ набуває сьогодні першочергового значення [3]. Тому наразі у багатьох країнах світу ефективним і раціональним рішенням є використання ПФ із залученням до роботи ростверку та застосування конструкцій з можливістю регулювання напружено-деформованого стану (НДС) їх основ.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Для повноцінного використання ресурсів основ та раціонального проектування ПФ слід ураховувати не тільки послідовність зведення будівель із поступовим наростанням жорсткості і зростанням їх загальної ваги, а й послідовність залучення до роботи елементів ПФ. Інженерно залучення до роботи всіх елементів ПФ досягається шляхом поетапного навантаження плитного ростверку за умови відсутності з'єднання з палями. Дослідженням НДС основ таких фундаментів займалися F. Gonzalez, І. П. Бойко, В. В. Лушніков, І. В. Маєвська, Н. Brandl, М. С. Метелюк, В. П. Петрухін, О. В. Самородов, та ін. [1; 2; 4; 5; 8].

Навантаження таких конструкцій невід'ємно пов'язане з виникненням переміщень палі за рахунок утворення

додаткових дотичних напружень уздовж бічної поверхні палі при довантаженні ґрунтової основи довкола голів палі, що в багатьох джерелах зустрічається як явище негативного тертя [6; 6; 9-11]. Особливий інтерес викликають роботи Б. В. Бахолдіна, В. І. Бермана, В. Н. Fellenius, М. Vozozuk, J. J. Correa, J. F. Rodriguez та ін.

Попередні дослідження з числового моделювання НДС основи при навантаженні плитного ростверку, не з'єданого з палями [1], зафіксували переміщення палі.

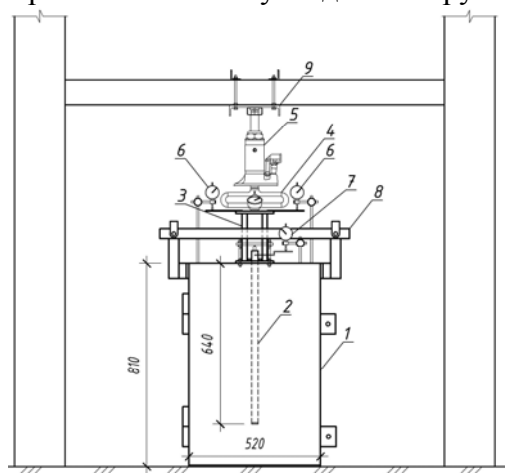
Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Дослідження НДС основ палі, не з'єднаних із ростверком, включають: навантаження плити ростверку і її осідання; об'єднання палі з ростверком і подальше навантаження ПФ. Цікаво лабораторно прослідкувати, як зміниться НДС ПФ за умови попереднього статичного навантаження палі (до їх об'єднання з ростверком)?

Постановка завдання. У зв'язку з цим роботу присвячено продовженню дослідження числових залежностей [1] і впливу попереднього статичного навантаження палі на зниження їх осідань у складі ПФ. Для цього необхідно лабораторно дослідити зміну НДС основи моделі фрагмента ПФ залежно від зміни послідовності навантаження його елементів, провести три серії випробувань в умовах об'ємного лотка.

Основний матеріал і результати. Дослідження взаємодії моделей елементів фрагментів ПФ проводили в лотку круглої в плані форми. Діаметр моделі палі $d_n = 25$ мм, а довжина $l_n = 640$ мм. Лоток – металева ємність циліндричної форми діаметром 520 мм і висотою – 810 мм, яка складається з трьох частин: роз'ємний корпус із сегментів округлої форми, які з'єднані між собою за допомогою шарнірів, і дна із листової сталі (рис. 1). Внутрішні розміри лотка складають 500×800 мм. У період досліджень піщаний ґрунт порушеної структури укладався зі щільністю сухого ґрунту $\rho_d = 1,41$ г/см³ при вологості $W = 0,09$. Лоток заповнювали шарами ґрунту по 20 мм товщиною, після чого

ущільнювали ручною трамбівкою масою 3 кг. Контроль за якістю укладеного ґрунту

виконувався шляхом відбирання зразків у різальні кільця.



а



б

Рис. 1. Дослідний стенд для випробування: а – схема стенду; б – фото: 1 – лоток циліндричної форми; 2 – модель палі; 3 – модель фрагмента плити; 4 – динамометр ДОСМ 3-5; 5 – домкрат гідравлічний; 6 – індикатори (для визначень переміщень плити); 7 – індикатор (для визначень переміщень палі); 8 – напрямні елементи для рівномірного переміщення плити; 9 – опора домкрата з фіксатором (пластина 12 мм)

Для проведення експерименту було виготовлено три варіанти конструкцій фрагментів плит (товщиною 10 мм) з отворами у центрі (діаметром 27 мм) різних розмірів, фото яких зображено на рисунку 2. Розміри фрагментів плит залежно від площі навантаження ґрунту складають: діаметр 75 мм – площа 38,4 см² (рис. 2 а), діаметр 125 мм – площа 116,9 см² (рис. 2 б), діаметр 175 мм – площа 234,7 см² (рис. 2 в). Кожний фрагмент плити оснащено металевою пластиною товщиною 15 мм (рис. 2), за допомогою якої контролюється залучення моделі палі до роботи.

Статичне навантаження на фрагмент моделі плити передавалося за допомогою гідравлічного домкрата з максимальним навантаженням 5 т, який встановлювався на плити і спирався у систему упорних балок анкерного стенда (рис. 1). Етапи прикладання навантаження на фрагмент плити контролювали по динамометру зразковому механічному ДОСМ 3-5 (для плит діаметром 125 та 175 мм) та ДОСМ 3-1 (для плит діаметром 75 мм) з чутливістю не більше 0,02 % від найбільшої межі вимірювання, встановленому між домкратом і плитою.



а



б



в

Рис. 2. Фото фрагментів плит залежно від діаметра і площі навантаження ґрунту: а – 38,4 см² (75 мм); б – 116,9 см² (125 мм); в – 234,7 см² (175 мм)

Кожний ступінь навантаження витримувався до умовної стабілізації осідання моделі палі. Відліки знімалися одразу після прикладення ступеня навантаження, а потім з інтервалом 30 хв.

Вертикальні переміщення фрагмента плити фіксували двома прогиномірами Ич 10 з точністю 0,01 мм, установленими на реперних пристроях, переміщення палі – одним прогиноміром Ич 10 (рис. 1). За фактичне значення деформації палі приймалося середнє арифметичне по поділках двох приладів.

Дослідження деформованого стану основи фрагмента ПФ за поетапного

навантаження його елементів проведено у три серії, які наведено у таблиці 1 із значенням максимальних осідань фрагментів плит S_{max} за максимальних навантажень P_{max} для кожного етапу, кожної серії випробувань, для трьох варіантів розмірів фрагментів плит. Під час II і III серій елементи фрагмента ПФ задіяні до роботи поступово (навантажувалась плита, не з'єднана з палею, а згодом плита і паля, з'єднані між собою) (рис. 3 б, з). У III серії додатково було довантажено палею за відсутності з'єднання з плитою (рис. 3 в).

Таблиця 1

Значення максимальних осідань за максимальних навантажень для кожного етапу, кожної серії випробувань (трьох варіантів діаметрів фрагментів плит)

Серія випробувань	Послідовність і етапи навантаження фрагмента пальового фундаменту	75 мм		125 мм		175 мм	
		$S_{max}, мм$	$P_{max}, кН$	$S_{max}, мм$	$P_{max}, кН$	$S_{max}, мм$	$P_{max}, кН$
I	плита з'єднана з палею	7,04	5,68	7,01	8,70	7,01	16,19
II	1-й етап : плита не з'єднана з палею	2,01	1,31	2,01	4,85	2,11	9,87
	2-й етап: плита з'єднана з палею	7,01	5,72	7,03	9,46	7,02	16,76
III	1-й етап: плита не з'єднана з палею	2,02	1,01	2,01	4,91	2,04	9,55
	2-й етап: окремо паля (відсутнє з'єднання з плитою)	2,02	1,01	2,01	4,91	2,04	9,55
	3-й етап: плита з'єднана з палею	7,01	6,01	7	9,94	7,05	17,33

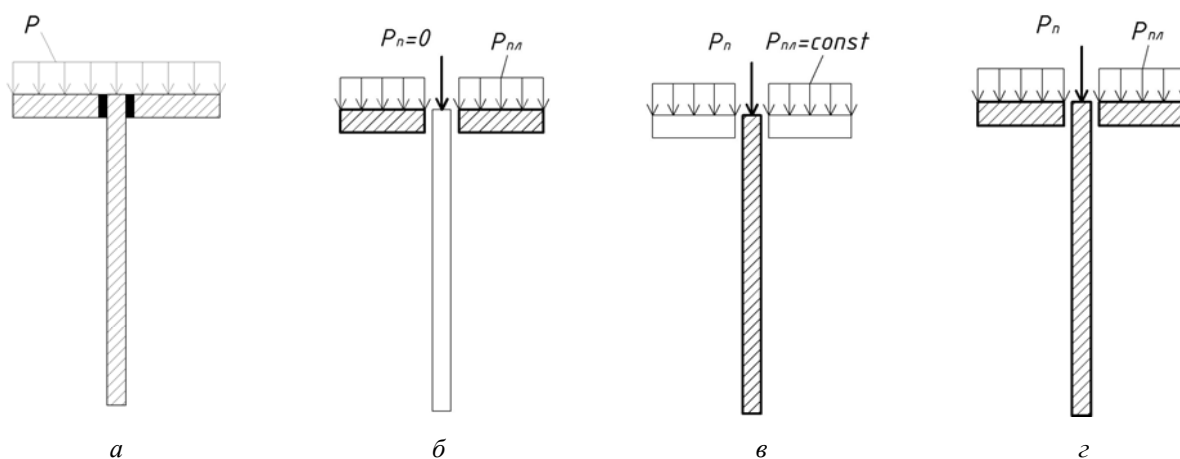


Рис. 3. Схематичне зображення поєднання навантажень елементів ПФ: а – I серія випробування; б – 1-й етап II та III серій випробувань; в – 2-й етап III серії випробувань; г – 2-й етап II серії та 3-й етап III серії випробувань

I серія випробувань проводилась в один етап (див. табл. 1). Навантажувалась плита, заздалегідь з'єднана з палею, до передачі статичного навантаження. Умовно НДС такого фрагмента імітує поведінку фрагмента класичного ПФ, а результати

його випробування прийнято за 100 % для можливості оцінювання результатів інших серій.

За результатами спостережень за переміщеннями фрагментів ПФ побудовано графік залежності осідання фрагментів плит

від навантаження $S=f(P)$ для трьох діаметрів фрагментів плит, параметри якого наведені на рисунку 4.

II серія випробувань проводилась у два етапи (див. табл. 1). На 1-му етапі навантажувалась тільки фрагмент плити, не з'єднаний з палею (навантаження до палі не прикладалося). Осідання доведені до значення $S_{пл.} \approx 2$ мм (див. рис. 3 б). На 2-му етапі, не знімаючи прикладеного навантаження на 1-му етапі, до роботи залучили палею для сумісної роботи (шляхом з'єднання пластини) і навантажували фрагмент плити, з'єднаний з палею (див. рис. 3 з).

Роботу II серії випробувань можна умовно вважати як плиту на ґрунтовій основі, армованій палями (палі спочатку є елементом армування, а потім елементом конструкції фундаменту).

Результати спостережень за переміщеннями елементів фрагментів ПФ

занесені в таблицю 2, де наведено значення осідань фрагментів плит за заданих навантажень кожного етапу II серії випробувань для трьох варіантів діаметрів плит.

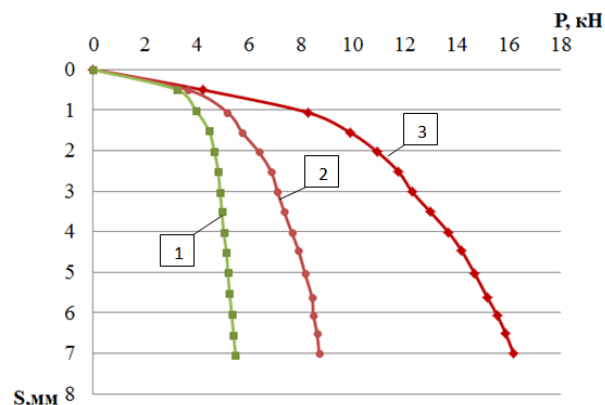


Рис. 4. Графік "навантаження – осідання" I серії випробувань залежно від діаметра плити: 1 – 75 мм; 2 – 125 мм; 3 – 175 мм

Таблиця 2

Результати II серії випробувань

Етапи випробувань	№ пп ступеня навантаження	Розміри фрагментів плит, залежно від діаметра моделі палі							
		75 мм		125 мм		175 мм			
		$S_{пл.}$, мм	$P_{пл.}$, кН	$S_{пл.}$, мм	$P_{пл.}$, кН	$S_{пл.}$, мм	$P_{пл.}$, кН	$S_{п.}$, мм	$P_{п.}$, кН
1-й	1	0,51	0,91	0,53	3,11	0,52	4,46	-	-
	2	1,02	1,14	1,04	4,06	1,12	7,72	-	-
	3	1,53	1,23	1,51	4,51	1,55	8,52	0,01	-
	4	2,01	1,31	2,01	4,85	2,11	9,87	0,035	-
		$S_{пл+п.}$, мм	$P_{пл+п.}$, кН	$S_{пл+п.}$, мм	$P_{пл+п.}$, кН	$S_{пл+п.}$, мм		$P_{пл+п.}$, кН	
2-й	5	2,51	2,27	2,51	6,76	2,54		11,6	
	6	3,01	4,06	3,02	7,88	3,03		13,71	
	7	3,51	4,75	3,51	8,48	3,54		15,11	
	8	4,02	5,13	4,02	8,98	4,01		15,62	
	9	4,51	5,28	4,61	9,12	4,61		16,13	
	10	5,01	5,4	5,02	9,32	5,04		16,25	
	11	5,53	5,48	5,55	9,35	5,51		16,38	
	12	6,01	5,58	6,07	9,38	6,03		16,5	
	13	6,51	5,62	6,55	9,41	6,52		16,63	
	14	7,01	5,72	7,03	9,46	7,02		16,76	

На рис. 5 наведено графіки залежності $S=f(P)$ II серії для трьох діаметрів фрагментів плит. На графіках криві (до штрихової вертикальної лінії) відповідають 1-му етапу (осіданню тільки фрагмента плити $S_{пл.} \approx 2$ мм від навантаження $P_{пл.}=1,31$ кН для діаметра плити 75 мм (рис. 5 а); навантаження $P_{пл.}= 4,85$ кН для

діаметра 125 мм (рис. 5 б); $P_{пл.}= 9,87$ кН для діаметра 175 мм (рис. 5 в). Криві (після штрихової вертикальної лінії) відповідають 2-му етапу (осіданню фрагмента фундаменту, з'єднаного з палею для сумісної роботи).

Випробування для всіх варіантів розмірів фрагментів плит проводились до

максимальних осідань рівними $S_{пл.+п., max} \approx 7$ мм, за максимальних навантажень $P_{пл.+п., max} = 5,72$ кН для фрагменту плити діаметром 75 мм (рис. 5 а); $P_{пл.+п., max} = 9,46$ кН для плити діаметром 125 мм (рис. 5 б); $P_{пл.+п., max} = 16,76$ кН для плити діаметром 175 мм (рис. 5 в).

За навантаження моделі фрагмента плити ростверку діаметром 175 мм було помічено переміщення палі $S_n = 0,03$ мм за рахунок обтиснення поверхні ґрунту навколо голови моделі палі і виникнення додаткових дотичних напружень у ґрунті на деяку глибину від плити (рис. 5 в та табл. 2).

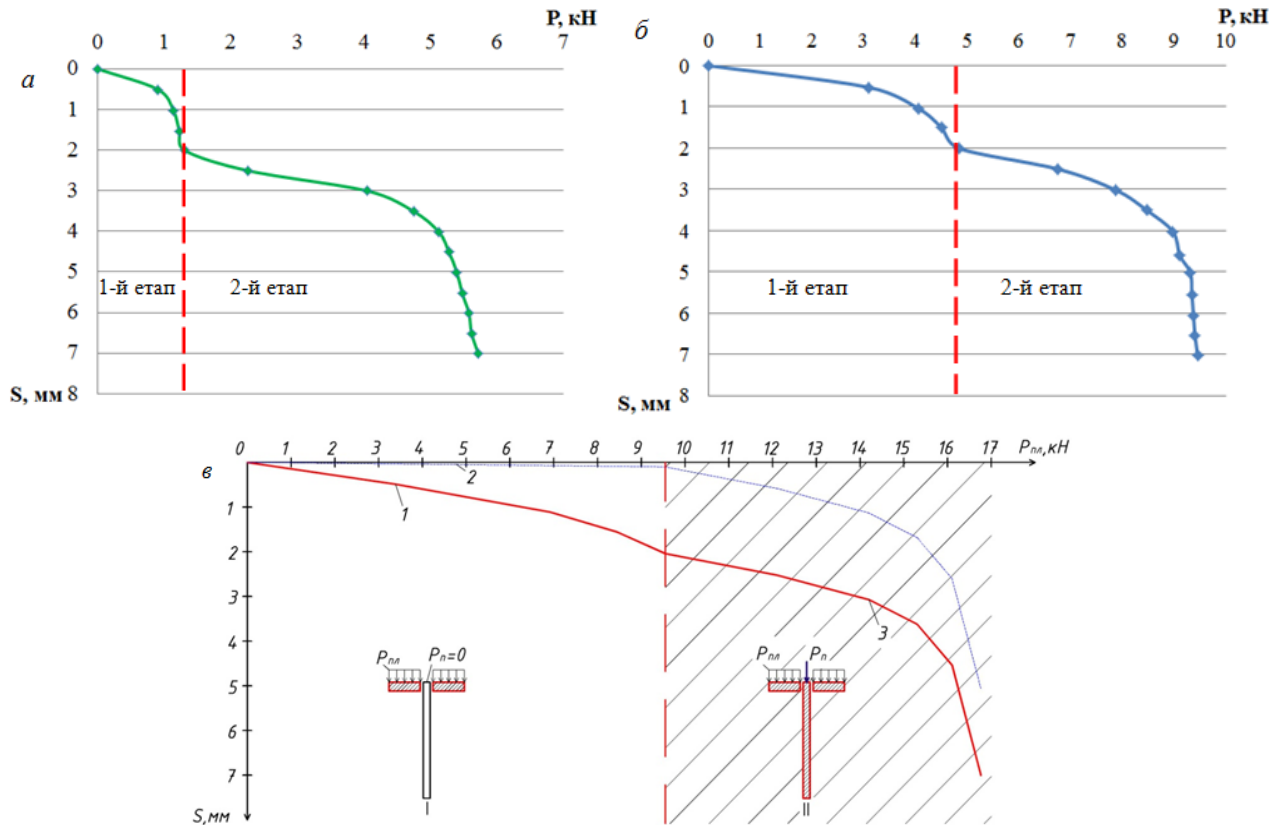


Рис. 5. Графік "навантаження – осідання" II серії випробувань фрагментів плит діаметром 75 мм (а), 125 мм (б), 175 мм (в): 1 – осідання плити, 2 – осідання палі, 3 – осідання плити і палі, з'єднаних між собою

III серія випробувань проводилась у три етапи (див. табл. 3). На 1-му етапі навантажувалась тільки фрагмент плити, не з'єднаний з палею (навантаження до палі не прикладалося), до осідання $S_{пл.} \approx 2$ мм (див. рис. 3 б). На 2-му етапі, не знімаючи прикладеного навантаження до плити, окремо навантажували палею до її осідання $S_n \approx 2$ мм (див. рис. 3в). На 3-му етапі, не знімаючи прикладеного навантаження до фрагмента плити і палі на 1-му і 2-му етапах, до спільної роботи залучили палею (шляхом з'єднання пластини) і навантажували фрагмент плити і з'єднаний з палею для сумісної роботи як однієї конструкції (див. рис. 3г).

Під час II і III серій елементи фрагмента ПФ були задіяні до роботи поступово (навантажувалась плита, не з'єднана з палею, а згодом плита і палея, з'єднані між собою) (рис. 3 в, г), але під час III серії додатково було довантажено палею за відсутності з'єднання з плитою (рис. 3 в).

Результати спостережень за переміщеннями елементів фрагментів ПФ занесені таблицю 3, де наведено значення осідань фрагментів плит за заданих навантажень кожного етапу III серії випробувань для трьох варіантів розмірів фрагментів плит.

Результати III серії випробувань

Етапи випробувань III серії	75 мм				125 мм				175 мм				
	S _{пл., мм}	P _{пл., кН}	S _{п., мм}	P _{п., кН}	S _{пл., мм}	P _{пл., кН}	S _{п., мм}	P _{п., кН}	S _{пл., мм}	P _{пл., кН}	S _{п., мм}	P _{п., кН}	
1-й	0,51	0,68	-	-	0,51	3,09	-	-	0,49	3,39	-	-	
	1,01	0,84	-	-	1,03	4,09	-	-	1,11	6,92	-	-	
	1,5	0,92	-	-	1,54	4,51	-	-	1,56	8,46	0,01	-	
	2,02	1,01	-	-	2,01	4,91	0,01	-	2,04	9,55	0,03	-	
2-й	2,02	1,01	0,51	0,28	2,01	4,91	0,51	0,32	2,04	9,55	0,51	0,39	
	2,02	1,01	1,02	0,52	2,01	4,91	1,01	0,61	2,04	9,55	1,02	0,67	
	2,02	1,01	1,51	0,71	2,01	4,91	1,5	0,88	2,04	9,55	1,52	0,91	
	2,02	1,01	2,02	0,92	2,01	4,91	2,01	1,03	2,04	9,55	2,12	1,11	
	S _{пл+п., мм}		P _{пл+п., кН}		S _{пл+п., мм}		P _{пл+п., кН}		S _{пл+п., мм}		P _{пл+п., кН}		
3-й		2,53		4,08		2,51		6,53		2,52		12,11	
	0	3,01		4,91		3,01		8,83		3,07		14,16	
	1	3,51		5,48		3,51		9,45		3,62		15,30	
	2	4		5,79		4,01		9,58		4,2		16,13	
	3	4,52		5,92		4,72		9,72		5,12		16,88	
	4	5,01		5,96		5,1		9,79		5,96		17,01	
	5	5,96		5,99		5,8		9,86		6,52		17,14	
	6	7,01		6,01		7		9,94		7,05		17,33	

На рисунку 6 наведено графіки залежності $S = f(P)$ випробувань III серії для трьох варіантів розмірів фрагментів плит.

Випробування проводились до максимальних осідань рівних $S_{пл.+п., max} \approx 7$ мм, за максимальних навантажень $P_{пл.+п., max} = 6,01$ кН для фрагмента плити діаметром 75 мм (рис. 6 а); $P_{пл.+п., max} = 9,94$ кН – діаметром 125 мм (рис. 6 б); $P_{пл.+п., max} = 17,33$ кН – діаметром 175 мм (рис. 6 в).

За навантаження моделей фрагментів плит діаметром 125 і 175 мм на 2-му етапі III серії випробувань також помічені переміщення палі за рахунок виникнення додаткових дотичних напружень у ґрунті навколо палі.

У разі збільшення діаметра плити з 75 до 175 мм збільшувалася зона додаткових дотичних напружень у ґрунті навколо палі, що підтверджено приростом її переміщень. Зокрема, максимальне переміщення палі отримано за навантаження плити діаметром 175 мм. У випадку навантаження плити

діаметром 75 мм переміщення палі не відбувалося.

Порівняння результатів випробувань.

Проведені серії випробувань за поетапного навантаження елементів моделей фрагментів ПФ (II і III серії) показали, що така послідовність навантаження дозволяє фрагменту ПФ сприймати більші навантаження за умови однакових значень осідань (≈ 7 мм).

Порівняння результатів випробувань і їх об'єктивне оцінювання відбувались завдяки даним I серії випробувань, робота фрагмента якого імітує поведінку класичного ПФ, НДС якого, в межах наших досліджень, прийнято за 100 %.

Порівняння графіків (рис. 7) дає змогу побачити, що зі збільшенням розмірів плит за однакової довжини моделі палі, роль палі зменшується, оскільки значна частина навантаження на ґрунт передається за рахунок саме плитної частини.

Зокрема, для фрагмента ПФ із діаметром плити 75 мм, у якому кожний

його елемент навантажувався окремо, поетапно (II серія) сприймає на 5 % більші навантаження; з діаметром плити 125 мм сприймає на 8 % більше навантаження; з

діаметром плити 175 мм – на 4 % більше навантаження.

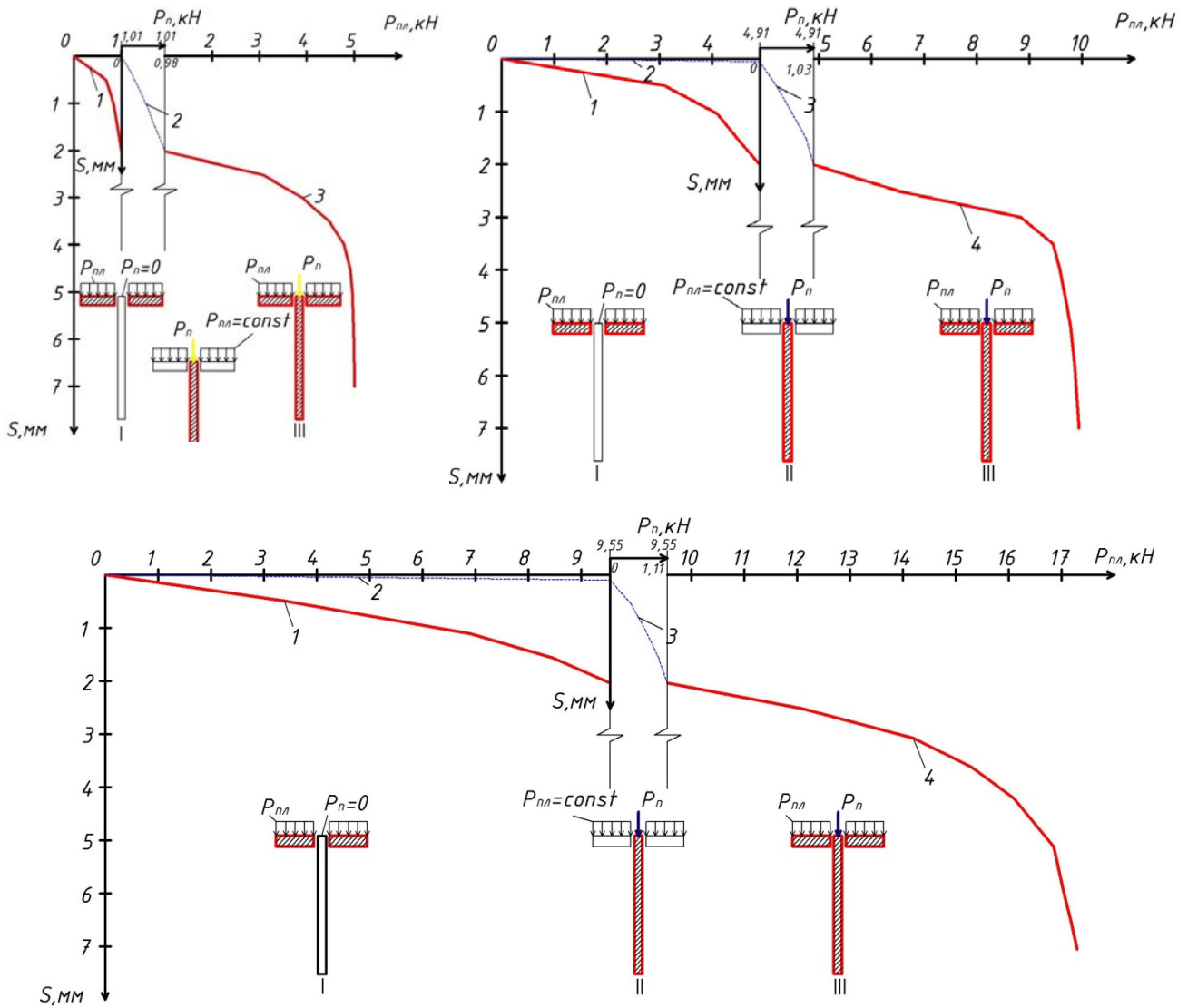
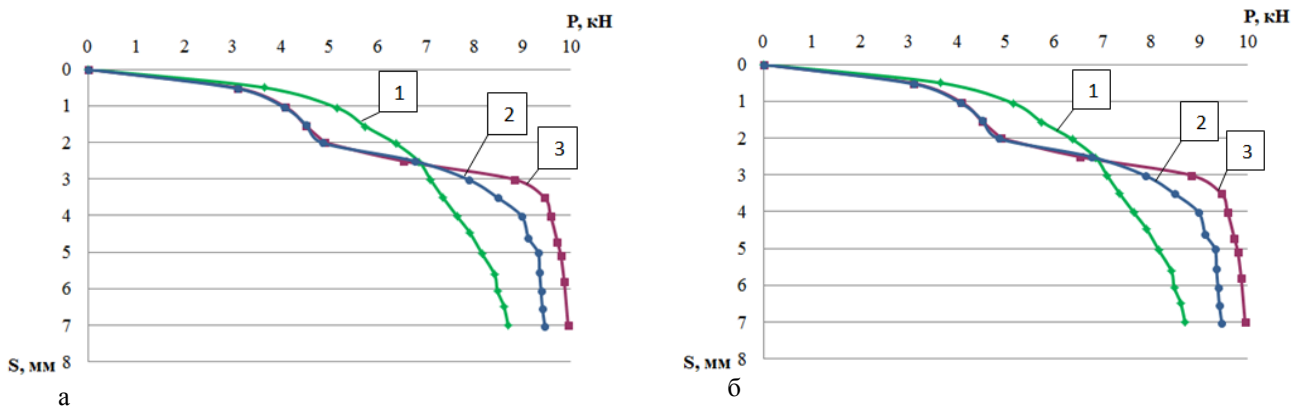


Рис. 6. Графік "навантаження – осідання" при III серії випробувань фрагмента плити діаметром 75 мм (а), 125 мм (б), 175 мм (в): 1 – 1-й етап, осідання плити; 2 – 1-й етап, осідання палі; 3 – 2-й етап, навантаження палі; 4 – осідання плити і палі з'єднаних між собою



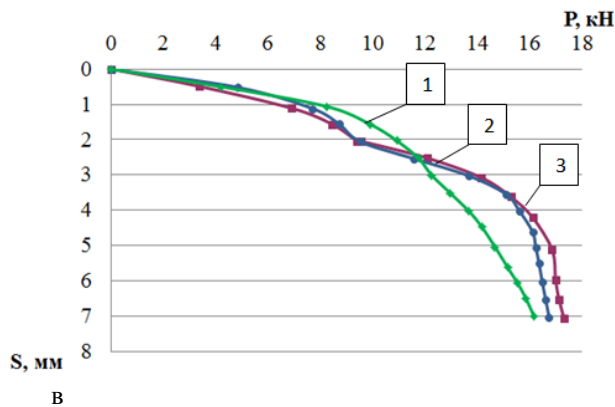


Рис. 7 – Графік "навантаження – осідання" фрагмента моделі ПФ із плитою діаметром 75 мм (а), 125 мм (б), 175 мм (в): 1 – I серія випробувань; 2 – II серія, 3 – III серія

Таблиця 4

Співвідношення різниці навантажень моделей фрагментів ПФ із різними розмірами плит

Діаметр плити	75 мм	125 мм	175 мм
Серія випробувань			
II	навантаження більше на 5 %	навантаження більше на 8 %	навантаження більше на 4 %
III	навантаження більше на 10 %	навантаження більше на 13 %	навантаження більше на 7 %

Примітка: за 100 % прийнято деформований стан основи I серії випробувань (див. рис. 4)

Осідання для всіх серій випробувань доводились до сталих значень (≈ 7 мм), і деформації моделей фрагментів ПФ, у яких (не знімаючи навантаження з плити) додатково окремо навантажували палю, до

того як її було залучено для сумісної роботи (III серія), показали здатність сприймати більші навантаження порівнянно з I і II серіями випробувань, на 10 % з діаметром плити 75 мм; на 13 % з діаметром плити 125 мм; на 7 % з діаметром плити 175 мм. Процентне співвідношення різниці навантажень моделей фрагментів ПФ із різними розмірами наведено в таблиці 4.

Висновки. Лабораторно підтвердж праці роботі [1], зокрема, переміщення палі за рахунок виникнення додаткових дотичних напружень у ґрунті навколо палі та залежність про те, що чим площа навантаження ґрунту більша (моделювалась зміною діаметрів плит), тим вплив на не з'єднану з плитою палю також більший. Максимальне значення переміщення палі отримано для фрагмента плити діаметром 175 мм.

Лабораторно досліджено зміну НДС основ моделей фрагментів ПФ залежно від зміни послідовності навантаження їх елементів. За умови поетапного залучення до роботи всіх елементів ПФ виникає попередньо напружений стан основи на деякому проміжку, який корисно використовується, довантажує і сприяє переміщенню палі. Також досліджено вплив попереднього статичного навантаження палі на зниження їх осідань.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

- Бікус К. М. Вплив попереднього навантаження палі на зниження їх осідань : дис. ... канд. техн. наук : спец. 05.23.02 "Основи і фундаменти" / Бікус Катерина Михайлівна ; Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2015. – 210 с.
- Бойко І. П. Особливості взаємодії польових фундаментів під висотними будинками з їх основою / І. П. Бойко // Основи і фундаменти : міжвідом. наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. – Київ, 2006. – Вип. 30. – С. 3–8.
- Бойко І. П. Пальові фундаменти висотних будинків у складних ґрунтових умовах / І. П. Бойко, В. Л. Підлущкий // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2014. – № 8. – С. 23–32.
- Маєвська І. В. Результати модельних досліджень стрічкових фундаментів мілкого закладання, що підсилюються палями / Маєвська І. В., Блащук Н. В. // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2009. – Т. 7, № 2(7). – С. 64–69.
- Плитно-свайные фундаменты как способ решения сложных геотехнических проблем / Ю. Р. Оржеховский, В. В. Лушников, Р. Я. Оржеховская, А. С. Ярдяков // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2013. – № 4. – С. 83–86.
- Bakholdin B. V. Investigation of Negative Skin Friction on Piles and Suggestions on Its Calculations / Bakholdin B. V., Berman V. I. // Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering. – 1974. – Vol. 11, № 4. – P. 238–244.
- Bozozuk M. Bearing capacity of pile preloaded by down drag / Bozozuk M. // Proceedings, 10th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 15 June 1981, Stockholm, Sweden. – Rotterdam, 1981. – P. 631–636. – Available at: https://www.issmge.org/uploads/publications/1/35/1981_02_0126.pdf.

8. Brandl H. Cyclic preloading of piles to minimize (differential) settlements of high-rise building / H. Brandl // Slovak journal of civil engineering. – 2005. – № 3. – P. 1–12. – Available at: https://www.svf.stuba.sk/buxus/docs/sjce/2005/2005_3/file2.pdf.
9. Bengt H. Fellenius. Fellenius Downdrag on piles in clay due to negative skin friction / Bengt H. Fellenius // Canadian Geotechnical Journal. – 1972. – Vol. 9, № 4. – P. 323–337.
10. Hung T. The Influences of soil characteristics on the Negative Skin Friction on a single pile / Hung T., Fu S.Y. // Progress in Civil, Architectural and Hydraulic Engineering IV : proceedings /ed. Kim. – London, 2016. – P. 343–346.
11. Mashhour I. Experimental study on negative skin friction on piles in collapsible soils due to inundation : a thesis ...for the degree of Doctor of Philosophy (Civil Engineering) / Ibrahim Mashhour ; Concordia University. – Quebec, 2016. – 171 p. – Available at: https://spectrum.library.concordia.ca/980920/1/Mashhour_PhD_S2016.pdf.
12. Tan Y. C. Design of Piled Raft Foundation on Soft Ground / Tan Y. C., Chow C. M. // GSM-IEM Forum: The roles of Engineering geology & geotechnical engineering in construction works, Kuala Lumpur, 2004 / University of Malaya. – Kuala Lumpur, 2004. – 20 p. – Available at: http://www.gnpgeo.com.my/download/publication/2004_14.pdf.

REFERENCES

1. Bikus K.M. Vplyv popередnoho navantazhennia pal na znyzhennia ikh osidan: dys. kand. tekhn. nauk: spets. 05.23.02 "Osnovy i fundamenti" [The influence of piles preloading on their settlement reduction: Dissertation of Candidate of Technical Sciences: specialty 05.23.02: Bases and Foundations]. Prydnipr. derzh. akad. bud-va ta arkhitektury [Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2015, 210 p. (in Ukrainian).
2. Boiko I.P. Osoblyvosti vzaiemodii polovykh fundamentiv pid vysotnymy budynkamy z ikh osnovoiv [Features of the interaction of field foundations under high-rise buildings with their foundation]. Osnovy i fundamenti [Bases and foundations]. Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitektury [Kyiv National University of Construction and Architecture]. Kyiv, 2006, iss. 30, pp. 3–8. (in Ukrainian).
3. Boiko I.P. and Pidluts'kyi V.L. Palovi fundamenti vysotnykh budynkiv u skladnykh hruntovykh umovakh [Pile foundations of high-rise buildings in complex ground conditions]. Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury [Bulletin of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2014, no. 8, pp. 23–32. (in Ukrainian).
4. Maievska I.V. and Blashchuk N.V. Rezultaty modelnykh doslidzhen strichkovykh fundamentiv milkoho zakladannia, shcho pidsvyiuutsia paliamy [Results of model researches of stripped functions of shallow, amplified by piles]. Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruktzii v budivnytstvi [Modern technologies, materials and structures in construction]. 2009, no. 2(7), pp. 64–69. (in Ukrainian).
5. Orzhekhovskij Yu.R., Lushnykov V.V., Orzhekhovskaya R.Ya. and Yaryakov A.S. Plitno-svajnye fundamenti kak sposob resheniya slozhnykh geotekhnicheskikh problem [Pile-plate foundations as a way of solving of complex geotechnical problems]. Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN [Academic Bulletin of Ural Scientific-Research Institute of Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. 2013, no. 4, pp. 83–86. (in Russian).
6. Bakholdin B.V. and Berman V.I. Investigation of Negative Skin Friction on Piles and Suggestions on Its Calculations. Journal of Soil Mechanics and Foundation Engineering. 1974, vol. 2, no. 4, pp. 238–244.
7. Bozozuk M. Bearing capacity of pile preloaded by down drag. Proceedings, 10th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 15 June 1981, Stockholm, Sweden. Rotterdam, 1981, pp. 631–636. Available at: https://www.issmge.org/uploads/publications/1/35/1981_02_0126.pdf.
8. Brandl H. Cyclic preloading of piles to minimize (differential) settlements of high-rise building. Slovak journal of civil engineering, 2005, no. 3, pp 1–12. Available at: https://www.svf.stuba.sk/buxus/docs/sjce/2005/2005_3/file2.pdf.
9. Bengt H. Fellenius. Fellenius Downdrag on piles in clay due to negative skin friction. Canadian Geotechnical Journal. 1972, vol. 9, no. 4, pp 323–337.
10. Hung T. and Fu S.Y. Kim The Influences of soil characteristics on the Negative Skin Friction on a single pile. Progress in Civil, Architectural and Hydraulic Engineering IV. London, 2016, pp. 343–346.
11. Mashhour I. Experimental study on negative skin friction on piles in collapsible soils due to inundation: a thesis for the degree of Doctor of Philosophy (Civil Engineering). Concordia University. Quebec, 2016, 171 p. Available at: https://spectrum.library.concordia.ca/980920/1/Mashhour_PhD_S2016.pdf.
12. Tan Y. C. and Chow C. M. Design of Piled Raft Foundation on Soft Ground. GSM-IEM Forum: The roles of Engineering geology & geotechnical engineering in construction works. University of Malaya. Kuala Lumpur, 2004, 20 p. Available at: http://www.gnpgeo.com.my/download/publication/2004_14.pdf.

Рецензент: Єгоров Є. А., д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 01.06.2017 р. Прийнята до друку: 12.06.2017 р.

УДК 69.059.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛКОВИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ

САВЙОВСЬКИЙ В. В., *д. т. н., проф.*,

МОЛОДІД О. С., *к. т. н., доц.*

Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, Київ, 03037, тел. 067-579-4446, savyovsky@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3094-7989

Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, Київ, 03037, тел. 067-306-7359, molodid2005@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8781-6579

Анотація. Постановка проблеми. Підсилення балкових конструкцій зазвичай виконують кількома класичними способами, зокрема: збільшенням поперечного перетину за рахунок нарощування; зміною статичної схеми роботи за рахунок установки затяжок, підкосів, стійок тощо. Проте влаштування додаткових конструкцій підсилення викликає зменшення міжповерхового простору, збільшення навантаження на опори і фундаменти та зміни конструктивно-планувальних рішень внутрішнього простору будівлі. Альтернативним до зазначених способів підсилення балкових конструкцій є влаштування зовнішнього армування, що полягає в наклеюванні за допомогою спеціальних клеїв на поверхню конструкцій високоміцних полотен, пластин або смужок. Проте вітчизняна науково-технічна та нормативна література фактично лишає поза своєю увагою подібні методи підсилення. Саме тому виконано низку експериментальних досліджень, метою яких було встановлення ефективності підсилення конструкцій за технологією «МАПЕІ» з використанням вуглецевого волокна та пошук альтернативних до неї вітчизняних технологій. Як альтернативні способи автори використали скловолокно, сталеві смуги та сталеві кутики, прикріплені клеєм вітчизняного виробництва. За критерій ефективності технологій прийнята несна здатність підсилених залізобетонних балкових конструкцій на згинання.

За результатами експериментальних досліджень встановлено, що підсилення балочок за технологією «МАПЕІ» з використанням вуглецевого волокна збільшує їх несну здатність на 417,6 % порівнянно з непідсиленими балочками. При цьому підсилення балочок сталевими кутиками збільшило їх несну здатність на 343,9 %, сталеву пластину – на 294,8 %, а скловолокном – на 319,4 %.

Отримані результати вказують на високу ефективність досліджуваних способів підсилення балкових конструкцій та формують напрями подальших досліджень організаційно-технологічних рішень реалізації зовнішнього армування для підсилення балкових конструкцій.

Ключові слова: балкові конструкції; підсилення; зовнішнє армування; несна здатність конструкцій; вуглецеве волокно; сталеві пластини, кутики

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УСИЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫМ АРМИРОВАНИЕМ

САВЙОВСКИЙ В. В., *д. т. н., проф.*,

МОЛОДЕД А. С., *к. т. н., доц.*

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, Киев, 03037, тел. 067-579-4446, savyovsky@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3094-7989

Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, Киев, 03037, тел. 067-306-7359, molodid2005@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8781-6579

Аннотация. Постановка проблемы. Усиление балочных конструкций обычно выполняют несколькими классическими способами, в частности: увеличением поперечного сечения за счет наращивания; изменением статической схемы работы за счет установки затяжек, подкосов, стоек и т. п. Однако устройство дополнительных конструкций усиления приводит к уменьшению межэтажного пространства, увеличению нагрузки на опоры и фундаменты и изменению конструктивно-планировочных решений внутреннего пространства здания. Альтернативным к указанным способам усиления балочных конструкций является устройство внешнего армирования, заключающегося в наклеивании, с помощью специальных клеев, на поверхность конструкций высокопрочных полотен, пластин или полосок. В то же время отечественная научно-техническая и нормативная литература фактически оставляет без внимания подобные методы усиления. Именно поэтому выполнен ряд экспериментальных исследований, целью которых было установление эффективности усиления конструкций по технологии «МАПЕИ» с использованием углеродного волокна и поиск альтернативных ей отечественных технологий. В качестве альтернативных способов авторы использовали стекловолокно, стальные полосы и стальные уголки, прикрепленные клеєм отечественного производства. В качестве критерия эффективности технологий принята несущая способность усиленных железобетонных балочных конструкций на изгиб.

По результатам экспериментальных исследований установлено, что усиление балочек по технологии «МАПЕИ» с использованием углеродного волокна увеличивает их несущую способность на 417,6 % по сравнению с неусиленными балочками. При этом усиление балочек стальными уголками увеличило их несущую способность на 343,9 %, стальной пластиной – на 294,8 %, а стекловолокном – на 319,4 %.

Полученные результаты указывают на высокую эффективность исследуемых способов усиления балочных конструкций и формируют направления дальнейших исследований организационно-технологических решений реализации внешнего армирования при усилении балочных конструкций.

Ключевые слова: балочные конструкции; усиления; внешнее армирование; несущая способность конструкций; углеродное волокно; стальные пластины, уголки

INVESTIGATING THE FEATURES OF EXTRACTION OF FERROUS- CONCRETE SURFACE CONSTRUCTIONS FOR EXTERNAL ARMORATION

SAVYOVSKY V. V., *Doctor of Technical Sciences, Professor,*

MOLODID O. S., *Ph.D., Associate Professor*

Kyiv National University of Construction and Architecture, Prosp. Povitroflotsky, 31, Kyiv, 03037, tel. 067-579-4446, savyovsky@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3094-7989

Kyiv National University of Construction and Architecture, Prosp. Povitroflotsky, 31, Kyiv, 03037, tel. 067-306-7359, molodid2005@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8781-6579

Abstract. Amplification of beam structures is usually performed in several classical ways, in particular: increase in cross-section due to build-up; changing the static scheme of work due to the installation of laggings, beam knees, racks, etc. However, the arrangement of additional reinforcement structures leads to a decrease in inter-floor space, an increase in the load on the supports and foundations and changes in structural and planning decisions of the interior space of the building. An alternative to these methods of reinforcement of beam structures is external reinforcement namely high-tension cloths, plates or strips that are bonded with special adhesives to the surfaces of structures. However, domestic scientific-technical and normative literature actually leaves such methods of amplification out of its attention. That is why a number of experimental studies were carried out to determine efficiency of reinforcing structures under MAPEI technology with the use of carbon fiber and in order to find alternative to domestic technologies. In alternative studies the authors used fiberglass, steel strips and steel angles bonded with special adhesives of domestic production. The efficiency criterion of technologies being tested was adopted bending load capacity of amplified beam structures made of reinforced concrete.

The results of experimental studies found that reinforcement technology MAPEI by applying carbon fiber increases carrying capacity of beams to 417.6% compared with non-enhanced beams. At the same time, amplification of beams with steel angles increased their bearing capacity by 343.9%, with steel plates - by 294.8%, and with fiberglass - by 319.4%.

The obtained results indicate high efficiency of the investigated methods of strengthening for beam structures and build up the direction of further research of organizational and technological solutions for the implementation of external additional reinforcement of beam constructions.

Keywords: beam structures; amplification; external reinforcement; bearing capacity of structures; carbon fiber; steel plates, angles

Постановка проблеми. Під час обстеження п'яти поверхової каркасно-монолітної будівлі в м. Київ було виявлено низку пошкоджень та дефектів конструкцій міжповерхових монолітних залізобетонних перекриттів. На поверхні будівельних конструкцій балок та плит міжповерхових перекриттів були виявлені численні пошкодження у вигляді тріщин, розташованих у розтягнутих зонах балкових конструкцій. Установлено, що пошкодження утворилися в результаті впливу конструктивних, технологічних та експлуатаційних чинників, зокрема: недостатнє армування розтягнутих зон;

перенавантаження конструкцій; невідповідність товщини захисного шару проектним рішенням та нормативним вимогам; міцність бетону нижча за вказану у проекті; товщина плити перекриття в окремих місцях менша за проектну; ймовірне раннє розпалублення.

Після очищення піскоструйним методом нижньої поверхні однієї плити перекриття встановлено напрямки утворення тріщин, їх довжини та ширини розкриття (рис. 1, 2). Тріщини здебільшого розташовані вздовж нижньої робочої арматури в захисному шарі розтягнутої зони конструкції. Загальна довжина тріщин на вказаній плиті

перекриття площею в 250 м² склала приблизно 368 м. п., у т. ч.:

- близько 100 м. п. з шириною розкриття до 0,3 мм;
- близько 70 м. п. з шириною розкриття до 0,5 мм;
- близько 198 м. п. з шириною розкриття понад 0,5 мм (до 0,75 мм).

На ділянці переkritтя підвального поверху виявлено три монолітні залізобетонні балки, які сприймають навантаження від стін, що огорожують сходовий майданчик усіх розташованих вище поверхів. На

поверхні вказаних балок виявлено вертикальні та похилі тріщини з шириною розкриття до 0,3 мм (рис. 3).

За результатами візуально-інструментального обстеження та перевірочних розрахунків конструкцій балок та плит переkritтя встановлено, що технічний стан конструкцій не забезпечує достатню несну здатність для їх нормальної та безпечної подальшої експлуатації за своїм призначенням. Тому фахівці ДП НДІБВ рекомендували виконати їх підсилення.

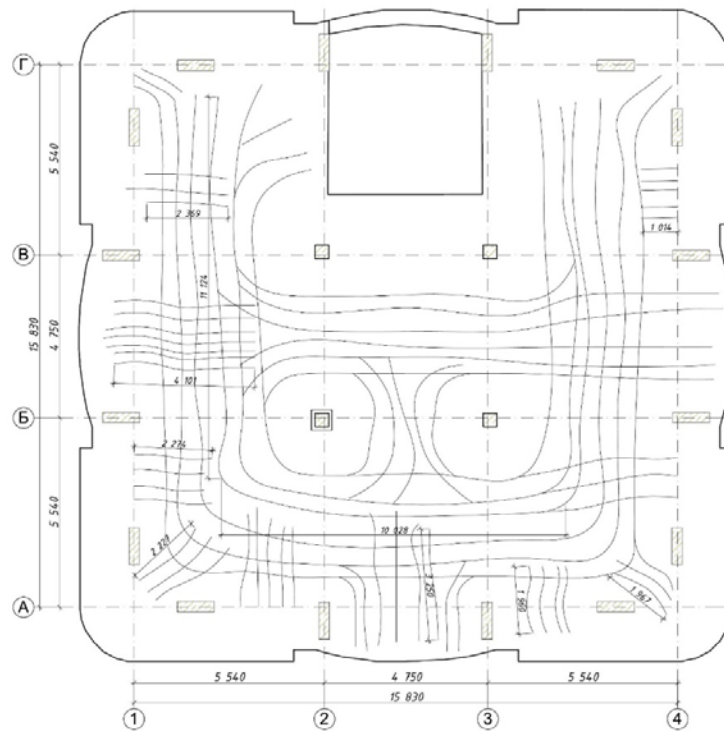


Рис. 1. Схема розташування та протяжність тріщин, виявлених на нижній поверхні (стелі) переkritтя



а



б

Рис. 2. Тріщини на поверхні плити переkritтя: а – поздовжні; б – обвідні

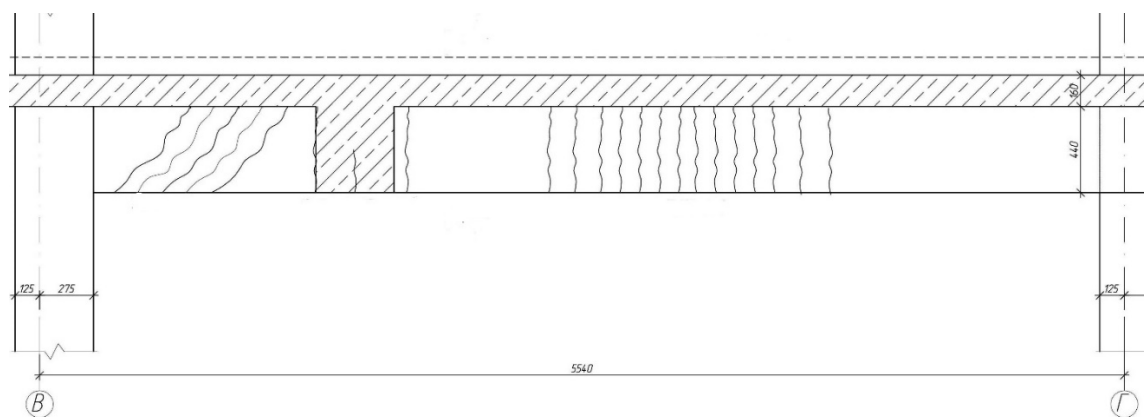


Рис. 3. Схема розташування тріщин на поверхні поздовжньої балки перекриття над підвалом

Аналіз публікацій. Зазвичай у практиці для підсилення горизонтальних балкових конструкцій використовують один із таких способів: збільшення поперечного перетину за рахунок нарощування; зміна статичної схеми роботи за рахунок установки затяжок, підкосів, стійок тощо [1; 7]. Проте в даному випадку влаштування додаткових конструкцій підсилення викличе зменшення міжповерхового простору, або зміни конструктивно-планувальних рішень внутрішнього простору будівлі. Крім цього, значно збільшується навантаження на опори та на фундаменти, або й узагалі з'являється необхідність у влаштуванні додаткових фундаментів під нові опори.

Враховуючи вказане, одним із альтернативних способів підсилення конструкцій стає зовнішнє армування, що полягає в наклеюванні за допомогою спеціальних клеїв на поверхню конструкцій високоміцних полотен, пластин або смужок (ламель). У вітчизняній будівельній практиці наразі використовуються матеріали та технології іноземного виробництва [4; 9; 10]. Для підсилення конструкцій зовнішнім армуванням як арматуру можна використовувати і металеві, і композитні матеріали на основі вуглецевих волокон та скловолокон і пластиків [2; 3; 8]. Вартість виконання робіт із підсилення конструкцій цим способом може суттєво перевищувати вартість традиційних способів.

Варто зауважити, що сучасна науково-технічна та нормативна література приділяє недостатньо уваги питанням організаційно-технологічних та конструктивних рішень

підсилення конструкцій влаштуванням зовнішнього армування. Тому **мета дії статті** – висвітлення експериментальних досліджень з виявлення можливості застосування зовнішнього армування, дуже важливих для формування конструктивних та організаційно-технологічних рішень підсилення будівельних залізобетонних конструкцій.

Основний матеріал. Аби оцінити ефективність та вибір оптимального варіанта підсилення конструкцій зовнішнім армуванням, проведено низку експериментальних досліджень в лабораторії ДП НДІБВ. Метою таких досліджень, як було наголошено вище, стала перевірка ефективності підсилення залізобетонних балкових конструкцій системою з використанням вуглецевих волокон та пошук альтернативних до неї систем із більш дешевих матеріалів. За критерій ефективності прийнята несна здатність підсиленних залізобетонних балкових конструкцій на згинання.

Під час досліджень виконано підсилення розтягнутої зони залізобетонних балок такими способами:

- приклеюванням вуглецевого волокна;
- приклеюванням ниток скловолокон;
- приклеюванням сталеві смуги;
- приклеюванням сталевих кутиків.

У дослідженні були застосовані балки у вигляді залізобетонних перемичок типу 1 ПБ 10-1 з такими характеристиками: розміри (довжина × ширина × висота) – 1030 × 120 × 65 мм; маса конструкції – 20 кг; клас бетону – С12/15.

Підсилення балок вуглецевим волокном виконували матеріалами та за технологією системи MapeWrap C UNI-AX, розробленою заводом-виробником «MAPEI» (серія випробувань № 4) [10]. Використання системи MapeWrap C UNI-AX передбачає таку технологічну послідовність: підготовку поверхонь балочок; приготування та нанесення на поверхню MapeWrap Primer 1; приготування та нанесення MapeWrap 11; приготування та нанесення MapeWrap 31; приготування та нанесення першого шару MapeWrap 31; вкладання та розгладжування вуглецевого волокна MapeWrap C UNIAX; нанесення другого шару MapeWrap 31.

Інші три альтернативні способи підсилення балкових конструкцій виконано за рекомендаціями виробника композитних матеріалів ТОВ «Композит» [6] та на основі попередніх аналогічних досліджень (серії випробувань № 1, 2, 3) [5]. Підсилення балочок виконано за такою технологією: очищення поверхні; нанесення шару полімерної композиції «Консолід-1»; нанесення клею «Едмок»; приклеювання елементів підсилення.

Випробування виконано для чотирьох серій способів підсилення конструкцій зовнішнім армуванням (рис. 4, 5).

Серія випробувань № 0 проведена для контрольних балок. З балками не виконували жодних дій – армування не додавалось. У серії випробувань № 1 на нижні кути балок приклеювали сталеві кутики 20 × 3 мм, а у верхніх приопорних зонах приклеювали сталеві пластини.

Для серії випробувань № 2 до нижньої поверхні балок та у верхніх приопорних зонах приклеювали сталеві смуги шириною 30 мм та товщиною 2 мм.

Серія випробувань № 3 передбачала нанесення на нижню та бокові поверхні балок клейового розчину, в який рівномірно «занурили» 10 ниток скловолкна на низ, та по 5 ниток на бокові поверхні.

У серії випробувань № 4 підсилення виконано системою MapeWrap C UNI-AX з приклеюванням вуглецевого волокна на нижню поверхню балки з додатковим приклеюванням кінців вуглецевим волокном, заведеним на бокові поверхні в приопорних зонах.

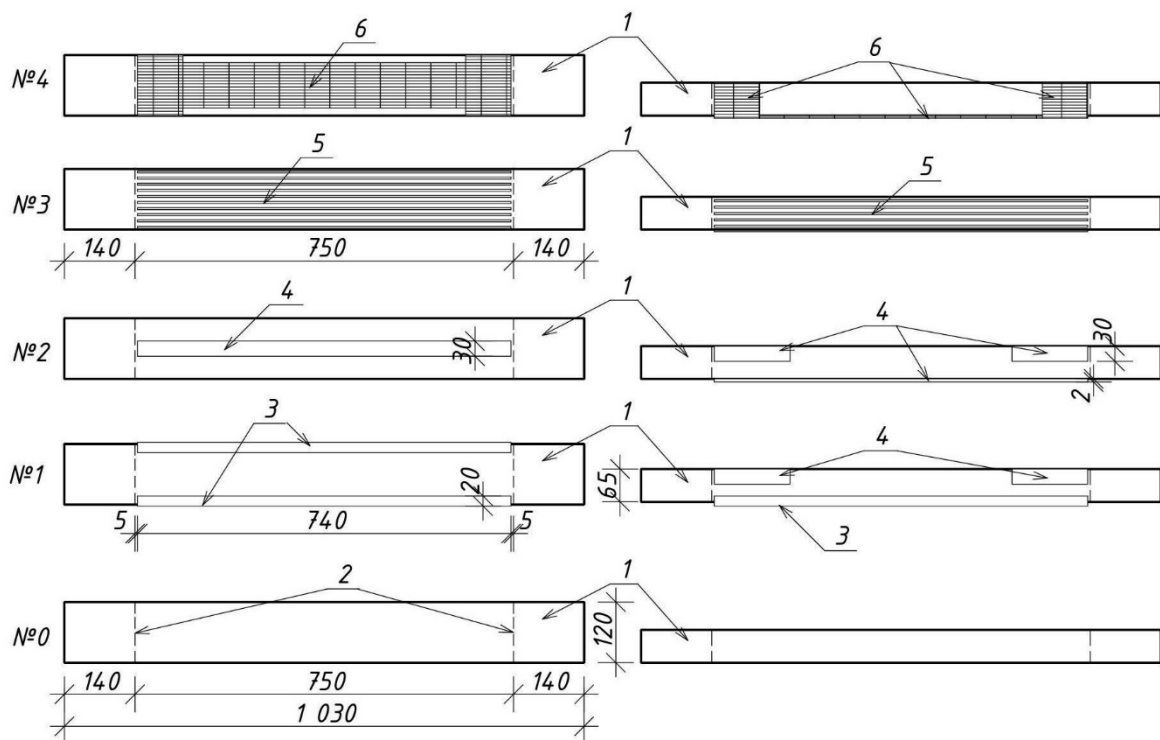


Рис. 4. Схеми підсилення балок зовнішнім армуванням: 1 – балка; 2 – місця обпирання; 3 – сталевий кутик; 4 – сталева смуга; 5 – скловолкно; 6 – вуглецеве волокно; № 0...№ 4 – номери серії випробувань



Рис. 5. Підсилення балок наведеними варіантами зовнішнього армування

Елементи зовнішнього армування не доводили на 5 мм до опорної зони.

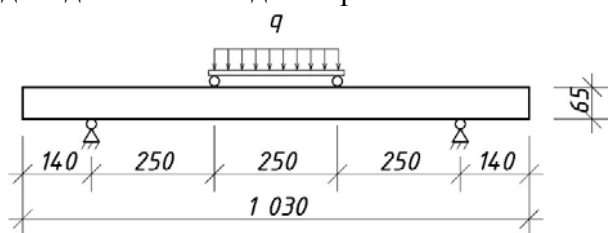


Рис. 6. Схема завантаження випробовуваних залізобетонних балок

Випробовування з установлення несної здатності балок на вигин проведено на гідравлічному пресі П-50 через 96 год, після приклеювання зовнішнього армування.

Випробування виконано для статичної схеми – як для балок на двох опорах, з прольотом 750 мм. Завантаження балок здійснювалось через дві рівновіддалені від опор та між собою сталеві трубки, тобто двома зосередженими зусиллями (рис. 6).

Виконано покрокове завантаження балок зі збільшенням навантаження на 50 кг на кожному кроці з витримкою впродовж 3

хв. Випробування проводили до повного руйнування балок. Результати експериментальних досліджень наведено в таблиці 1. Характер руйнування балок, підсиленних різними способами, показано на рис. 7.

Аналіз результатів експериментальних досліджень показав, що найбільша несна здатність балкових конструкцій досягнута у варіантах із зовнішнім армуванням системою MapeWrap C UNI-AX з вуглецевим волокном (1 700 кг) (серія досліджень № 4).

Також середнє руйнівнє зусилля збільшилося в понад три рази у разі підсилення конструкцій металевими кутиками та скловолокном і склало 1 400 кг та 1 300 кг для серій досліджень № 1 та № 3. Деяко гірший результат отримано у випадку підсилення балок сталевими пластинами, де середнє руйнівнє зусилля склало 1 200 кг.

Таблиця

Результати експериментальних досліджень зі встановлення руйнівного зусилля балок

№ серії випробувань	Середнє руйнівнє зусилля, кг	Середнє руйнівнє зусилля, %	Характер руйнування для балок
0	407	100	
1	1400	343,9	Відривання країв кутиків з утворенням похилої тріщини в приопорній зоні.
2	1200	294,8	Руйнування бетону посередині балок. Пластина ціла.
3	1300	319,4	Руйнування по середині балок із розриванням скловолокна на нижній площині
4	1700	417,6	Руйнування балок у приопорній зоні з утворенням похилої тріщини



Рис. 7. Характер руйнування балок, підсилені різними методами, з відображенням місць руйнування

Висновки. За результатами експериментальних досліджень встановлено:

- всі чотири варіанти зовнішнього армування можуть бути використані для підсилення та відновлення несної здатності пошкоджених балок та плит перекриття;

- найбільш ефективним за збільшенням несної здатності виявився варіант із зовнішнім армуванням системою MapeWrap C UNI-AX з вуглецевим волокном;

- всі інші варіанти виявились також досить ефективними й можуть бути використані з урахуванням необхідних параметрів (несної здатності) балкових конструкцій;

- отримані результати вказують, що залежно від виду та способу зовнішнього армування можливе проектування заданих параметрів несної здатності конструкцій;

Наведені варіанти влаштування армування можуть бути ефективно використані:

- для підсилення балок – варіанти, що відповідають серіям дослідів № 1, 4;

- для підсилення плит – варіанти, що відповідають серіям дослідів № 2, 3.

Проведені експериментальні дослідження показали ефективність підсилення балкових конструкцій зовнішнім армуванням та стали відправною точкою подальших досліджень саме організаційно-технологічних рішень виконання робіт. Для цього необхідно провести аналіз ймовірних умов виконання робіт із підсилення конструкцій та формування особливостей (факторів), що впливають на ефективність робіт, а саме трудомісткість, вартість та тривалість будівельних процесів.

Результати досліджень стали вагомим аргументом у виборі конкретного способу підсилення конструкцій, а саме-одним із компонентів варіантного техніко-економічного обґрунтування прийнятих рішень. Вказаний підхід – запорука ефективної розробки конструктивної та організаційно-технологічної частини проектної документації.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд : ДСТУ Б В.3.1-2:2016. – Чинні з 01.04.2017 ; на заміну ДБН В.3.1-1-2002. – Київ : УкрНДНЦ, 2017. – 72 с.
2. Ігнатова І. В. Підсилення бетонних конструкцій за допомогою полімерсилікатної композиції / Ігнатова І. В. // Будівельні конструкції : міжвідом. наук.- техн. зб. / Держ. н.-д. ін-т буд. конструкцій. – Київ, 2011. – Вип. 75, кн. 2 : Механіка ґрунтів, геотехніка та фундаментобудування. – С. 614–621.
3. Рекомендации по восстановлению и усилению полносборных зданий полимеррастворами / ТбилЗНИИЭП. – Москва : Стройиздат, 1990. – 160 с.
4. Савйовский В. В. Возведение и реконструкция сооружений / В. В. Савйовский. – Киев : Ліра-К, 2015. – 268 с.
5. Савйовський В. В. Підсилення залізобетонних балочних конструкцій зовнішнім армуванням / В. В. Савйовський, О. С. Молодід, Н. О. Малець // Управління розвитком складних систем : зб. наук. пр. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. – Київ, 2017. – № 29. – С. 198–204.

6. Технологическая карта на выполнение работ по восстановлению кирпичных, железобетонных конструкций и их защите / ООО «Композит». – Киев, 2009. – 7 с.
7. Реконструкция зданий и сооружений / А. Л. Шагин, Ю. В. Бондаренко, Д. Ф. Гончаренко, В. Б. Гончаров. – Москва : Высш. шк., 1991. – 352 с.
8. Шилин А. А. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами / А. А. Шилин, В. А. Пшеничный, Д. В. Картузов. – Москва : Стройиздат, 2004 – 144 с.: ил.
9. Klebarmierung // DIAMONT. DetonabbautechnikAG. – Режим доступа: <http://www.diamont-ag.ch/klebarmierungen.html>.
10. Mapewrap C UNI-AX. Покрытие углеволоконное высокопрочное однонаправленное / ЗАО «МАПЕИ». – Режим доступа: <http://rosmax.com.ua/pdf/mapey/MAPEWRAP%20C%20UNI%20.pdf>.

REFERENCES

1. *Remont i pidsylnnia nesuchykh i ohorodzhvalnykh budivelnnykh konstruksii ta osnov budivel i sporud: DSTU B V.3.1-2:2016* [Repair and strengthening of bearing and enclosing building constructions and foundations of industrial buildings and structures: the State Standard of Ukraine B V.3.1-2:2016]. Kyiv: UkrNDNC, 2017, 72 p. (in Ukrainian).
2. Ignatova I.V. *Pidsylnnia betonnykh konstruksii za dopomogoiu polimersylikatnoi kompozytsii* [Strengthening of concrete structures with the help of a polymer-silicate composition]. *Budivelni konstruksii* [Building constructions]. Derzh. n.-d. in-t bud. konstruksii [State Scientific-Research Institute of Building Construction]. Kyiv, 2011, iss. 75, book 2, p. 614–621. (in Ukrainian).
3. *Rekomendacii po vosstanovleniyu i usileniyu polnosbornykh zdaniy polimerrastvorami* [Recommendations for the restoration and strengthening of full-fledged buildings by polymer materials]. TbilZNIIEP [Tbilisi Regional Research Institute for Experimental Design]. Moskva: Strojizdat, 1990, 160 p. (in Russian).
4. Savjovskij V.V. *Vozvedenie i rekonstrukciya sooruzhenij* [Construction and reconstruction of structures]. Kiev: Lira-K, 2015, 268 p. (in Russian).
5. Saviovskiy V.V., Molodid O.S. and Malets N.O. *Pidsylnnia zalizobetonnykh balochnykh konstruksii zovnishnim armuvanniam* [Reinforcement of reinforced concrete beam structures by external reinforcement]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of difficult systems development]. Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitektury [Kyiv National University of Construction and Architecture]. Kyiv, 2017, no. 29, pp. 198–204.
6. *Texnologicheskaya karta: na vypolnenie rabot po vosstanovleniyu kirpichnykh, zhelezobetonnykh konstrukcij i ix zashchite* [Technological card: to perform works on the restoration of brick, reinforced concrete structures and their protection]. ООО “Композит” [LLC “Composite”]. Kiev, 2009, 7 p. (in Russian).
7. Shagin A.L., Bondarenko Yu.V., Goncharenko D.F. and Goncharov V.B. *Rekonstrukciya zdaniy i sooruzhenij*. [Reconstruction of buildings and structures]. Moskva: Vyssh. shk., 1991, 352 p. (in Russian).
8. Shilin A.A., Pshenichnyj V.A. and Kartuzov D.V. *Usilenie zhelezobetonnykh konstrukcij kompozicionnymi materialami* [Reinforcement of reinforced concrete structures with composite materials]. Moskva: Strojizdat, 2004, 144 p. (in Russian).
9. *Klebarmierung. DIAMONT. DetonabbautechnikAG.* Available at: <http://www.diamont-ag.ch/klebarmierungen.html>. (in German).
10. *Mapeshhrap C UNI-AH. Pokrytie uglevolokonnoe vysokoprochnoe odnonapravlennoe* [Mapewrap C UNI-AH. Coating is high-strength, carbon-fiber, unidirectional]. ЗАО “МАПЕИ”. Available at: <http://rosmax.com.ua/pdf/mapey/MAPEWRAP%20C%20UNI%20.pdf>. (in Russian).

Рецензент: Тугай О. А. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 25.05.2017 р. Прийнята до друку: 13.06.2017 р.

УДК 69:658.51:005.57:004

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

МЕНЕЙЛЮК А. И.^{1*}, *д. т. н., проф.*,

НИКИФОРОВ А. Л.^{2*}, *асп.*

^{1*} Кафедра технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, Одесса, 65029, Украина, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

^{2*} Кафедра технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, Одесса, 65029, Украина, тел. +38 (066) 3309054, e-mail: aleksey-nikiforov@mail.ua, ORCID ID: 0000-0001-7002-7055

Аннотация. Постановка проблемы. Одной из основных причин низкой успешности реализации инвестиционно-строительных проектов является неэффективность информационных взаимодействий между участниками таких проектов. Данная проблема может быть решена за счёт внедрения программных средств и их объединения в единую информационную среду, однако автором не были найдены комплексные исследования на данную тему. Эффективность объединения программных средств может быть выражена в снижении непродуктивных расходов денежных средств и сокращении сроков инвестиционно-строительных проектов. **Цель статьи** - обосновать предпосылки совершенствования методов управления строительными предприятиями с помощью современных информационных средств и технологий. **Вывод.** Построенные в работе схемы, а также предложенная концепция объединения отдельных информационных продуктов в совокупную информационную среду позволили теоретически обосновать возможность оптимизации методов управления строительным предприятием с помощью отслеживания показателей такой среды, в том числе при внедрении информационных средств.

Ключевые слова: методы управления; строительные предприятия; информационные технологии; повышение эффективности

ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМИ ПІДПРИЄМСТВАМИ ЗА ДОПОМОГОЮ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МЕНЕЙЛЮК О. І.^{1*}, *д. т. н., проф.*,

НІКІФОРОВ О. Л.^{2*}, *асп.*

^{1*} Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідрихсона, Одеса, 65029, Україна, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

^{2*} Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідрихсона, Одеса, 65029, Україна, тел. +38 (066) 3309054, e-mail: aleksey-nikiforov@mail.ua, ORCID ID: 0000-0001-7002-7055

Анотація. Постановка проблеми. Одна з основних причин низької успішності реалізації інвестиційно-будівельних проектів – неефективність інформаційних взаємодій між учасниками таких проектів. Ця проблема може бути вирішена за рахунок упровадження програмних засобів і їх об'єднання в єдине інформаційне середовище, проте автором не були знайдені комплексні дослідження на дану тему. Ефективність об'єднання програмних засобів може бути виражена в зниженні непродуктивних витрат коштів і скороченні строків інвестиційно-будівельних проектів. **Мета статті** - обґрунтувати передумови вдосконалення методів управління будівельними підприємствами за допомогою сучасних інформаційних засобів і технологій. **Висновок.** Побудовані в роботі схеми, а також запропонована концепція об'єднання окремих інформаційних продуктів у спільне інформаційне середовище дозволили теоретично обґрунтувати можливість оптимізації методів управління будівельним підприємством за допомогою відстеження показників такого середовища, в тому числі під час упровадження інформаційних засобів.

Ключові слова: методи управління; будівельні підприємства; інформаційні технології; підвищення ефективності

IMPROVEMENT OF CONSTRUCTION ENTERPRISES MANAGEMENT METHODS BY INFORMATION TECHNOLOGIES

MENEJLJUK A. I.^{1*}, *Doct. Sc. (Tech.), Ass.-prof.*,

NIKIFOROV A. L.^{2*}, *post-grad. stud.*

^{1*} Department of Technology of Building Production, Odesa state academy of civil engineering and architecture, Didrikhsona str., Odesa, 65029, Ukraine, phone +38 (048) 7236151, e-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

^{2*} Department of Technology of Building Production, Odesa state academy of civil engineering and architecture, Didrikhsona str., Odesa, 65029, Ukraine, phone +38 (066) 3309054, e-mail: aleksey-nikiforov@mail.ua, ORCID ID: 0000-0001-7002-7055

Annotation. Formulation of the problem. The ineffectiveness of information interactions between construction projects participants is one of the main reasons for the low efficiency of implementing such projects. This problem can be solved by the introduction of software tools and their integration into a single information environment, but the author have not found comprehensive studies on this topic. The effectiveness of combining software can be expressed in reducing unproductive spending of money and shortening the terms of investment and construction projects. **Goal.** Justify the prerequisites of improving the construction enterprises management methods by the help of up-to-date information tools and technologies. **Conclusion.** The schemes developed in the work, as well as the proposed concept of combining separate information products into the aggregate information environment, made it possible to theoretically justify the possibility of optimizing the management methods of a construction enterprise by monitoring the indicators of such an environment, also while implementing information tools.

Keywords: *management methods; construction enterprises; information technologies; efficiency increase*

Постановка проблемы. В настоящее время наблюдается низкая эффективность реализации инвестиционно-строительных проектов в различных регионах и в целом по стране. Данная проблема связана со множеством факторов и является комплексной. Однако одной из основных причин сложившейся ситуации является неэффективность информационных взаимодействий между участниками инвестиционно-строительных проектов. Для улучшения данных взаимодействий и, как следствие, совершенствования методов управления строительными предприятиями могут быть использованы современные информационные программные средства.

Значительный объём исследований посвящён разработке, внедрению и использованию данных средств, однако автором не были найдены подобные исследования, посвящённые формированию единой информационной среды строительного предприятия. При этом комплексное внедрение программных средств и их объединение в единую информационную среду может повысить эффективность расходования финансов, сократить сроки производства работ и снизить количество ошибок при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Анализ публикаций. Анализ рассмотренной базовой экономической литературы показывает, что понятие ресурсов в экономике предприятия играет важнейшую роль [8]. При этом под ресурсами понимаются все активы предприятия, которые используются при осуществлении его операционной

деятельности [1; 7]. Анализ процессов движения и преобразования ресурсов может помочь при определении основных проблем процессов работы предприятия. Одной из таких проблем является процесс движения и преобразования производственной информации. Так как строительное производство является сложной и масштабной системой, проблема движения производственной информации также является одной из основных для данного вида деятельности. Строительство является отраслью, в которой задействовано большое количество участников [2]. Кроме того, при планировании строительства зданий различного назначения, предполагается разработка сложной и многокомпонентной проектной документации, детально описывающей возводимое сооружение и процесс его устройства, данная документация должна проходить процедуру экспертизы [3]. К тому же, для обоснования проекта строительства необходимо получить большое количество разрешительных документов и согласований [4-6]. Все эти факторы предельно усложняют процесс передачи производственной информации при реализации инвестиционно-строительных проектов.

За рубежом большое внимание уделяется проблеме движения и преобразования производственной информации, в частности, в строительстве. В наиболее передовых странах существуют специализированные стандарты для обмена производственной информацией в строительстве [10; 11; 13; 14]. Кроме того, существуют

специализированные стандарты, детализирующие формат, состав, структуру и степень детализации проектной документации [9; 12; 13; 15].

Цель и задачи статьи. Цель работы - обосновать предпосылки совершенствования методов управления строительными предприятиями с помощью современных информационных средств и технологий. Для достижения указанной цели решены следующие задачи:

1. Разработана схема инвестиционно-строительного проекта «Управление ↔ Исполнение» по видам используемых ресурсов на основании общей схемы инвестиционно-строительного проекта. Выделены основные проблемы при реализации этих схем.

2. Подготовлены схемы основной информации, движущейся в ходе реализации инвестиционно-строительных проектов по процессам «Согласование и разрешительные процедуры», «Проектирование», «Строительство», «Продажи».

3. Разработана схема объединения программных средств в информационную среду строительного предприятия. Определены этапы трансформации информации об инвестиционно-строительном проекте при переходе между информационными средствами.

4. Подготовлена схема «Организационная структура ↔ Информационная среда». Теоретически обоснована возможность оптимизации методов управления строительным предприятием с помощью отслеживания показателей его информационной среды, в том числе при внедрении информационных средств.

Изложение материала. На рисунке 1 представлена общая схема процессов инвестиционно-строительного проекта на примере возведения жилых зданий в городской черте. Левая часть была составлена по результатам анализа нормативной документации и представляет

собой рекомендованную последовательность реализации инвестиционно-строительного проекта от процедуры отвода земельного участка и обоснования градостроительного расчёта («Обоснование развития объекта») до продаж строительной продукции. Правая часть представляет собой укрупнение этапов левой части до процессов, принципиально различающихся с точки зрения движения производственной информации:

- Согласование и разрешительные процедуры – заключаются в разработке запросов и получении разрешительных и согласовывающих документов в государственных органах, регулирующих строительную деятельность, а также сопровождающую инвестиционную деятельность.

- Проектирование – представляет собой процесс разработки и экспертизы комплекта проектной документации согласовываемой стадии.

- Строительство – заключается в разработке комплекта детализированной проектной документации несогласовываемой стадии, а также в непосредственном производстве строительного-монтажных работ с разработкой сопроводительных документов (договорной цены, актов выполненных работ, исполнительной документации и т. д.).

- Продажи – состоят из процессов коммерческой реализации строительной продукции и связанной с ними хозяйственной деятельности.

Рисунок 2 представляет собой схему инвестиционно-строительного проекта «Управление ↔ Исполнение» по видам используемых ресурсов. На данном рисунке каждый из процессов схемы на рисунке 1 описан с точки зрения движения и преобразования ресурсов на уровнях управления и исполнения. Это позволяет проанализировать процессы, происходящие при реализации инвестиционно-строительного проекта специализированным предприятием.



Рис. 1. Общая схема процессов инвестиционно-строительного проекта возведения жилых зданий

Дадим определения ресурсам, показанным на рисунке 2:

- Финансовый – ресурс, главным свойством и назначением которого является ликвидность: способность быстрого обмена на другие виды ресурсов.

- Информационный – ресурс, который представляет собой знания о чём-либо.

- Коммуникационный ^{внеш.} и коммуникационный ^{внут.} – ресурс, позволяющий быстро и надёжно получать другие виды ресурсов (в первую очередь – информационный) за счёт наличия связей между людьми, предприятиями и т. д. На схеме внешний и внутренний коммуникационные ресурсы выделены по признаку наличия связей относительно строительного предприятия – внешние или внутренние.

- Энергетический – ресурс, поддерживающий выполнение физического или умственного труда путём обеспечения средствами деятельности (например, электроэнергия, пища, офисное оборудование, топливо, транспорт и т. д.).

- Трудовой – людская сила и интеллектуальные способности.

- Технологии – методы и знания о том, как преобразовывать различные виды ресурсов в конечный продукт.

- Механизмы – ресурсы, позволяющие физически преобразовывать материальные ресурсы.

- Материальный – ресурс, который имеет физическое воплощение и может являться как объектом воздействия других ресурсов, так и результатом этих воздействий, однако сам не имеет возможности к преобразованию.

Рассматриваемая схема разделена на два уровня по высоте: «Управление» и «Исполнение». Уровень «Исполнение» отображает схему преобразования ресурсов в ходе каждого из процессов инвестиционно-строительного проекта. Результатом преобразования ресурсов на данном уровне является создание продукта процесса. Уровень «Управление» отражает схему преобразования ресурсов при управлении созданием продукта процессов инвестиционно-строительного проекта. Наблюдается постоянный обмен информационными ресурсами между рассматриваемыми уровнями.

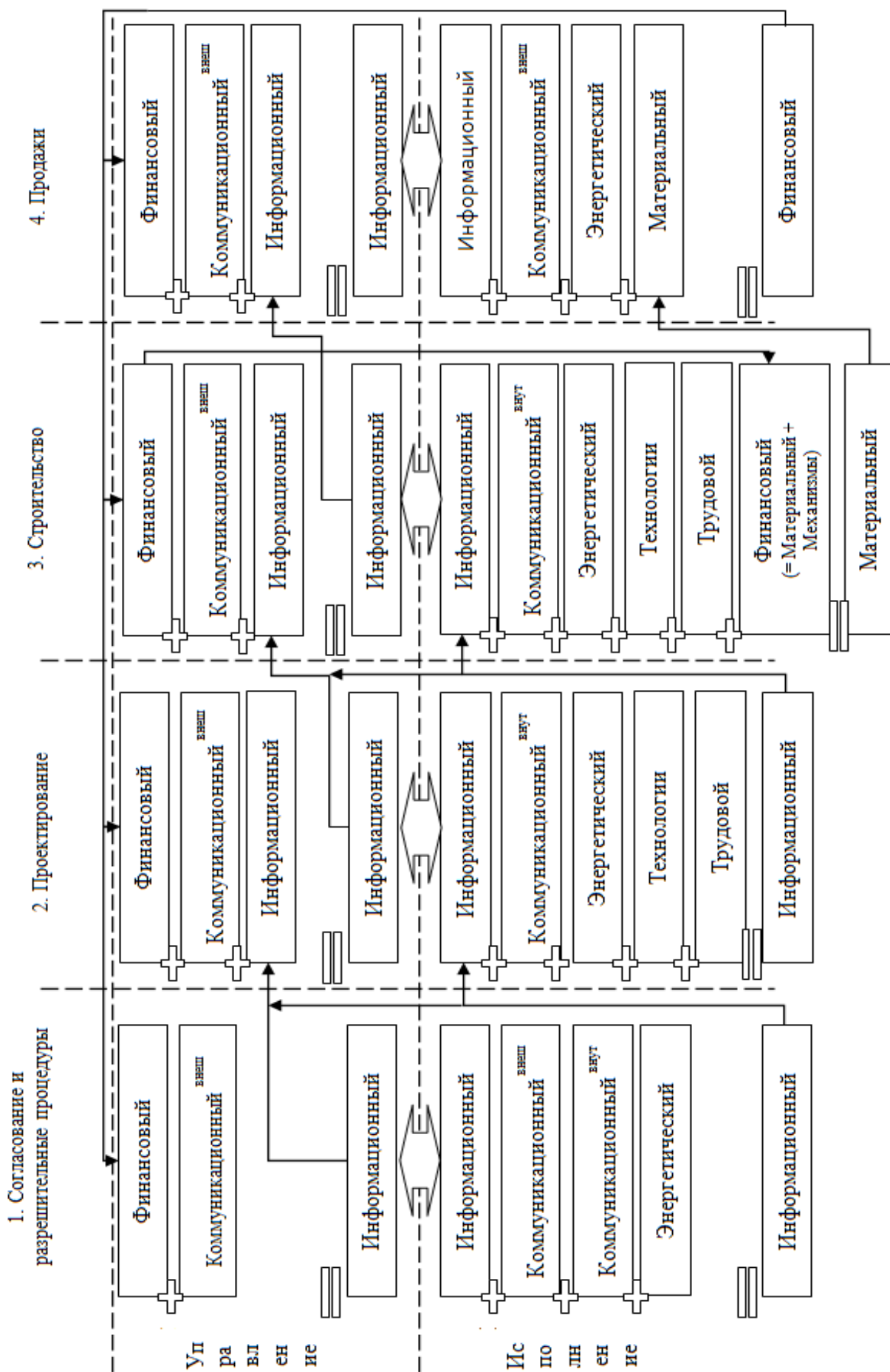


Рис. 2. Схема инвестиционно-строительного проекта «Управление ↔ Исполнение»: виды используемых ресурсов

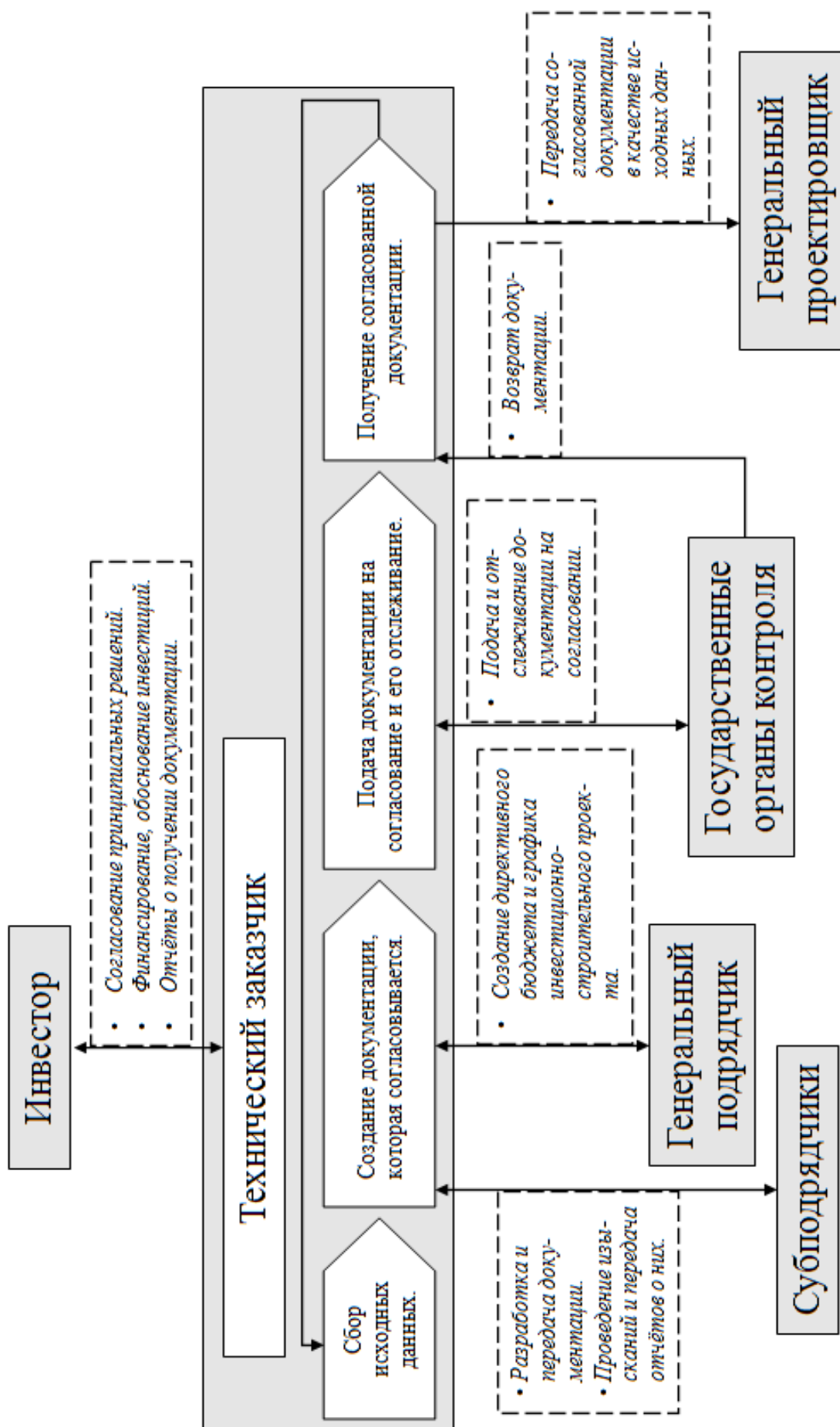


Рис. 3. Схема основной информации, движущейся при процессе «Согласование и разрешительные процедуры» инвестиционно-строительных проектов

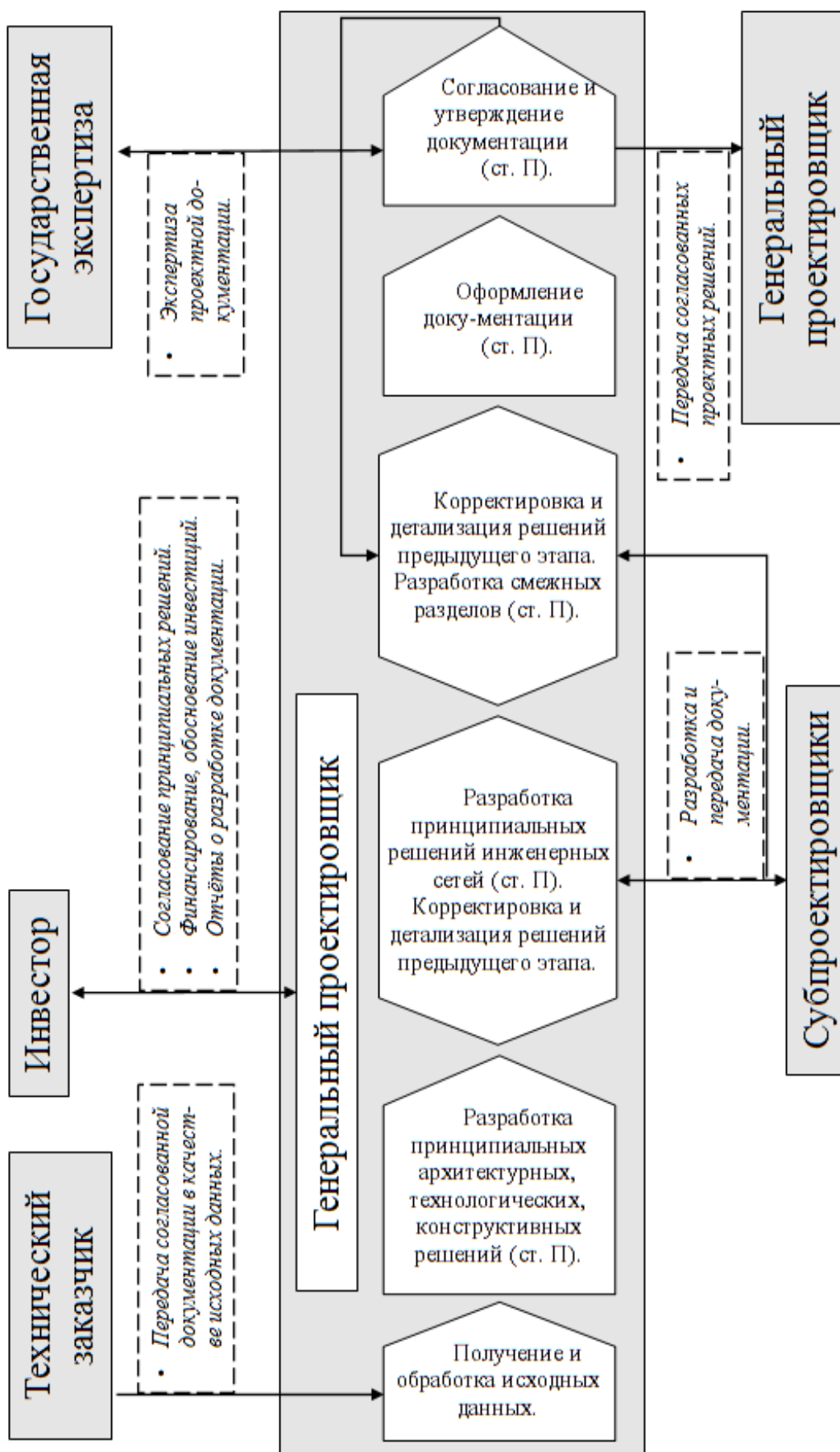


Рис. 4. Схема основной информации, движущейся при процессе «Проектирование» инвестиционно-строительных проектов

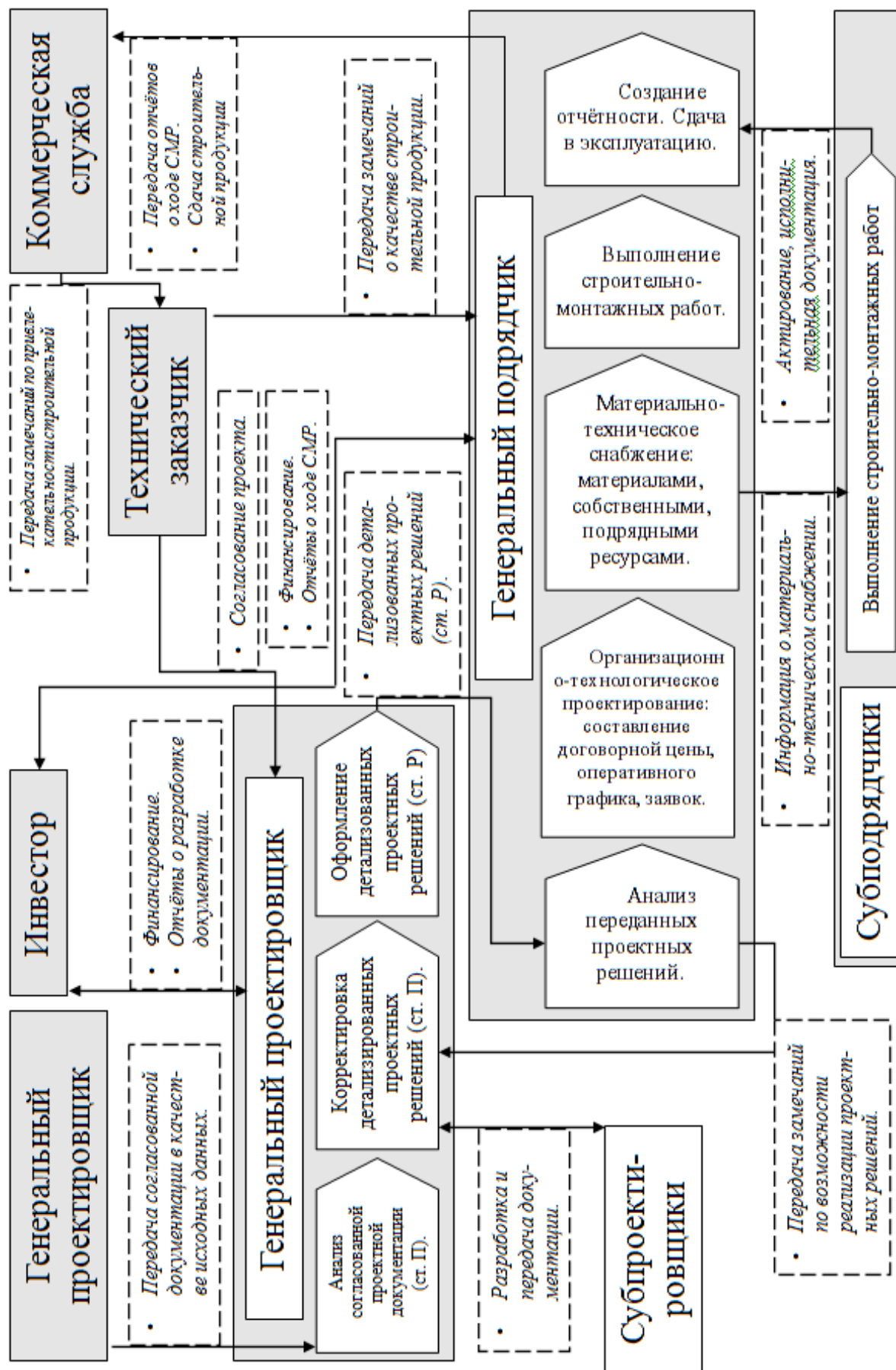


Рис. 5. Схема основной информации, движущейся при процессе «Строительство» инвестиционно-строительных проектов

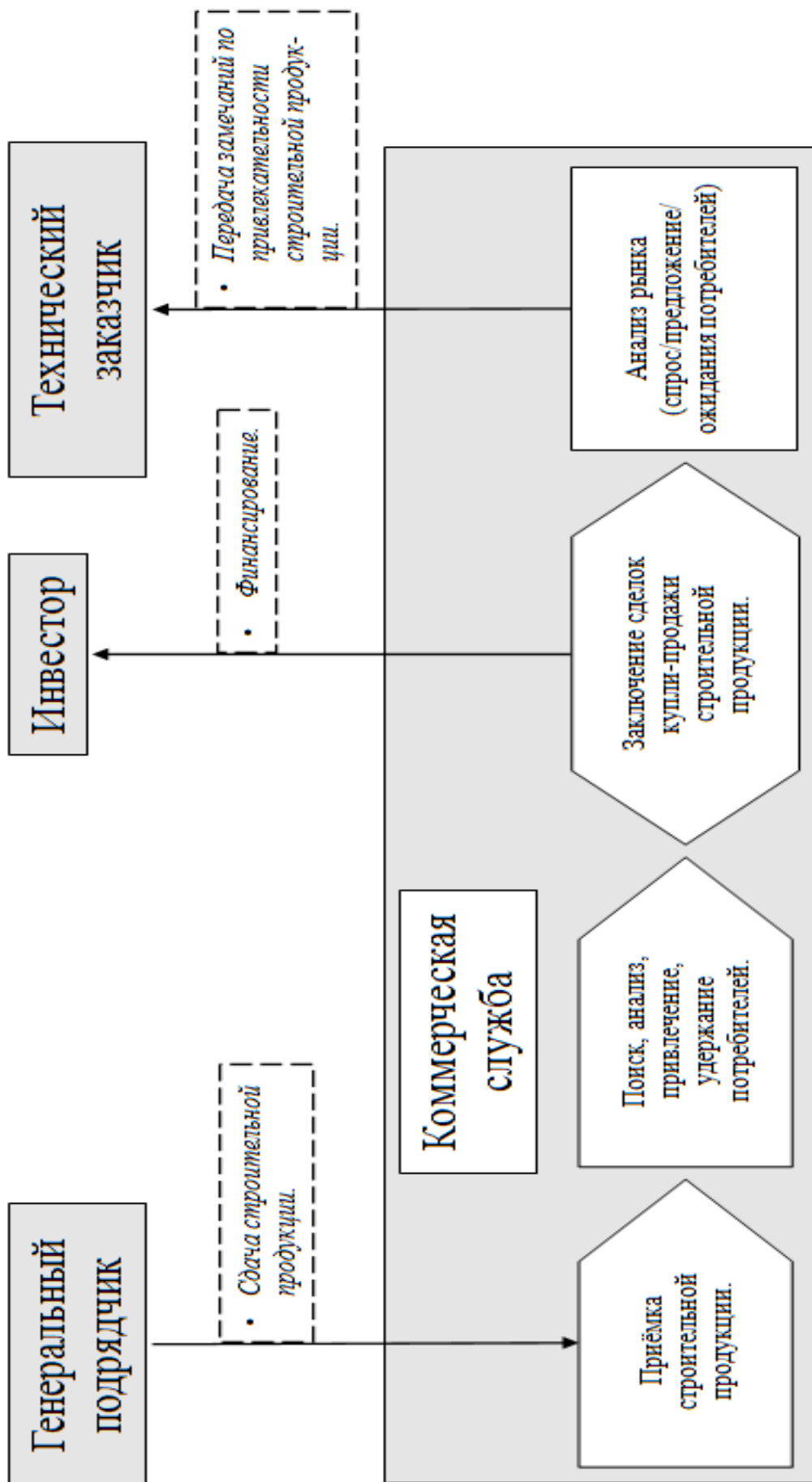


Рис. 6. Схема основной информации, движущейся при процессе «Продажи» инвестиционно-строительных проектов

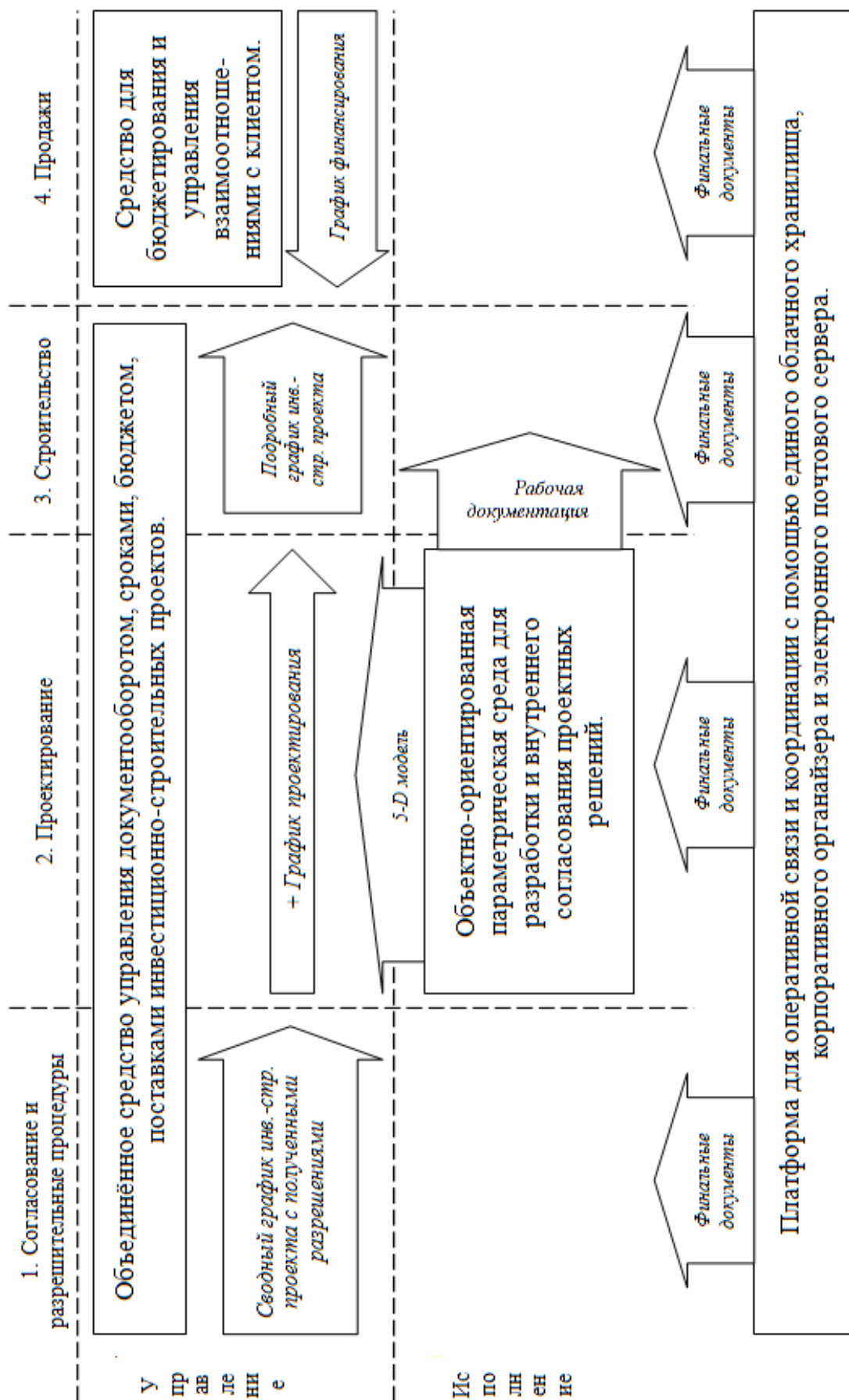


Рис. 7. Схема объединения программных средств в информационную среду

Основные проблемы при реализации схемы «Управление ↔ Исполнение» можно разделить на проблемы технологического и организационного характера. Технологические проблемы возникают при преобразовании одних ресурсов в другие на каждом из этапов. Эти проблемы можно устранить достаточным качеством и количеством используемых ресурсов, а также применением эффективных средств труда и технологий. Организационные проблемы возникают при логистике (движении потоков ресурсов между этапами). Задачей логистики ресурсов является их поставка в нужное время в нужном количестве в требуемое место (если они материальны). Если же ресурсы информационные, более важным является поставить их в нужном качестве необходимому адресату, при этом избежать их искажения. Внедрение информационных средств должно ставить целью решение проблемы логистики информационных ресурсов. При этом основными решаемыми задачами должно быть:

- поддержание логической цепочки передачи информационных ресурсов;
- ускорение их потоков;
- снижение трудоёмкости их обработки.

Детальный анализ схемы на рисунке 2 позволяет заключить, что ресурсами, которые наиболее подвержены проблемам организационного характера, являются информационные и финансовые. При этом связь между данными видами ресурсов прямая – при недостатке, несвоевременности предоставления или недостаточном качестве информационных ресурсов наблюдается недостаток или несвоевременность предоставления финансовых ресурсов. Это, в свою очередь, приводит к задержкам или созданию некачественного продукта каждого из выделенных процессов.

Рассмотрим движение основной информации при различных процессах, выделенных на рисунке 1 (рисунка 3-6).

Как видно из рис. 3, основным участником данного процесса является технический заказчик. Согласования и

получение разрешений, как правило, являются линейным процессом, состоящим из нескольких последовательных этапов. Однако при получении разрешений могут возникнуть непредвиденные трудности, которые могут затянуть сроки данных процессов. Как правило, это происходит, когда государственные органы контроля пытаются наложить чрезмерные обязательства на инвестора или когда инвестор запрашивает слишком лояльные условия осуществления своей деятельности.

С точки зрения информационной среды, наиболее приближённой моделью операционной деятельности технического заказчика является перечень работ, связанных с разработкой и согласованием тех или иных разрешительных документов. Как правило, искажений при передаче информации от технического заказчика к другим участникам инвестиционно-строительного процесса не возникает. Исключение может составить передача эскизного проекта и другой принципиальной проектной документации, согласованной инвестором. Предпочтительно, чтобы документация передавалась в формате, удобном для генерального проектировщика.

Схема на рисунке 4 показывает, что процесс проектирования согласовываемой стадии не является столь же последовательным, как и разрешительные процедуры. На каждом этапе проектирования возможны изменения, которые требуют доработки принятых ранее решений. Кроме того, взаимодействие различных участников в значительной степени может изменить разработанные проекты. В этой связи важным является использование максимально гибкой программной среды проектирования, позволяющей оперативно вносить изменения во всех разделах проектной документации, а также автоматизировать оформление чертежей.

Следует заметить, что информационной моделью процесса проектирования является последовательность разработки документации, выполняемой проекти-

ровщиками. Результатом же такой деятельности является проектная документация, которая представляет собой совокупность графических представлений здания, а также перечень материальных ресурсов, требуемых для возведения здания.

Однако данный подход к проектной документации чрезвычайно неудобен при обработке информации в процессе строительства. Наиболее прогрессивные программные комплексы позволяют сформировать 3-D модель проектируемого здания, состоящую из отдельных элементов. Это закладывает основы для перехода проектирования с документо-ориентированной парадигмы на концепцию, ориентированную на базы данных. Такая концепция позволяет облегчить внесение изменений в модель проектируемого здания и автоматизировать построение представлений модели (чертежей и спецификаций).

Рисунок 5 показывает информационные взаимодействия процесса «Строительство», который включает в себя разработку рабочей документации и производство строительно-монтажных работ. В данном процессе информационные взаимодействия между участниками становятся максимально важными, так как происходит основной объём инвестирования.

Кроме того, к сожалению, зачастую именно в этом процессе инвестор начинает вносить изменения в проектную документацию, что неизбежно приводит к срывам сроков и бюджетов. В этой связи целесообразным представляется максимально приблизить ход этапов процесса «Строительство» к последовательному в рамках структур генеральных проектировщика и подрядчика с возможным запараллеливанием между данными структурами. При этом внесение изменений следует в как можно большем объёме перенести на процесс проектирования.

Информационные взаимодействия между генеральным подрядчиком, техническим заказчиком, генеральным проектировщиком и коммерческой службой,

как правило, не вносят значительных изменений в предложенный последовательный характер рассматриваемого процесса и носят рабочий характер.

Наиболее достоверной моделью производственной деятельности генерального подрядчика может быть перечень необходимых строительных, монтажных и других работ с указанием их стоимости и сроков выполнения, а также с назначениями необходимых ресурсов в натуральном измерении. При этом важно заметить, что основой для данной модели выступает информационная модель здания, разработанная во время проектирования.

Как показал анализ информационных источников, современные программные комплексы для проектирования позволяют связать информационную модель здания со сметной документацией и графиком производства работ. Однако степень бесперебойной работы таких комплексов в связке со средствами бухгалтерской отчётности может быть невысокой.

На рисунке 6 показана схема основной информации, движущейся при процессе «Продажи» инвестиционно-строительных проектов. Анализируя её, можно заявить следующее:

- этапы продаж во многом связаны между собой и зачастую протекают параллельно;
- тем не менее, они не вносят значительных изменений в ход инвестиционно-строительных проектов;
- наиболее приближённой информационной моделью производственной деятельности коммерческой службы может быть перечень контактов менеджеров по продажам с клиентами.

Таким образом, можно заключить следующее. Формирование единой информационной среды строительного предприятия является наиболее привлекательной целью с многих точек зрения. Такая среда представляет собой базу данных, включающую информацию о реализации операционной деятельности

строительного предприятия в план-фактном выражении сроков и стоимости, а также систему интерфейсов для вывода нужных данных тому или иному пользователю. Это может позволить автоматизировать многие операционные и практически все отчётные функции.

Проведённый поиск показал, что отсутствует надёжная система, позволяющая сформировать единую информационную среду при управлении затратной и доходной части строительного предприятия. Это неизбежно приводит к проблемам преобразования, интерпретации и логистики данных.

Необходимо минимизировать количество платформ, реализующих функции управления производственной информацией. Представляется возможным свести количество таких платформ к четырём:

- Управление документооборотом, сроками, бюджетом, поставками инвестиционно-строительных проектов на фазах «Согласование и разрешительные процедуры», «Проектирование», «Строительство».

- Разработка и внутреннее согласование проектных работ в объектно-ориентированной параметрической среде на фазе «Проектирование».

- Управление продажами строительной продукции на соответствующей фазе при совмещении средств для бюджетирования и управления взаимоотношениями с клиентом.

- Платформа для оперативной связи и координации с помощью единого облачного хранилища, корпоративного органайзера и электронного почтового сервера.

В таком случае схема объединения программных средств в информационную среду (или принципиальная архитектура информационной среды) представлена на рисунке 7. На данном рисунке блоками с более крупным шрифтом обозначены платформы программных средств, блоками с курсивным шрифтом – реализованные в

данных программных средствах информационные модели каждого из процессов, передаваемые между процессами и платформами.

Для минимизации проблем интерпретации и логистики данных необходимо строго регламентировать состав, структуру и требования к данным, создаваемым на базе одной платформы и передаваемым между несколькими платформами. Преобразование данных вне систем или между ними следует минимизировать. Рассмотрим возможные сложности логистики данных при предложенной схеме объединения программных средств в информационную среду:

- Результатом работы в платформе оперативной координации является формирование финальных документов, которые определяют вехи тех или иных этапов: протоколы, предписания, акты и т. д. Предполагается, что данные документы загружаются в смежные платформы для фиксации управляющих воздействий или архивирования важных данных. В целом, платформа в минимальной степени пересекается с другими программными средствами предприятия и используется только для совершенствования ежедневной работы сотрудников, оптимизации передачи текущих данных и повышения безопасности данных.

- Результатами работы в объектно-ориентированной параметрической среде проектирования могут являться 5-D модель или рабочая документация для строительства. Структура и состав рабочей документации должны быть сформированы таким образом, чтобы минимизировать трудоёмкость и искажения при формировании договорной цены, смет, заявок и календарного графика строительства. При этом форма выдачи данной документации может быть различной: от традиционного набора чертежей в электронном и максимально редактируемом виде до 3-D модели,

обработка и анализ которой при производстве работ происходит по концепции, ориентированной на базы данных. Перспективным вариантом решения задачи передачи данных между генеральными проектировщиком и подрядчиком является передача 5-D модели, содержащей информационную модель планируемого здания. Такая модель должна быть создана из параметрических объектов с их привязкой к подготовленному календарному графику и указанием стоимости.

- Работа в объединённом средстве управления документооборотом, сроками, бюджетом, поставками инвестиционно-строительных проектов может быть эффективна за счёт формирования единого графика инвестиционно-строительного проекта, дополняемого данными о согласованиях, процессе проектирования и календарным графиком производства строительно-монтажных работ с указанием стоимости.

- Средство для бюджетирования продаж и управления взаимоотношениями с клиентом выполняет задачу формирования графика финансирования инвестиционно-строительных проектов предприятия, а также составления базы данных о спросе, предложении и других показателях рынка строительной продукции. График финансирования может быть наложен на график затрат, сформированных при организационно-технологическом проектировании строительства для обеспечения его реализуемости.

В основном, проблемы логистики информационных данных заключаются в том, что любое преобразование данных в модель и обратно неизбежно приводит к их искажению. Для качественного восстановления данных из модели необходим высокий профессионализм специалиста, который это делает: производителя работ, сметчика, управленца. В условиях рыночной экономики, которая

подразумевает экономию финансовых средств, в том числе за счёт сокращения сроков, времени на качественную интерпретацию моделей может не хватать. Проектирование архитектуры информационных сред строительного предприятия должно решать данную проблему.

На рисунке 8 представлена схема взаимосвязи организационной структуры и информационной среды предприятия при внедрении информационных средств. Предположение о такой взаимосвязи высказано в связи со следующим:

- Информационная среда предприятия, а именно, совокупность программных средств и уровень доступа к ним, является отражением производственной структуры и иерархии бизнес-ролей предприятия.

- Архитектура информационной среды предприятия должна быть сформирована для каждого отдельного случая исходя не только из специфики отрасли, но и из специфики организационной структуры данного предприятия. Например, архитектура информационной среды для проектно-ориентированной и функциональной организационных структур будет различной.

- Внедрение и эффективное использование информационных средств не может быть реализовано без достаточного уровня организации бизнес-процессов и без изменений организационной структуры.

Исходя из обоснованной выше взаимосвязи между организационной структурой и информационной средой предприятия можно заключить, что в течение некоторого времени внедрения они будут дополняться и динамически изменяться во времени. Современный уровень развития программных средств позволяет предположить, что возможна фиксация показателей данных изменений. Среди таких показателей наиболее важными представляются следующие:

- показатели соответствия фактически выполняемых пользователями функций запроектированным;
- показатели скорости движения и качество передаваемой производственной информации: финансового, технического характера;
- показатели удовлетворения пользователей в функциональности информационных средств.

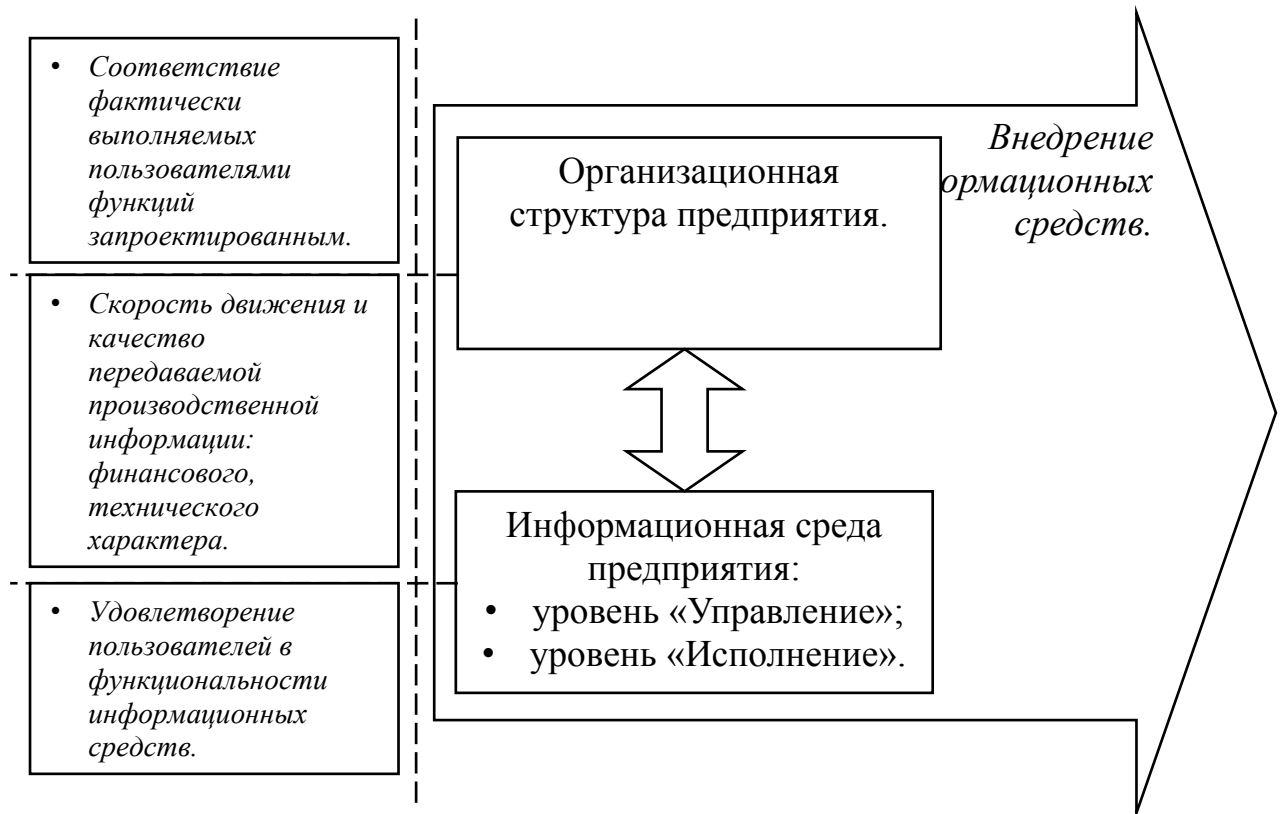


Рис. 8. Схема «Организационная структура ↔ Информационная среда»

Выводы

1. Схема инвестиционно-строительного проекта «Управление ↔ Исполнение» показывает, что основными видами ресурсов, движущихся между процессами при реализации инвестиционно-строительных проектов, являются информационные и финансовые. При этом оптимизация потока информационных ресурсов возможна при внедрении современных информационных средств, что, в свою очередь, может оптимизировать поток финансовых ресурсов.

2. Построение схем основной информации, движущейся в ходе реализации инвестиционно-строительных проектов по процессам, показало возможные проблемы преобразования, интерпретации и логистики данных.

3. Разработка схемы объединения программных средств в информационную среду строительного предприятия позволила представить концепцию объединения отдельных информационных продуктов. Данная концепция заключается в том, что объединённая информационная среда строительного предприятия формируется из модели совокупности ресурсов, преобразуемых в ходе инвестиционно-строительных проектов.

4. Построение схемы «Организационная структура ↔ Информационная среда» позволило теоретически обосновать возможность оптимизации методов управления строительным предприятием с помощью отслеживания показателей его информационной среды, в том числе при внедрении информационных средств.

5. Обоснована концепция совмещения модели совокупности ресурсов, отдельных информационных продуктов в преобразуемых в ходе инвестиционно-объединённую информационную среду строительных проектов. строительного предприятия, состоящую из

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Блэк Дж. Экономика. Толковый словарь. Англо-русский / Дж. Блэк. – Москва : ИНФРА-М : Весь Мир, 2000. – 840 с.
2. Організація будівельного виробництва : ДБН А.3.1-5:2016 / М-во регіон. розвитку, буд-ва та житл.-комунал. гос-ва України. – Чинні від 1 січня 2017 р. ; на зміну ДБН А.3-1-5-2009. – Вид. офіц. – Київ, 2016. – 49 с.
3. Склад, порядок оформлення, узгодження та затвердження проектної документації для будівництва. Проектування : ДБН А.2.2-3-2004 / М-во регіон. розвитку, буд-ва та житл.-комунал. гос-ва України. – Чинні від 2004-07-01. – Офіц. вид. – Київ, 2004. – 61 с.
4. Про основи містобудування : Закон України від 16 листопада 1992 р. № 2780-XII : за станом на 10 червня 2017 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2780-12>.
5. Про землеустрій : Закон України від 22 травня 2003 р. № 858-IV : за станом на 10 червня 2017 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws>.
6. Про регулювання містобудівної діяльності : Закон України від 17 лютого 2011 року № 3038-VI : за станом на 2 серпня 2017 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>.
7. Фещенко В. С. Экономика / В. С. Фещенко, С. А. Кацнель, Н. А. Левочкина. – Омск : Омский гос. ин-т сервиса, 2006. – 155 с.
8. Экономическая энциклопедия / науч.-ред. совет изд-ва "Экономика", Ин-т экономики Рос. акад. наук. – Москва : Экономика, 1999. – 1055 с
9. AEC (UK) BIM Technology Protocol. Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry : version 2.1.1. – 2015. – 47 p. – Режим доступу: <http://openbim.ru/assets/files/bimstandards/aecukbimtechnologyprotocol-v2-1-1.pdf>.
10. Collaborative production of information. Part 4 : Fulfilling employers information exchange requirements using COBie – Code of practice : BS 1192-4:2014 / The British Standards Institution. – 2014. – 45 p. – Режим доступу: http://www.cibse.org/getmedia/bb22f6d3-26f7-4e96-8b16-952f806be09e/B_555_-_5_14_0007-Draft-DPC-1192-4-COBie.pdf.aspx.
11. Preview Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries : ISO 16739:2013 / International Organization for Standardization. – 2013. – Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/51622.html>.
12. Building information models. Information delivery manual. Part 1 : Methodology and format : ISO 29481-1:2016 / International Organization for Standardization. – 2016. – Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/60553.html>.
13. Building information models. Information delivery manual. Part 2 : Interaction framework : ISO 29481-2:2012 / International Organization for Standardization. – 2012. – Режим доступу: <https://www.iso.org/standard/55691.html>.
14. Incorporating Corrigendum No. 1 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling : PAS 1192-2:2013 / The British Standards Institution. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: http://www.bimhealth.co.uk/uploads/pdfs/PAS_1192_2_2013.pdf.
15. Level of Development Specification : for building information models : Version 2015 / BIMForum / IKERD Consulting. – 2015. – Режим доступу: http://latbim.com/wp-content/uploads/2016/08/DPK_Specifikacija_2015_LEJUPLADE.pdf.

REFERENCES

1. Black J. *Ekonomika: Tolkovyy slovar'. Anglo-russkiy* [Economics: Explanatory dictionary. English-Russian]. Moskva: INFRA-M: Ves' Mir, 2000, p. 840. (in Russian).

2. *Orhanizatsiia budivelnoho vyrobnytstva: DBN A.3.1-5:2016* [Ministry of construction: the Buildings Codes A.3.1-5:2016]. M-vo rehion. rozvytku, bud-va ta zhytl.-komunal. hos-va Ukrainy [Ministry of regional development, construction and housing and utilities of Ukraine]. Kyiv, 2016, p. 49. (in Ukrainian).
3. *Sklad, poriadok oformlennia, uzgodzhennia ta zatverdzhennia proektnoi dokumentatsii dlia budivnytstva. Proektuvannia: DBN A.2.2-3-2004* [Composition, order of registration and approval of project documentation for construction. Engineering: the Construction Codes A.2.2-3-2004]. M-vo rehion. rozvytku, bud-va ta zhytl.-komunal. hos-va Ukrainy [Ministry of regional development, construction, housing and utilities]. Kyiv, 2004, p. 61. (in Ukrainian).
4. *Pro osnovy mistobuduvannia: Zakon Ukrainy vid 16 lystopada 1992 №: za stanom na 10 chervnia 2017 r.* [About the basics of the urban planning: Law of Ukraine, dated on November 16, 1992, no. 2780-XII, as of June 10, 2017]. *Zakonodavstvo Ukrainy* [Legislation of Ukraine]. Verkhovna Rada Ukrainy [The Parliament of Ukraine]. Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2780-12>. (in Ukrainian).
5. *Pro zemleustrii: Zakon Ukrainy vid 22 travnia 2003 r. № 858-IV: za stanom na 10 chervnia 2017 r.* [About the land management: the law of Ukraine, dated on May 22, 2003, no. 858-IV, as of June 10, 2017]. *Zakonodavstvo Ukrainy* [Legislation of Ukraine]. Verkhovna Rada Ukrainy [The Parliament of Ukraine]. Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws>. (in Ukrainian).
6. *Pro rehuliuвання mistobudivnoi diialnosti: Zakon Ukrainy vid 17 liutoho 2011 roku, № 3038-VI: za stanom na 2 serpnia 2017 r.* [On the regulation of urban development: the law of Ukraine, dated on February 17, 2011, no. 3038-VI: as of August 02, 2017]. *Zakonodavstvo Ukrainy* [Legislation of Ukraine]. Verkhovna Rada Ukrainy [The Parliament of Ukraine]. Available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3038-17>. (in Ukrainian).
7. Feshchenko V.S. Kaciel' S.A. and Lavochkina N.A. *Ekonomika* [Economy]. Omsk: Omskij gos. in-t servisa, 2006, p. 155. (in Russian).
8. *Ekonomicheskaya enciklopediya* [Economic Encyclopedia]. Nauch.-red. sovet izd-va "Ekonomika", In-t ekonomiki Ros. akad. nauk. [Ed. Council of the publishing house "Economics", Institute of Economics. RAS]. Moskva: Ekonomika, 1999, p. 1055. (in Russian).
9. *AEC (UK) BIM Technology Protocol. Practical implementation of BIM for the UK Architectural, Engineering and Construction (AEC) industry: version 2.1.1.* 2015, 47 p. Available at: <http://openbim.ru/assets/files/bimstandards/aecukbimtechnologyprotocol-v2-1-1.pdf>.
10. *Collaborative production of information. Part 4: Fulfilling employers information exchange requirements using COBie – Code of practice: BS 1192-4:2014.* The British Standards Institution. 2014, 45 p. Available at: http://www.cibse.org/getmedia/bb22f6d3-26f7-4e96-8b16-952f806be09e/B_555_-_5_14_0007-Draft-DPC-1192-4-COBie.pdf.aspx.
11. *Preview Industry Foundation Classes (IFC) for data sharing in the construction and facility management industries: ISO 16739:2013.* International Organization for Standardization. 2013. Available at: <https://www.iso.org/standard/51622.html>.
12. *Building information models. Information delivery manual. Part 1: Methodology and format: ISO 29481-1:2016.* International Organization for Standardization. 2016. Available at: <https://www.iso.org/standard/60553.html>.
13. *Building information models. Information delivery manual. Part 2: Interaction framework: ISO 29481-2:2012.* International Organization for Standardization. 2012. Available at: <https://www.iso.org/standard/55691.html>.
14. *Incorporating Corrigendum No. 1 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling: PAS 1192-2:2013.* The British Standards Institution. 2013. Available at: http://www.bimhealth.co.uk/uploads/pdfs/PAS_1192_2_2013.pdf.
15. *Level of Development Specification: for building information models: Version 2015.* BIMForum. IKERD Consulting. 2015. Available at: http://latbim.com/wp-content/uploads/2016/08/DPK_Specifikacija_2015_LEJUPLADE.pdf.

Рецензент: Савицький М. В. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 12.06.2017 р. Прийнята до друку: 17.06.2017 р.

УДК:628.517.2:711

ВИЗНАЧЕННЯ ШУМОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК І ПОБУДОВА КАРТИ ШУМУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

САНЬКОВ П. М.^{1*}, к. т. н., доц.,

ТКАЧ Н. О.², к. т. н.

ПОЛТОРАЦЬКА В. М.³, к. т. н., доц.

^{1*} Кафедра архітектури, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (050) 149-85-41, e-mail: petsankov5581@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0898-7992

² Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (095) 234-52-97, e-mail: tkachnati3@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2695-3980

³ Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (095) 234-52-97, e-mail: keko@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6244-8439

Анотація. Постановка проблеми. Стаття присвячена питанням поліпшення умов праці, збереження життя і здоров'я працівників на виробничих підприємств і мешканців прилеглих до них житлових територій. Ця справа на сучасному етапі становлення України як європейської держави з розвинутою економікою - один із найважливіших напрямків соціально-економічної політики. **Мета статті.** Наукове обґрунтування і аналіз можливості поліпшення умов праці, збереження життя і здоров'я працюючих на селитебних і виробничих територіях сучасних міст шляхом визначення рівня шуму на територіях, прилеглих до шумного підприємства ткацького виробництва. **Методика.** Використання системного підходу в аналітичних дослідженнях літературних джерел, сучасних розробок фахівців містобудівної екології та безпеки життєдіяльності на предмет організації безпечних умов праці та відпочинку громадян. За фактором шумового забруднення за допомогою розглянутої методики побудовано карту шуму території, прилеглої до досліджуваного промислового підприємства. **Результати.** Зроблено аналіз умов праці на підприємстві «Виробничий комплекс "Кропива"»; визначено шумову характеристику цього підприємства; побудовано карту поширення шуму від згаданого підприємства на прилеглих територіях. **Наукова новизна.** Вперше на основі запропонованої методики визначення шумової характеристики промислового підприємства побудовано карту шуму як на території самого підприємства, так і на прилеглих до нього територіях. **Практична значимість:** створення безпечних умов життєдіяльності на територіях різних функціональних зон сучасних міст; зменшення обсягів шумового забруднення територій міст, спрямоване на захист населення від шкідливого впливу і наслідків забруднення. Результати роботи можливо застосовувати в подальших дослідженнях для проведення комплексного оцінювання рівня шуму від зазначеного підприємства за побудованою картою шуму з визначенням кількості робочих місць за класами шуму як на самому підприємстві, так і кількості людей на прилеглих до нього територіях.

Ключові слова: шум; промислове підприємство; житлові території; робочі місця

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШУМОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОСТРОЕНИЕ КАРТЫ ШУМА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

САНЬКОВ П. Н.^{1*}, к. т. н., доц.,

ТКАЧ Н. А.², к. т. н.

ПОЛТОРАЦКАЯ В. Н.³, к. т. н., доц.

^{1*} Кафедра архитектуры, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (050) 149-85-41, e-mail: petsankov5581@pmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0898-7992

² Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (095) 234-52-97, e-mail: tkachnati3@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2695-3980

³ Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепр, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 756-33-71, e-mail: keko@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6244-8439

Аннотация. Постановка проблемы. Статья посвящена вопросам улучшения условий труда, сохранения жизни и здоровья работников производственных предприятий и жителей прилегающих к ним жилых территорий. Этот вопрос на современном этапе становления Украины как европейского государства с развитой экономикой является одним из важнейших направлений социально-экономической политики. **Цель статьи.** Научное обоснование и анализ возможности улучшения условий труда, сохранения жизни и здоровья,

работающих на селитебных и производственных территориях современных городов путем определения уровня шума на территориях, прилегающих к шумным предприятиям ткацкого производства. **Методика.** Использование системного подхода при аналитических исследованиях литературных источников, современных разработок специалистов градостроительной экологии и безопасности жизнедеятельности на предмет организации безопасных условий труда и отдыха граждан. По фактору шумового загрязнения с помощью рассматриваемой методики построена карта шума территории, прилегающей к исследуемому промышленному предприятию. **Результаты.** Проведен анализ условий труда на предприятии «Производственный комплекс "Крапива"»; определены шумовые характеристики данного предприятия; построена карта распространения шума от упомянутого предприятия на прилегающих территориях. **Научная новизна.** Впервые на основе предложенной методики определения шумовой характеристики промышленного предприятия построена карта шума как на территории самого предприятия, так и на прилегающих к нему территориях. **Практическая значимость:** создание безопасных условий жизнедеятельности на территориях различных функциональных зон современных городов; уменьшение объемов шумового загрязнения территорий городов, направленное на защиту населения от вредного воздействия и последствий загрязнения. Результаты работы можно применять в дальнейших исследованиях для проведения комплексной оценки уровня шума от указанного предприятия по построенной карте шума с определением количества рабочих мест по классам шума как на самом предприятии, так и количества людей на прилегающих к нему территориях.

Ключевые слова: шум; промышленное предприятие; жилые территории; рабочие места

DETERMINATION OF NOISE CHARACTERISTICS AND COMPOSITION OF INDUSTRIAL ENTERPRISE NOISE MAP

SANKOV P. M.^{1*}, Ph.D., Assoc. prof.

TKACH N. O.², Ph.D.

POLTORATSKAYA V. N.³ *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

^{1*} Department of Architecture, State Higher Educational Institution «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24a, Chernyshevs'kogo St., Dnipro, 49600, Ukraine, phone. +38 (050) 149-85-41, e-mail: petersankov5581@nmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0898-7992

² Department of Ecology and Environment Protection, State Higher Educational Institution «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24a, Chernyshevs'kogo St., Dnipro, 49600, Ukraine, phone. +38 (095) 234-52-97, e-mail: tkachnati3@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2695-3980

³ Department of Ecology and Environment Protection, State Higher Educational Institution «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24a, Chernyshevskoho str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 756-33-71, e-mail: keko@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-6244-8439

Abstract. Problem. The article is devoted to the issues of improving working conditions, preserving the life and health of workers at industrial enterprises and inhabitants of residential areas adjacent to them. This problem at the present stage of the formation of Ukraine as a European state with a developed economy is one of the most important directions of socio-economic policy. **Purpose.** Scientific substantiation and analysis of the possibility of improving working conditions, preservation of the workers life and health on the local and modern city industrial territories by determining the level of noise on the territories adjacent to the noisy enterprise of weaving production. **Methods.** Use of a systematic approach in analytical studies of literary sources, modern researches of specialists in urban ecology and life safety for the purpose of organizing safe working conditions and rest of citizens for noise pollution. With the help of this technique, a noise map of the territory adjacent to the investigated industrial enterprise was constructed. **Results.** The authors have solved the following tasks: the analysis of the working conditions at the enterprise «Industrial complex "Кропива"» is made; the noise characteristic of this enterprise is determined; a map of the noise spread from the said enterprise in the adjoining areas was constructed. **Science novelty.** For the first time, on the basis of the proposed methodology for determining the noise characteristics of an industrial enterprise, a map of noise was constructed both in the territory of the enterprise itself and in the adjacent territories. **Practical significance:** formation of safe living conditions on the different functional zones of modern cities; reduction of noise pollution volumes of the city territories, aimed at protecting the population from harmful effects and consequences of pollution. The results of the research may be used in further studies to conduct a comprehensive assessment of the noise level from the specified enterprise based on the noise map composition with the definition of the number of workplaces by the noise classes, both at the enterprise itself and the number of people in the adjacent areas.

Keywords: noise; industrial entrepreneurship; residential areas; workplaces

Актуальність теми. Питання соціально-економічної політики нашої поліпшення умов праці, збереження життя і держави. здоров'я працівників були і залишаються одним із найважливіших напрямів Сформована акустична ситуація в містах сучасної України вимагає особливого

підходу до підприємств у частині шумозахисту і диктує необхідність проведення глибокого аналізу акустичних характеристик таких об'єктів. Це зумовило необхідність розв'язання науково-прикладної задачі створення безпечних умов перебування людей на об'єктах, прилеглих до підприємств із підвищеним рівнем шумового забруднення навколишнього середовища.

Аналіз публікацій. У працях [8-11; 13] дія шуму на людину розглядається чисто в медичному аспекті. Досліджується вплив шуму на скорочення тривалості життя, скореговану за інвалідністю від інфаркту міокарда. Вплив на здоров'я підвищених рівнів шуму автори поєднують із подальшою монетизацією проблеми [9]. Дослідження базується на методах математичної статистики за результатами амбулаторних або соціологічних досліджень. Однак, застосовуючи такий підхід, досить важко уникнути суб'єктивності у відповідях респондентів. До того ж, такий метод дає лише результати оцінювання фактичного стану проблеми. У праці [12] спостерігається більш точний підхід. Сутність методу полягає у прямому вимірюванні кількісних значень чинників небезпеки, їх порівнянні з нормативними показниками та формуванні на цій основі рекомендацій щодо поліпшення стану середовища, в тому числі і за фактором шумового забруднення. Але в реальних натурних умовах, за наявності великої кількості джерел шуму, дуже важко відокремити вплив того чи іншого джерела. Особливо це стосується великих за площею територій промислових підприємств. Дослідники Є. М. Безсонов, В. І. Андреев [1] акцентують увагу на пошуку нових шляхів для аналізу та оцінювання антропогенного впливу на довкілля. Автори цієї статті в праці [7] якість життя за фактором шуму оцінюють показниками кількості населення, що мешкає в зоні шумового забруднення.

Мета статті - визначення рівня шуму на територіях, прилеглих до шумного підприємства ткацького виробництва.

Для досягнення мети необхідно виконати такі завдання:

- аналізувати про умови праці на підприємстві «Виробничий комплекс «Кропива»;
- побудувати карту поширення шуму від досліджуваного підприємств на прилеглих територіях;
- провести комплексне оцінювання рівня шуму від зазначеного підприємства за побудованою картою шуму з визначенням кількості робочих місць за класами шуму як на самому ткацькому підприємстві, так і на прилеглих територіях (за наявності таких).

Методика. Застосування системного підходу в аналітичних дослідженнях літературних джерел, сучасних розробок фахівців містобудівної екології та безпеки життєдіяльності на предмет організації безпечних умов праці та відпочинку громадян. За фактором шумового забруднення за допомогою розглянутої методики побудовано карту шуму території, прилеглої до досліджуваного промислового підприємства.

Результати. У ПДАБА розроблено методику [2-6] оцінювання поширення шуму від джерела просторового шуму (рис. 1), яка дозволяє оцінити вплив шумового режиму від діючих підприємств на прилеглі території.

Математична модель, представлена формулою (1), складає основу цієї методики. Вона дозволяє виконувати науково-практичні завдання прогнозування шумового режиму за межею території підприємства:

$$L(x; y) = 10 \lg 10^{0,1L_i} + 10 \lg \sum_{i=1}^n \left(\frac{r_i}{\eta_i} \right)^2. \quad (1)$$

Використовуючи модель, представлену формулою (1), можна винайти шумову характеристику підприємства (L_{III}) з декількома шумотвірними зонами (L_i , де $i = 1, 2, 3 \dots n$) за формулою (2):

$$L_{III} = L(x; y) + 10 \lg \sum_{i=1}^n \left(\frac{r_i}{\eta_i} \right)^2 \quad (2)$$

де: η_i – відстань від геометричного центру технологічної зони підприємства до розрахункового контуру промислового підприємства;

r_i - приведений радіус підприємства прямокутної форми, м.

Приведений радіус підприємства прямокутної форми r_i визначається за формулою (3):

$$r_i = \sqrt{\frac{a_i \times b_i}{\pi}}, \quad (3)$$

де: a_i, b_i – лінійні розміри технологічної зони в плані, м.

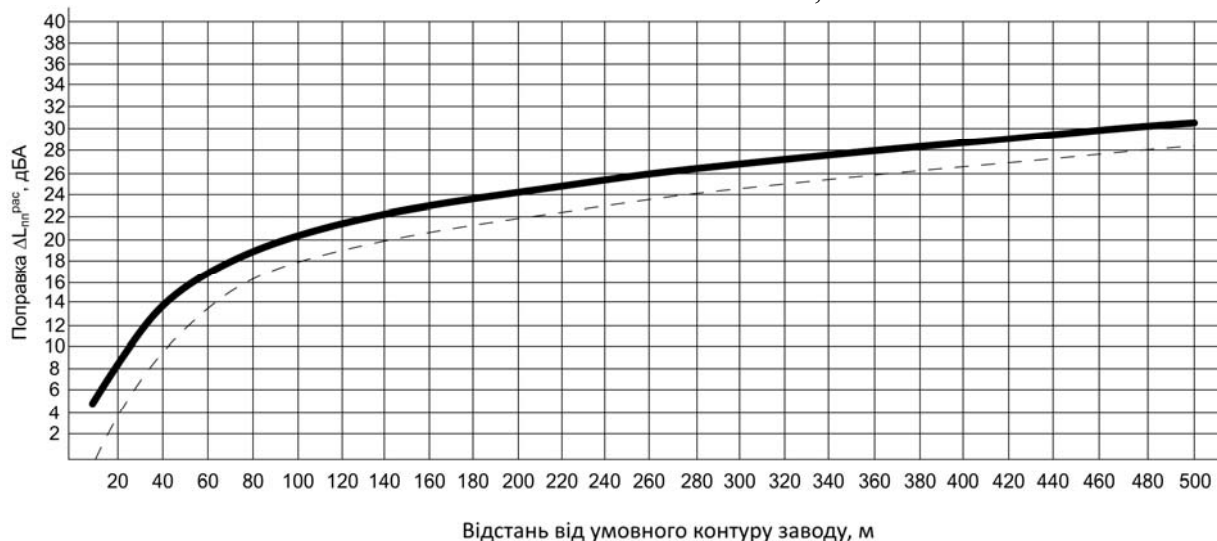


Рис. 1. Графік залежності спаду рівнів шуму на відстані від шумних підприємств /Figure 1 The graph of the dependence of noise levels at a distance from noisy enterprises

У таблиці 1 наведено основні дані щодо ткацького виробництва. Матеріал узято з стану умов праці на підприємствах публікацій [2; 6].

Таблиця 1

Умови праці на підприємстві «Виробничий комплекс «Кропива» / Working conditions at the enterprise «Industrial complex "Kropyva"»

Технологічна зона підприємства	Температура, °С (літній період)		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с		Шум, дБА		Вібрація, дБ		Запиленість (пил фіброгенної дії), мг/м ³	
	Факт	ПДВ	Факт	ПДВ	Факт	ПДВ	Факт	ПДВ	Факт	ПДВ	Факт	ПДВ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ткацькі цехи	23	25	65	70	1,5	1,2	79	80	85	92	6,0	6
Прядильний цех	22	27	60	70	0,5	0,5	77	80	60	92	4,0	6
Швейний цех	25	27	80	70	0,6	0,5	87	80	90	92	2,2	6
Склади готової продукції	24	27	70	70	0,5	0,5	76	80	60	92	5,0	6
Склад зберігання сировини	23	27	62	70	1,5	0,5	76	80	-	92	-	6

Для розрахунку рівня звукової потужності підприємства згідно з формулою (1) знаходимо геометричні центри всіх технологічних зон шумоутворення на території заводу.

На рисунку 2 показано територію підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"», що складається з 5 технологічних зон: 1) ткацькі цехи, 2) прядильний цех, 3) швейний цех, 4) склади готової продукції, 5) склади зберігання сировини.

У таблиці 2 наведено розрахунок шумової характеристики ($L_{\text{шп}}$) цього промислового підприємства.

Розрахунок проводився з урахуванням даних щодо геометричних центрів технологічних зон шумоутворення для території підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"» в м. Дніпро, розташування яких показано на рисунку 2. Розміри визначалися в масштабі, розрахунки проводилися за формулами (1) та (2).

Шумові характеристики підприємств приймають значення відповідно до кратності 0,5 дБА [2]. Тому за розрахунками шумова характеристика підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"» складає 88,0 дБА.

Далі будуємо карту шуму нашого підприємства. Карта шуму з урахуванням класу шумності для об'єктів, прилеглих до підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"», показано на рисунку 3 ізолініями, що є границями класів шуму, а саме: границя 70-го класу, тобто ізолінія зі значенням 67,5 дБА, знаходиться на відстані 108 м від центра 0; границя 65-го класу, тобто ізолінія зі значенням 62,5 дБА, - на відстані 230 м від центра 0; границя 60-го

класу, тобто ізолінія зі значенням 57,5 дБА, - на відстані 445 м від центра 0.

Наукова новизна і практична значимість. Уперше на основі запропонованої методики визначення шумової характеристики промислового підприємства побудовано карту шуму як на території самого підприємства, так і на прилеглих до нього територіях. Практична значимість роботи полягає у:

- створенні безпечних умов життєдіяльності на територіях різних функціональних зон сучасних міст;
- зменшенні обсягів шумового забруднення територій міст, спрямованому на захист населення від шкідливого впливу і наслідків забруднення.

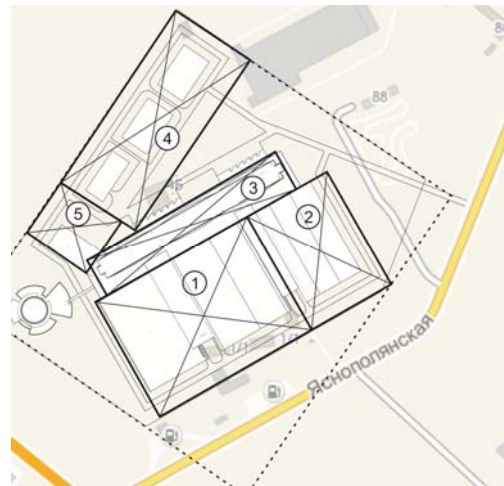


Рис. 2. Визначення геометричних центрів зон шумоутворення для території підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"» в м. Дніпро / Figure 2 Definition of geometric parameters of zones of noise generation for the territory of the enterprise «Industrial complex "Kropyva"» in the city of Dnipro



Рисунок 3. Карта шуму з урахуванням класу шумності для об'єктів, прилеглих до підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"» / Noise map based on noise level for objects adjacent to the enterprise «Industrial complex "Kropyva"»

Таблиця 2

Результати розрахунку шумової характеристики підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"» / Results of determining the noise characteristic of an enterprise «Industrial complex "Kropyva"»

Розміри сторін технологічних зон підприємства, a_i і b_i , м.				Відстань від геометричного центру технологічної зони підприємства до розрахункового контуру промислового підприємства, η_i , м		Приведений радіус технологічних зон шумоутворення прямокутної форми, r_i , м		Рівень інтенсивності звуку по контуру (периметру) кожної прямокутної області підприємства L_i , дБА		Шумова характеристика підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"», $L_{\text{пп}}$, дБА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
a_1	175	b_1	200	η_1	118	r_1	106	L_1	79	87,81715
a_2	175	b_2	118	η_2	53	r_2	81	L_2	77	
a_3	88	b_3	88	η_3	44	r_3	50	L_3	87	
a_4	110	b_4	265	η_4	55	r_4	96	L_4	76	
a_5	35	b_5	265	η_5	150	r_5	54	L_5	76	

Примітка: Розрахунки представлені по кожній з 5 технологічних зон шумоутворення на території підприємства «Виробничий комплекс "Кропива"» в м. Дніпро, а саме: 1) ткацькі цехи, 2) прядильний цех, 3) швейний цех, 4) склади готової продукції, 5) склади зберігання сировини, показаних на рисунку 2.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Визначено шумову характеристику ткацького підприємства; побудовано карту поширення шуму від нього на прилеглих територіях. Результати роботи можна застосовувати в подальших дослідженнях для проведення комплексного

оцінювання рівня шуму від зазначеного підприємства за побудованою картою шуму з визначенням кількості робочих місць за класами шуму як на самому підприємстві, так і на прилеглих до нього територіях.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Безсонов С. М. Обґрунтування та формалізація підходу до оцінювання екологічної безпеки регіону / С. М. Безсонов, В. І. Андреев // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2016. – № 2/10 (80). – С. 9–18. – Режим доступу: <http://journals.uran.ua/eejet/article/viewFile/64843/61568>.
2. Захист територій, будинків і споруд від шуму : ДБН В.1.1–31:2013 – [Чинні від 2014-06-01] – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 85 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Моделирование шумообразования от от транспортных и промышленных объектов для обеспечения безопасного пребывания людей в городской среде / С. В. Нестеренко, Д. В. Рачек, Н. А. Ткач, А. В. Яковенко // Мат. Междунар. науч.-практ. конф. «Архитектура, градостроительство, историко-культурная и экологическая среда городов центральной России, Украины и Беларуси» : (Брянск, 12–13 марта 2014 г.) / Брянская гос. инж.-технолог. акад. – Брянск, 2014. – С. 337–341.
4. Нестеренко С. В. Забезпечення безпеки життєдіяльності на об'єктах, прилеглих до шумних підприємств : автореф. дис... канд. техн. наук : 05.26.01 / Нестеренко Світлана Володимирівна ; ДВНЗ "Придніпр. держ. академія буд-ва та архітектури". – Дніпро, 2016. – 25 с.
5. Анализ шумозащитных мер по обеспечению безопасности на рабочих местах шумных производств и прилегающих к ним территориях / П. Н. Саньков, Н. А. Ткач, С. В. Нестеренко, Е. А. Калмикова // Международный научный журнал «Интернаука». –2016. – Вып. 5. – С. 73–76. – Режим доступу: <http://www.inter-nauka.com/issues/2016/5/1110>.
6. Архітектурно-просторова організація безпечних умов праці по фактору шуму на територіях виробничих підприємств та житлової забудови шляхом аналізу шумового режиму від заводів по виробництву збірного залізобетону / П. М. Саньков, Н. О. Ткач, А. В. Горб, Ю. Ю. Міхеєнко, А. В. Яковенко // «Science and Civilization – 2015» : materials of the XI International scientific and practical conference (Sheffield, 2015) / Science and education LTD. – Sheffield, 2015. – Vol. 24 : Construction and architecture. Physics. Technical sciences. – С. 11–16.
7. Определение достоверности метода экспресс-оценки шумового загрязнения селитебных территорий по результатам экспериментальных исследований / П. Н. Саньков, В. В. Гилёв, В. Н. Макарова, Н. А. Ткач, В. С. Бахарев // Екологічна безпека. – 2015. – Вип. 2(20). – С. 96–100. – Режим доступу: [http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2015_2\(20\)/PDF/96-100.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2015_2(20)/PDF/96-100.pdf).
8. Ibem E. O. Assessment of the Qualitative Adequacy of Newly Constructed Public Housing in Ogun State, Nigeria / Ibem E. O., Amole O. O. // Property Management. – 2011. – Vol. 29, iss. 3. – P. 285–304.
9. Harding A. H. The cost of hypertension-related ill-health attributable to environmental noise / A. H. Harding, G. A. Frost, E. Tan, A. Tsuchiya, H. M. Mason // Noise Health. – 2013. – Vol. 15, iss. 67. – P. 437–445.
10. Paunovic K. Burden of myocardial infarction attributable to road-traffic noise: a pilot study in Belgrade / K. Paunovic, G. Belojevic // Noise Health. – 2014. – Vol. 16, iss. 73. – P. 374–379.
11. Sunny-Anibire M. O. Quality assessment of student housing facilities through post-occupancy evaluation / M. O. Sunny-Anibire, M. A. Hassanain // Architectural Engineering and Design Management. – 2016. – Vol. 12, iss. 5. – P. 367–380.
12. Xiong Y. Indoor air quality in green buildings: A case-study in a residential high-rise building in the northeastern United States / Y. Xiong, U. Krogmann, G. Mainelis, L. A. Rodenburg, C. J. Andrews // Journal of environmental science and health. Part A, Toxic/Hazardous substances & environmental engineering. – 2015. – Vol. 50, iss. 3. – P. 225–242.
13. Yoade A. O. An assessment of housing and neighbourhood quality condition in Ilesa, Nigeria / A. O. Yoade, O. O. Adeyemi, B. A. Adeyemi // Analele Universităţii din Oradea, Seria Geografie, Year XXV. – 2015. – № 2. – P. 242–252.

REFERENCES

1. Bezsonov Ye.M. and Andreev V.I. *Obhruntuvannia ta formalizatsiia pidkhodu do otsiniuvannia ekolohichnoi bezpeky rehionu* [Justification and formalization of approach to regional environmental safety evaluation]. *Vostochno-Evropskij zhurnal peredovykh tekhnologij* [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies]. 2016. no. 2/10 (80), pp. 9-18. Available at: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/64843> (in Ukrainian).
2. *Zakhyst terytorii, budynkiv i sporud vid shumy: DBN V.1.1–31:2013* [Protection of territories, buildings and structures from noise: the State Building Regulations V.1.1–31:2013]. *Chynnyi vid 2014-06-01* [Introduced since 2014-06-01]. Kyiv: Minrehion Ukrainy, 2014, 85 p. (in Ukrainian).
3. Nesterenko S.V., Rachek D.V., Tkach N.A. and Yakovenko A.V. *Modelirovanie shumooobrazovaniya ot ot transportnyx i promyshlennyx ob'ektov dlya obespecheniya bezopasnogo prebyvaniya lyudej v gorodskoy srede* [Simulation of noise generation from transport and industrial facilities to ensure the safe stay of people in the urban environment]. *Mat. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. "Arkhitektura, gradostroitel'stvo, istoriko-kul'turnaya i ekologicheskaya sreda gorodov central'noj Rossii, Ukrainy i Belarusi"*: (Bryansk, 12–13 marta 2014 g.) [Mathematical International Conference "Architecture, town planning, historical, cultural and ecological environment of cities of central Russia, Ukraine and Belarus": Bryansk, March 12-13, 2014]. Bryanskaya gos. inzh.-

- technolog. akad. [Bryandk State Engineering and Technological Academy]. Bryansk, 2014, pp. 337–341. (in Russian).
4. Nesterenko S.V. *Zabezpechennia bezpeky zhyttiediialnosti na obektakh, prylehlykh do shumnykh pidpriemstv*: avtoref. dis. kand. techn. nauk: 05.26.01 [Labor safety at sites adjacent to the enterprises with high noise levels: abstract of Cand. Sc. (Tech.) Dissertation]. DVNZ "Prydnipr. derzh. akademiia bud-va ta arkhitektury" [SHEE Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipro, 2016, 25 p.
 5. San'kov P.N., Tkach N.A., Nesterenko S.V. and Kalmikova E.A. *Analiz shumozashchitnykh mer po obespecheniyu bezopasnosti na rabochikh mestakh shumnykh proizvodstv i prilegayushchikh k nim territoriyakh* [Analysis of anti-noise measures to ensure safety in the workplace of noisy enterprises and adjacent territories]. *Mezhdunarodnyj nauchnyj zhurnal "Internauka"* [International Scientific Journal "Internauka"]. Kyiv: 2016, iss. 5, pp. 73-76. Available at: <http://www.inter-nauka.com/issues/2016/5/1110> (in Russian).
 6. Sankov P.M., Tkach N.O., Horb A.V., Mikhieienko Yu.Yu. and Yakovenko A.V. *Arkhitekturno-prostorova orhanizatsiia bezpechnykh umov pratsi po faktoru shumy na terytoriiakh vyrobnychyykh pidpriemstv ta zhytlovoi zabudovy shliakhom analizu shumovoho rezhymu vid zavodiv po vyrobnytstvu zbirnoho zalizobetonu* [Architecturally-spatial organization of safe working conditions on the noise factor in the territories of industrial enterprises and housing development by analyzing the noise regime from factories for the production of prefabricated reinforced concrete]. «Science and Civilization – 2015»: materials of the XI International scientific and practical conference (Sheffield, 2015). Science and education LTD. Construction and architecture. Physics. Technical sciences. Sheffield, 2015, vol. 24, pp. 11–16. (in Ukrainian).
 7. San'kov P.N., Gilev V.V., Makarova V.N., Tkach N.A. and Bakharev V.S. *Opreделение dostovernosti metoda ekspress-ocenki shumovogo zagryazneniya selitebnykh territorij po rezul'tatam eksperimental'nykh issledovaniy* [Determination reliable of the method of express-assessment of noise pollution residential areas from experimental studies results]. *Ekologichna bezpeka* [Ecological safety]. 2015, iss. 2(20), pp. 96–100. Available at: [http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2015_2\(20\)/PDF/96-100.pdf](http://www.kdu.edu.ua/EKB_jurnal/2015_2(20)/PDF/96-100.pdf) (in Russian).
 8. Ibem E.O. and Amole O.O. *Assessment of the Qualitative Adequacy of Newly Constructed Public Housing in Ogun State, Nigeria*. *Property Management*. 2011, vol. 29, iss. 3, pp 285–304.
 9. Harding A.H., Frost G.A., Tan E., Tsuchiya A. and Mason H.M. *The cost of hypertension-related ill-health attributable to environmental noise*. *Noise Health*. 2013, vol. 15, iss. 67, pp 437–445.
 10. Paunovic K. and Belojevic G. *Burden of myocardial infarction attributable to road-traffic noise: a pilot study in Belgrade*. *Noise Health*. 2014, vol. 16, iss. 73, pp 374–379.
 11. Sunny-Anibire M.O. and Hassanain M.A. *Quality assessment of student housing facilities through post-occupancy evaluation*. *Architectural Engineering and Design Management*. 2016, vol. 12, iss. 5, pp. 367–380.
 12. Xiong Y., Krogmann U., Mainelis G., Rodenburg L.A. and Andrews C.J. *Indoor air quality in green buildings: A case-study in a residential high-rise building in the northeastern United States*. *Journal of environmental science and health*. Part A, Toxic/Hazardous substances & environmental engineering. 2015, vol. 50, iss. 3, pp 225–242.
 13. Yoade A.O., Adeyemi O.O. and Adeyemi B.A. *An assessment of housing and neighbourhood quality condition in Ilesa, Nigeria*. *Analele Universităţii din Oradea, Seria Geografie, Year XXV*. 2015, no. 2, pp. 242–252.

Рецензент: Шматков Г. Г. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 04.06.2017 р. Прийнята до друку: 14.06.2017 р.

УДК 69:627.52:502.11

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЕКОСИСТЕМ У БІОСФЕРОСУМІСНОМУ БУДІВНИЦТВІ

ЧЕРНИШЕВ Д. О., к. т. н., доц.

Кафедра водопостачання та водовідведення, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, Київ, 03037, Україна, тел. (044) 241-55-78, ORCID ID: 0000-0002-1946-9242

Анотація. Постановка проблеми. Стаття присвячена розв'язанню актуального науково-прикладного проблемного питання – пошуку організаційно-технологічних рішень біосферосумісного будівництва на прикладі інженерного захисту територій морського та річкового узбережжя в Україні.

Захист берегів від розмиву і пов'язаного з ним зсувного руйнування берегових територій – найгостріша соціально-економічна та екологічна проблема, що стримує освоєння рекреаційних та інших ресурсів прибережної смуги.

Основні причини недосконалості діяльності в галузі захисту прибережних територій такі: здійснення робіт щодо захисту морського та річкового узбережжя без достатнього наукового обґрунтування; недостатнє врахування закономірностей природних процесів у прибережній смузі моря, водосховищ та річок під час формування складу проектних рішень; некомплексність ведення робіт та незавершеність формування берегозахисних та берегорегулювальних споруд у локальні комплекси, що повністю охоплюють берегові природні системи, в яких існує високий рівень взаємозв'язків природних процесів, що не забезпечувало їх проектну ефективність.

Для розгляду геодинамічних процесів із мінливими в часі вірогідними змінами станів (для вирішення питання стабілізації ділянки зсувонебезпечної території зі складним рельєфом) використано програмні комплекси. В основу розрахунку цих програмних комплексів покладено метод скінченних елементів. Цей метод орієнтований на дослідження ортогональних функціональних базисів у просторах функцій з обмеженою енергією, що відповідає фізичності одержуваних результатів, з одного боку, і сприяє появі спеціального виразу, що описує геологічні явища на кінцевому проміжку часу, з іншого.

Ключові слова: технологічні процеси; біосферосумісність; організаційно-технологічні рішення; будівельне виробництво

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЕКОСИСТЕМ В БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЧЕРНЫШЕВ Д. А., к. т. н., доц.

Кафедра водоснабжения и водоотведения, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, Киев, 03037, Украина, тел. (044) 241-55-78, ORCID ID: 0000-0002-1946-9242

Аннотация. Постановка проблем. Статья посвящена решению актуальной научно-прикладной проблемы – поиску организационно-технологических решений биосферосовместимого строительства на примере инженерной защиты территорий морского и речного побережья Украины.

Защита берегов от размыва и связанного с ним оползневого разрушения береговых территорий – острая социально-экономическая и экологическая проблема, сдерживающая освоение рекреационных и прочих ресурсов прибрежной полосы.

Основными причинами несовершенства деятельности в области защиты прибрежных территорий являются: осуществление работ по защите морского и речного побережья без достаточного научного обоснования; недостаточный учет закономерностей природных процессов в прибрежной полосе моря, водохранилищ и рек при формировании состава проектных решений; некомплектность ведения работ и незавершенность формирования берегозащитных и берегорегулирующих сооружений в локальные комплексы, полностью охватывающие береговые природные системы, в которых существует высокий уровень взаимосвязей природных процессов, что не обеспечивает их проектную эффективность.

При рассмотрении геодинамических процессов с изменяющимися во времени вероятными параметрами состояний (для решения задачи по стабилизации участка оползнеопасной территории со сложным рельефом) использованы программные комплексы. В основу расчетов этих программных комплексов положен метод конечных элементов. Этот метод ориентирован на исследование ортогональных функциональных базисов в пространствах функций с ограниченной энергией, соответствующей физическому состоянию получаемых результатов, с одной стороны, и способствует появлению специального выражения, которое описывает геологические явления на заданном промежутке времени, с другой.

Ключевые слова: технологические процессы; биосферосовместимость; организационно-технологические решения; строительное производство

RATIONALE FOR TECHNOLOGICAL POSSIBILITIES OF ECO-SYSTEMS IN BIOSPHERE COMPATIBILITY CONSTRUCTION

CHERNYSHEV D. O., *Cand. Sc. (Tech.), Ass. Prof.*

Department of Water Supply and Drainage, SHHE «Kyiv National University of Construction and Architecture», Povitroflottskui ave., 31, Kyiv, 03037, Ukraine, tel. (044) 241-55-78, ORCID ID: 0000-0002-1946-9242

Summary. Purpose. The article is devoted to the solution of the actual scientific and applied problem issue – the search for organizational and technological solutions for biosferous construction on the example of engineering protection of marine and river coastal areas in Ukraine.

Protecting banks from erosion and associated with landslide destruction of coastal areas is the most acute socio-economic and environmental problem that constrains the development of recreational and other resources of the coastal zone.

The main causes of imperfect activities in the field of coastal areas protection are: the implementation of works on the protection of marine and river coast without sufficient scientific justification; Insufficient account of the laws of natural processes in the coastal zone of the sea, reservoirs and rivers during the formation of the design decisions; Incompleteness of work and incompleteness of the formation of coastal protection and coastal regulating structures in local complexes that fully cover coastal natural systems, in which there is a high level of interconnections of natural processes that did not ensure their project effectiveness.

When considering the geodynamic processes with time-varying probable changes of states (to solve the problem of stabilization of the site of a landslide area with complex relief), software complexes were used. The basis of the calculation of these software systems is a finite element method. This method is oriented to the study of orthogonal functional bases in the space of functions with limited energy, which corresponds to the physics of the results obtained on the one hand and contributes to the emergence of a special expression that describes the geological phenomena in the finite period of time.

Keywords: *technological processes; biosphere compatibility; organizational and technological solutions; construction production*

Вступ. Морське узбережжя Чорного і Азовського морів займає значну частину південного кордону України. Воно охоплює п'ять адміністративних одиниць - Донецьку, Запорізьку, Херсонську, Миколаївську та Одеську області, а також Автономну Республіку Крим. Загальна довжина берегової лінії перевищує 3 000 км. Окрім цього значну частину території займають береги штучних морів - Київського, Канівського, Кременчуцького, Дніпродзержинського, Каховського водосховищ.

Один з основних природних факторів, що формують берегову зону, - це дія хвиль. Результатом такого впливу є абразія берегів (механічне руйнування берегів у результаті дії хвиль і прибою), що спричинює поширення небезпечних геологічних процесів уздовж усього узбережжя. Слід додати значний вплив наносів і виносів сезонними течіями, що викликає тотальне зменшення пляжів і, таким чином, підсилює дію хвиль на стабільність прибережних територій. Таким чином, понад 100 га землі втрачається для різного використання щороку. Це зумовлює зменшення територій для містобудування і

розвитку туризму, має згубний вплив на берегову екосистему.

Аналіз вітчизняних та закордонних літературних джерел показує, що на сучасному етапі розвитку науки і техніки недостатньо мати лише кількісну оцінку процесу деформування (напружено-деформованого стану) ґрунтового масиву, а треба ще мати якісний прогноз розвитку небезпечних геодинамічних процесів. Крім цього, особливу увагу слід приділяти застосуванню екологічних систем інженерного захисту прибережних територій шляхом використання конструкцій та превентивних заходів із забезпечення стабільності узбережжя.

Аналіз останніх джерел досліджень і публікацій. Останнім часом з'явилися спроби, в яких фігурує нове поняття – «біосферосумісність будівництва». Автори науково-технічних розробок і реальних проектів, а саме О. А. Тугай [1], Д. А. Крамер [2], Д. Б. Одлис [3], Т. Ю. Бистрова [4], О. В. Демідова [5], В. В. Савйовський [6], І. П. Бойко [7] та інші під біосферосумісністю розуміють локальне ліквідування наслідків попередніх забруднень з одночасною зміною

призначення об'єктів – реконструкцію або глибоку модернізацію наявних об'єктів промислового та цивільного призначення, міської забудови.

На відміну від підходу до ліквідування наслідків попередніх забруднень з одночасною зміною призначення об'єктів, у даному дослідженні під застосуванням принципів біосферосумісного будівництва розуміється цілеспрямоване оздоровлення будівельного виробництва, що виключає причини його негативного впливу на навколишнє середовище в проектах інженерного захисту прибережних територій та ґрунтується на використанні екологічних систем інженерного захисту із застосуванням природних матеріалів та врахуванні закономірностей природних процесів у прибережній смузі для формування складу проектних рішень.

У таких умовах особливої актуальності набувають інноваційні механізми управління будівельними проектами та програмами, які базуються на модернізації інвестиційно-будівельного циклу та системи організації будівництва на принципах біосферної сумісності.

Мета статті - розроблення інноваційної платформи застосування екосистем інженерного захисту територій морського та річкового узбережжя (як взаємодії конструкцій захисту від дії геодинамічних процесів із ґрунтовим масивом) на принципах біосферосумісності.

Досягнення цієї мети потребує пошуку організаційно-технологічного рішення, що ґрунтується на використанні екологічних систем інженерного захисту з застосуванням природних матеріалів, заглиблених підводних споруд, які гасять енергію хвиль, захищають прибережну смугу та довкілля.

Виклад основного матеріалу. Берегозахисні споруди включаються до комплексу заходів щодо раціонального використання та охорони берегів, які об'єднуються терміном «заходи щодо інженерного захисту берегів і прибережних територій від шкідливої дії вод водосховищ». Реалізація цього комплексу заходів на територіях населених пунктів і

господарських об'єктів належит до «інженерної підготовки території». Вона мінімізує прояви берегового процесу (транзитні течії води і потоки наносів, стоячі хвилі, розмив дна на відмілинах і акумуляцію наносів), або сприяє перетворенню абразійного чи ерозійного берега на аналог денудаційного берега в скельних породах.

Поза межами населених пунктів і господарських об'єктів берегозахисні заходи на водосховищах обмежуються, як правило, адміністративно-організаційними (регулювання режиму використання прибережних територій) і агролісотехнічними (залуження і заліснення прибережних територій, біологічне кріплення схилів і відмілин). Інженерний захист берегів і прибережних територій при цьому виконується лише в особливих випадках (захист цінних лісових і земельних угідь, пам'яток природи, рекреаційних об'єктів тощо).

Зсувні процеси можливо прогнозувати. Для цього необхідні ретельні інженерні, геологічні й гідрологічні дослідження. Для прогнозу виникнення зсувів необхідно враховувати: наявність схилу та достатньої маси порід, яка має тангенціальний напрямок до поверхні.

На сьогодні існує декілька методів прогнозу зсувів:

- довгостроковий (на роки);
- короткостроковий (на місяці, тижні);
- терміновий (на години).

Для здійснення довгострокового прогнозу застосовується метод ритмічності, який базується на врахуванні випадання опадів та інших метеорологічних елементів.

Короткостроковий і терміновий прогнози базуються на використанні геодинамічних вимірів і побудови на їх основі прогнозної моделі зсувного процесу методом регресивного аналізу, при цьому враховується стійкість схилу, яка визначається відношенням сил утримання і сил зсуву.

Більшості потенційних зсувів можна запобігти, якщо своєчасно вжити заходів у початковій стадії їх розвитку.

Так, підвищення урізу води в р. Дніпро у верхніх б'єсах кожного з водосховищ спричинило різке і значне підняття відповідних місцевих базисів ерозії. Утворилась нова берегова лінія загальною протяжністю близько 3,5 тис. км. Третина периметра нового урізу води у водосховищах зазнає активного руйнування денудаційними, особливо абразійними і ерозійними процесами, і потребує захисту [8, с. 203].

Населені пункти і господарські об'єкти, розташовані вздовж берегової лінії водосховищ, після наповнення кожного з них потрапляють у зони активізації негативних процесів і явищ. Ці зони належать до територій з особливим режимом користування. В юридичній і технічній літературі вони отримали назву «зон заборони чи обмеження нового капітального будівництва», «зон виносу будівель і обов'язкового переселення населення». Користування такими територіями можливе лише за умови усунення або обмеження несприятливих процесів у береговій зоні водосховищ чи планового управління ними. Особливо актуальні ці питання в межах населених пунктів [9, с. 26].

Берегові зони водосховищ у межах міст захищають від шкідливої дії вод (затоплення, підтоплення, руйнування прибережних земель). Найбільш капітальні (а, отже, і найдорожчі) берегозахисні споруди – укріплення типу вертикальних укісних і ступінчастих набережних, причальних і підпірних стінок, дамб обвалування з дренажами тощо.

Сучасний рівень розгляду таких проблем передбачає комп'ютерне моделювання процесів взаємодії у системі «основа – конструкції інженерного захисту» узбережжя морів та берегів річок. Значні успіхи, досягнуті останнім часом в гідродинаміці, пов'язані в першу чергу у розвитку методів математичного моделювання. Сучасне математичне моделювання кожного фізичного процесу передбачає виконання кількох завдань:

1) формулювання математичної моделі конкретного фізичного процесу (або групи процесів);

2) формулювання алгоритму виконання цього завдання;

3) відображення числового алгоритму на архітектуру обчислювальної системи, що використовується для розрахунків.

Усі зазначені завдання тісно пов'язані між собою. Перш ніж досліджувати математичними методами будь-які природні процеси, необхідно виділити основні принципи і визначальні моменти, які дозволяють досить задовільно і просто описати в кількісному і якісному відношеннях їх перебіг, тобто створити модель. Дійсна будова ґрунтової основи набагато складніша, ніж прості об'єкти, доступні для дослідження методами сучасної теорії. Гідродинамічні явища описуються рівняннями, заснованими на законах збереження маси і кількості руху, рівняннями стану та законами термодинаміки. Всі ці рівняння є наближеними.

Розв'язання низки задач для випадкових процесів будь-якого виду надто складне. Розглядаючи геодинамічні процеси з мінливими в часі вірогідними змінами станів, можна вказати конкретний метод дослідження – прямий динамічний метод. Він орієнтований на дослідження ортогональних функціональних базисів у просторах функцій з обмеженою енергією, що відповідає фізичності одержуваних результатів, з одного боку, і сприяє появі спеціального виразу, що описує геологічні явища на кінцевому проміжку часу.

Природа одержуваних співвідношень така, що як носії інформації про процеси використовуються матричні зображення лінійних операторів. У цих випадках стає можливим залучення процедур числового моделювання, що допускають реалізацію на рівні сучасних комп'ютерних програм. Особливий інтерес викликає ряд обставин, пов'язаний з ослабленням часових залежностей моделей, які в області операторних зображень зводяться до параметричних зв'язків. Таким чином

досягається не тільки можливість розв'язання задач з більш великого класу, а й можливість накопичення інформації, що особливо важливо для геологічних додатків.

Для розв'язання задачі зі стабілізації ділянки зсувонебезпечної території зі складним рельєфом використано програмні комплекси. В основу розрахунку цих програмних комплексів покладено метод скінченних елементів. Усі розрахунки виконано в плоскій постановці.

Для виконання числового моделювання в плоскій постановці дуже важливе коректне введення жорсткості ряду паль підпірної стіни, оскільки програма не враховує наявність паль та проміжки між ними, а сприймає конструкцію підпірної стіни як суцільну.

Жорсткість кожного ряду паль зведена до жорсткості суцільної залізобетонної конструкції прямокутного перерізу з постійною зведеною шириною b^* . Зведена на 1 п. м. підпірної стінки площа паль складає:

$$A^* = A / k ,$$

де: A – площа однієї палі, k – крок паль у ряду.

Зведений модуль деформації ґрунто-бетонного масиву:

$$E^* = \frac{E \cdot \pi \cdot d}{\sqrt{12} \cdot k} . \quad (1)$$

Тут: E – модуль деформації бетону, d – діаметр палі.

Вираз для визначення зведеного модуля ґрунто-бетонного масиву визначено за умови, що модуль деформації ґрунту, в якому розташовані палі, дорівнює 0. Тобто у зв'язку з відносно незначним значенням модуля деформації ґрунту, порівняно з модулем бетону, його значення нехтується в запас міцності. З урахуванням значення зведеного модуля деформації та зведеної площі, після всіх математичних перетворень зведена ширина перерізу $b^* = \sqrt[3]{3/4 \cdot d}$.

Звідси зведена жорсткість на згин, що вводиться у програмний комплекс, складає:

$$EI = \frac{E^* \cdot b^{*3}}{12} , \quad (2)$$

та зведена жорсткість на осьовий стиск:

$$EA = E^* \cdot b^* \cdot l . \quad (3)$$

Для отримання коректних результатів розрахунку підпірних стін обов'язково враховувати поетапність зведення споруди.

Система передбачає можливість виокремлення окремих інженерно-геологічних елементів (ІГЕ) за даними інженерно-геологічних вишукувань майданчика. Ця система орієнтована на автоматичне визначення змінного модуля пружності на кожній стадії зведення. У відповідності з цією моделлю по всьому масиву обчислюються значення нормальних та дотичних напружень.

За допомогою цього розрахункового комплексу реалізовано розрахунок стійкості схилу при зміні характеристик окремих шарів ґрунту, у зв'язку з накопиченням вологи, що викликає зміни міцнісних та деформативних характеристик ґрунту. Нижче наведено скінченноелементну модель (СЕМ) схилу (рис.1).

Розрахунки стійкості схилу проводились у сім етапів. Подібний розрахунок можливий завдяки реалізованому поетапному навантаженню чи розвантаженню, монтажу та демонтажу елементів схеми. Тобто реалізовано моделювання нелінійних навантажень.

У постановці були змодельовані етапи. Перший етап – моделювання СЕМ схилу та визначення напружено-деформованого стану ґрунтового масиву.

На другому та третьому етапах змодельоване поступове погіршення фізико-механічних характеристик унаслідок підвищення рівня ґрунтових вод. Перед початком цього етапу необхідно обнулити переміщення, визначені на попередньому етапі.

Потім протягом четвертого – шостого етапів відбувається встановлення габіонних матраців.

На сьомому етапі встановлюються габіони на рівні ІГЕ-3 з метою припинення подальшого руйнування вапняку.

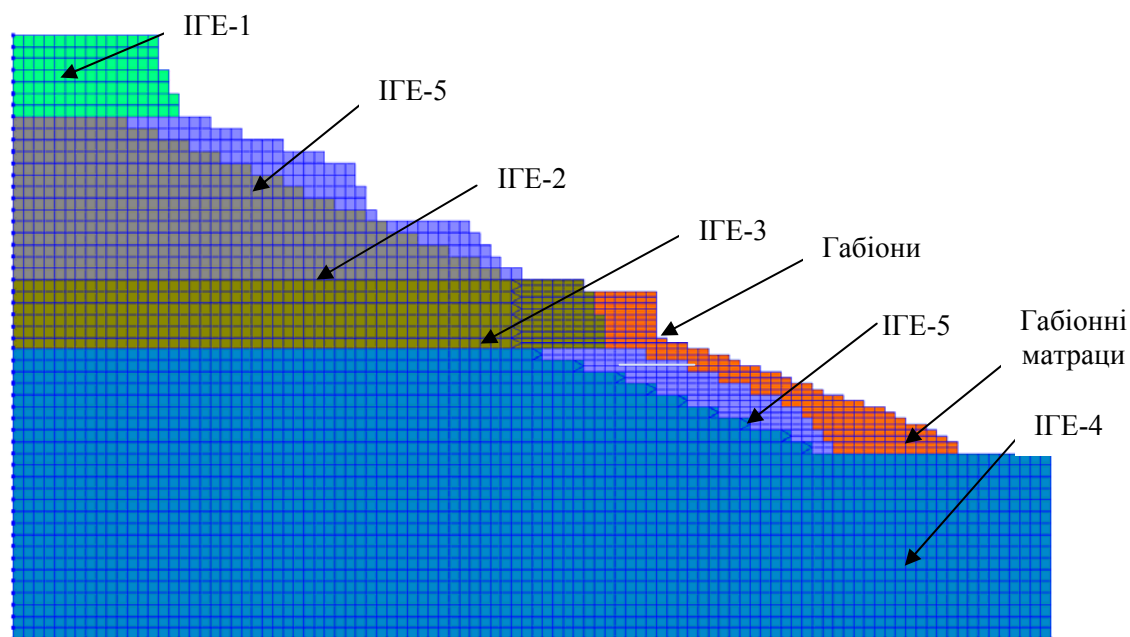


Рис. 1. Скінченноелементна модель (СЕМ) схилу

Укріплення берегової зони розроблене з урахуванням властивостей такого типу відкосів, а саме – берегові відкоси можна умовно поділити на три частини – підводна зона, зона змінного режиму та незатоплювана зона. Наявність

цих зон зумовлює використання різних матеріалів та методів укріплення узбережжя. Нижче наведено схеми, де видно поступове укріплення схилу за допомогою габіонних матраців та подальше укріплення схилу вже безпосередньо габіонами (див. рис. 2).

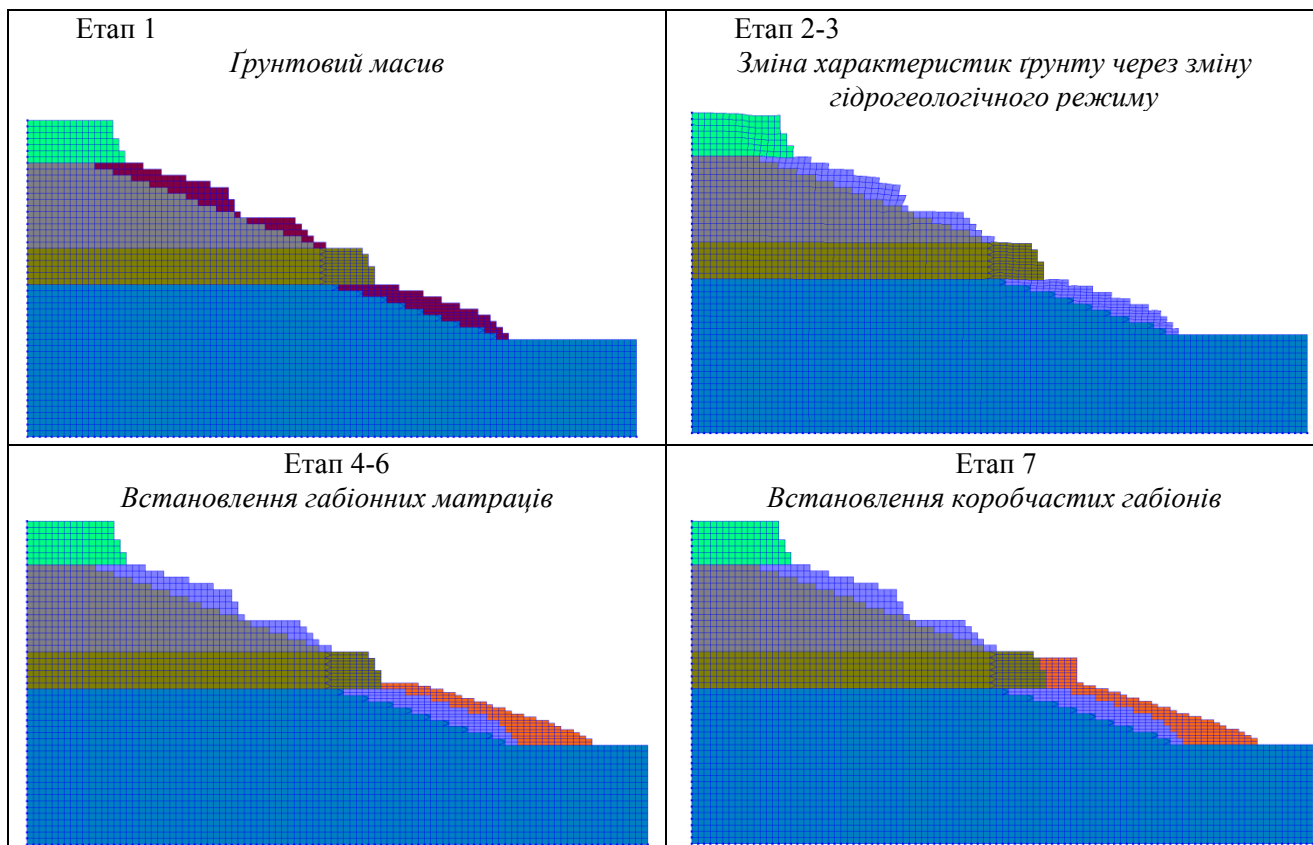


Рис. 2. Етапи розрахунку стійкості схилу

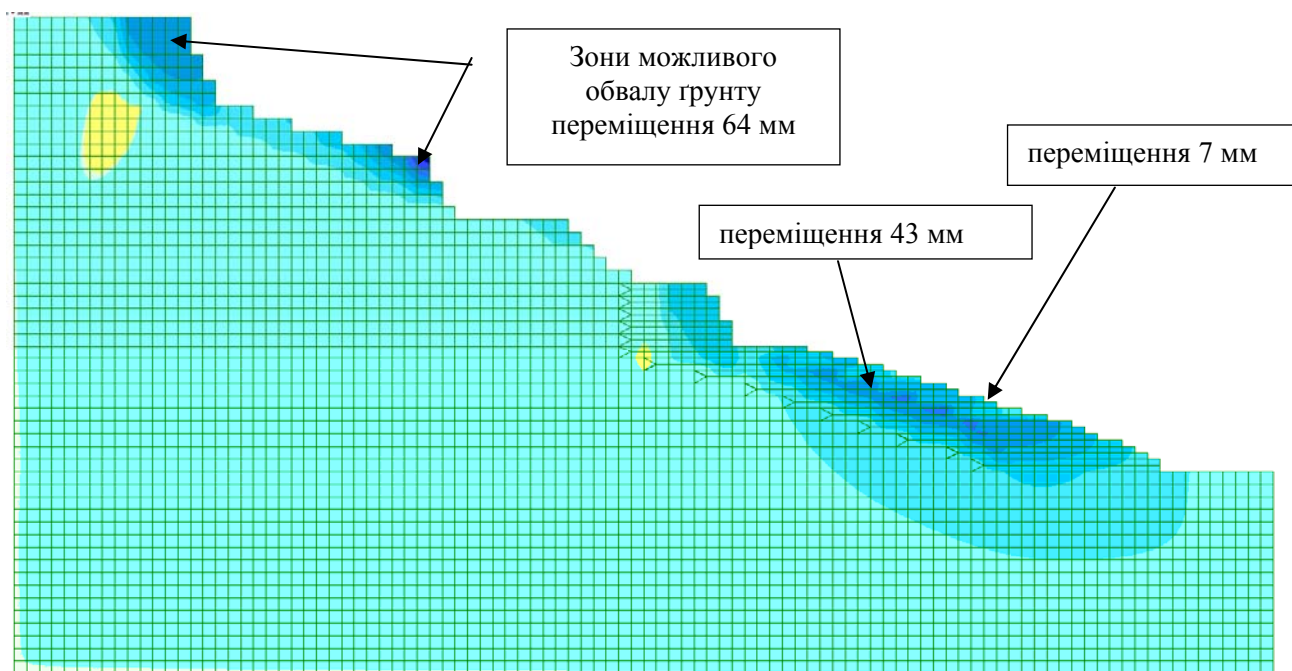


Рис. 3. Вертикальні переміщення схилу на етапі влаштування габійонних матраців

Для укріплення підводної та зони змінного режиму використано габійонні матраци, так звані матраци «Рено» з ПВХ покриттям – полівінілхлорид захищає від корозії та наділений стійкими характеристиками щодо агресивного середовища. Форма та конструкція цих матраців дозволяють покривати великі похилі поверхні, повторюючи рельєф. На незатоплюваній зоні, згідно з розрахунками та даними геологічних вишукувань, відбуваються процеси руйнування та обвалу ґрунту (див. рис. 3), тому необхідно закріпити верхню частину схилу.

Схил вище рівня води згідно з проектом закріплено габійонами коробчастої форми. Закріплення виконано в зоні обвалу вапняку (див. рис. 1). Вище по схилу закріплення не передбачені, тому що враховано те, що закріплення нижньої частини схилу дасть змогу зупинити руйнування берегової лінії та подальший обвал верхніх шарів ґрунту.

Габійони являють собою конструкцію з металевої сітки подвійного кручення, яку заповнюють будь-яким кам'яним матеріалом, за умови, що його вага та характеристики відповідають статичним і функціональним вимогам споруди. Звичайно як заповнювач використовують

крупний щебінь, гальку або кар'єрний камінь. За розміром заповнювач повинен бути більше чарунки сітки, щоб він не випадав з габійона. При цьому великі камені розміщують по краях, а середину заповнюють більш дрібними. Простір між каменями засипають ґрунтом, що виконує функцію сполучного матеріалу.

Підпірні стіни з габійонів можуть бути масивного обрису (гравітаційні стіни) і тонкого обрису (напівгравітаційні стіни). Вони можуть бути низькі: $<1,5$, високі: $>1,5$, де H - видима висота стіни, м; b - ефективна ширина. Лицьова грань таких стін може влаштовуватися: східчастою (вертикальною або розташованою під кутом до вертикалі) або гладкою (вертикальною або похилою).

Габійони в основному застосовуються для зведення підпірних стінок, зміцнення насипів автомобільних і залізних доріг, річкового і морського берегоукріплення, ландшафтних робіт, стабілізації ґрунтової ерозії та консервації ґрунту. Завдяки дуже хорошим гідравлічним характеристикам вони застосовуються для берегоукріплення річок, в конструкції водозливних дамб і гребель. Габійони з покриттям із ПВХ використовуються для захисту морських берегів.

Із часом габійні споруди зливаються з навколишнім середовищем і стають частиною природного ландшафту. Вони набувають максимальної міцності і стійкості за рахунок природних процесів, оскільки із часом відбувається акумуляція частинок ґрунту між каменями, що сприяє утворенню рослинності на поверхні габійнів. Найбільш швидким зростання рослин стає за наявності горизонтальних терас між кожним ярусом габійнів. Завдяки пористій структурі габійнів досягається висока проникність габійних споруд для води і повітря.

Застосування для захисту берегів габійнів у комбінації з біологічним закріпленням (утворення рослинності на поверхні габійнів) найбільш повно відповідає вимогам відтворення і збереження екосистем природних берегів і не порушує естетичної цінності берегових ландшафтів. За таких умов інженерні системи берегозахисту, створені на принципах біосферосумісного будівництва, виступають не лише як абіотичні фактори водних і прилеглих до них берегових екосистем, вони самі теж формуються у вигляді біотичного фактора – берегового біоценозу.

Висновки. Для збереження берегової лінії необхідно розробити програму екологічних систем інженерного захисту узбережжя природних і штучних морів, водосховищ та річок. До раціональних утримувальних конструкцій схилів (берегової лінії) слід відносити габійони.

З метою підвищення надійності роботи екосистем захисту берегів і річок подальші дослідження слід орієнтувати на отримання інформації про напружено-деформований стан ґрунтового масиву за дії геодинамічних процесів та технологічних впливів, яке може здійснюватися шляхом числового моделювання таких систем із використанням сучасних розрахунково-програмних комплексів.

Це, у свою чергу, забезпечить упровадження міжнародного стандарту версії ISO 14001:2015 на основі структурованих і саморегульованих процесів системи екологічного менеджменту та сприятиме забезпеченню попередження негативних наслідків техногенного впливу на навколишнє середовище.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Тугай О. А. Передумови вдосконалення організаційно-технологічних рішень ревіталізації технологічних процесів будівельного виробництва / О. А. Тугай, А. О. Осипова // Управління розвитком складних систем / Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури. – Київ, 2017. – Вип. 30. – С. 200–204.
2. Крамер Д. А. Европейский опыт ревитализации малых рек / Д. А. Крамер, М. Неруда, И. О. Тихонова // Научный диалог. – 2012. – № 2. – С. 112–128.
3. Быстрова Т. Ю. Парк Эмшер: принципы и приемы реабилитации промышленных территорий / Т. Ю. Быстрова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2014. – № 2. – С. 9–14.
4. Быстрова Т. Ю. Реабилитация промышленных территорий городов: теоретические предпосылки, проектные направления (Часть 1) / Т. Ю. Быстрова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2013. – № 3. – С. 21–24.
5. Демидова Е. В. Реабилитация промышленных территорий как части городского пространства / Е. В. Демидова // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2013. – № 1. – С. 8–13.
6. Савйовський В. В. Ревіталізація – екологічна реконструкція міської забудови / В. В. Савйовський, А. П. Броневицький, О. Г. Каржинерова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2014. – № 8. – С. 47–52. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vrabria_2014_8_10.
7. Бойко І. П. Аналіз причин зсувних процесів та розробка інженерних захисних заходів з їх стабілізації / Бойко І. П., Арешкович О. О. // Будівельні конструкції : міжвідом. наук.-техн. зб. / Держ. н.-д. ін-т буд. конструкцій. – Київ, 2004. – Вип. 61, т. 2 : Механіка ґрунтів, геотехніка, фундаментобудування. – С. 279–282.
8. Дубняк С. С. Динаміка вод як абіотичний фактор функціонування прибережних зон дніпровських водоймищ та засіб управління їх станом / Дубняк С. С., Коробка А. А. // Другий з'їзд Гідроекологічного товариства України, Київ, 27-31 жовтня 1997 р. : тези доп. – Київ, 1997. – Т. 2. – С. 202–203.
9. Дубняк С. С. Методологія дослідження структурно-функціональних особливостей рівнинних водосховищ /

Дубняк С. С. // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія : період. наук. зб. / Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Укр. геогр. т-во. – Київ, 2006. – Т. 10. – С. 20–35.

10. Захист від небезпечних геологічних процесів. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. Основні положення : ДБН В.І.І-3-97 / Держбуд України. – Вид. офіц. – Київ, 1998. – 40 с.

REFERENCES

1. Tuhai O.A. and Osipova A.O. *Peredumovy vdoskonalennia orhanizatsiino-tekhnologichnykh rishen revitalizatsii tekhnologichnykh protsesiv budivelnogo vyrobnytstva* [Preconditions of organizational and technological solutions improvement for the technological processes revitalization of building production]. *Upravlinnia rozvytkom skladnykh system* [Management of complex systems development]. Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitektury [Kyiv National University of Construction and Architecture]. Kyiv, 2017, iss. 30, pp. 200–204. (in Ukrainian).
2. Kramer D.A., Neruda M. and Tixonova I.O. *Evropejskij opyt revitalizatsii malyx rek* [European experience of small rivers revitalization]. *Nauchnyj dialog* [Scientific conversation]. 2012, no. 2, pp. 112–128. (in Russian).
3. Bystrova T.Yu. *Park Emsher: principy i priemy rehabilitatsii promyshlennykh territorij* [Park Emscher: principles and methods of rehabilitation of industrial territories]. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin of Ural Research and Design Institute of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. 2014, no. 2, pp. 9–14. (in Russian).
4. Bystrova T.Yu. *Rehabilitatsiya promyshlennykh territorij gorodov: teoreticheskie predposylki, proektnye napravleniya (Chast' 1)* [Rehabilitation of industrial areas of cities: theoretical background, design directions (Chapter 1)]. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin of Ural Research and Design Institute of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. 2013, no. 3, pp. 21–24. (in Russian).
5. Demidova E.V. *Rehabilitatsiya promyshlennykh territorij kak chasti gorodskogo prostranstva* [Rehabilitation of industrial territories as part of urban space]. *Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN* [Academic Bulletin of Ural Research and Design Institute of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences]. 2013, no. 1, pp. 8–13. (in Russian).
6. Saviovskiy V.V. Bronevitskiy A.P. and Karzhinerova O.H. *Revitalizatsiia – ekolohichna rekonstruktsiia miskoi zabudovy* [Revitalization - ecological reconstruction of urban development]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2014, no. 8, pp. 47–52. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vpabia_2014_8_10. (in Ukrainian).
7. Boiko I.P. and Areshkovich O.O. *Analiz prychnyn zsvnykh protsesiv ta rozrobka inzhenernykh zakhysnykh zakhodiv z ikh stabilizatsii* [Analysis of the causes of landslide processes and the development of engineering protective measures for their stabilization]. *Budivelni konstruktсии* [Building structures]. Derzh. n.-d. in-t bud. konstruktсии [State Scientific-Research Institute of Building Structures]. Kyiv, 2004, iss. 61, vol. 2, pp. 279–282. (in Ukrainian).
8. Dubniak S.S. and Korobka A.A. *Dynamika vod yak abiotychnyi faktor funktsionuvannia pryberozhnykh zon dniprovskykh vodoimyshech ta zasib upravlinnia ikh stanom* [Water dynamics as an abiotic factor for the functioning of the coastal zones of the Dnieper reservoirs and a means of controlling their condition]. *Druhyyi zizd Hidroekologichnoho tovarystva Ukrainy* [The Second Congress of the Hydroecological Society of Ukraine]. Kyiv, vol. 2, pp. 202–203. (in Ukrainian).
9. Dubniak S.S. *Metodologiya doslidzhennia strukturno-funktsionalnykh osoblyvostei rivnynykh vodokhovyshch* [Methodology of structural-functional features research of plain water basins]. *Hidrologiya, hidrokimiia i hidroekolohiia* [Hydrology, hydrochemistry and hydroecology]. Kyiv. nats. un-t im. T. Shevchenka, Ukr. heohr. t-vo [Kyiv National University n. a. T. Shevchenko, Ukrainian Geography Society]. Kyiv, 2006, vol. 10, pp. 20–35. (in Ukrainian).
10. *Zakhyst vid nebezpechnykh heologichnykh protsesiv. Inzhenerniu zakhyst terytorii, budynkiv i sporud vid zsuviv ta obvaliv. Osnovni polozhennia: DBN V.I.I-3-97* [Protection from dangerous geological processes. Engineering protection of lands, buildings and structures from landslides and avalanches. Main provisions: the State Building Codes V.I.I-3-97]. Derzhbud Ukrainy [State Construction of Ukraine]. Kyiv, 1998, 40 p. (in Ukrainian).

Рецензент: Кравчуновська Т. С. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 12.06.2017 р. Прийнята до друку: 17.06.2017 р.

УДК 711.433-168(477)

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПЕРЕОСВОЄННЯ ТЕРИТОРІЙ ВЕЛИКИХ МІСТ

КОВАЛЬОВ В. В.^{1*}, к. т. н., доц.

^{1*} Кафедра проектування і будівництва доріг, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Академіка В. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010, Україна, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

Анотація. Постановка проблеми. Під час планування подальшого розвитку великих міст однозначний вибір робиться на користь принципу поступової консолідації та розвитку на основі існуючих умов; пріоритетами при цьому стають «заповнювальна» забудова, а також трансформація існуючих занедбаних територій «браунфілд» та їх повторне використання. **Мета статті** - аналіз чинників, які зумовлюють необхідність реконструкції міського середовища, та виявлення можливих напрямків такої реконструкції на прикладі промислових територій великих міст. **Висновок.** Враховуючи сучасні тенденції до поліфункціоналізації міських територій, на основі системного підходу до оцінювання умов розміщення промислових підприємств, визначення результативності їх функціонування та розрахунку ефективності використання території має прийматись рішення щодо доцільності функціонального переосвоєння таких територій.

Ключові слова: реконструкція; промислове підприємство; браунфілд; поліфункціоналізація; ефективне використання території

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПЕРЕОСВОЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ КРУПНЫХ ГОРОДОВ

КОВАЛЕВ В. В.^{1*}, к. т. н., доц.

^{1*} Кафедра проектирования и строительства дорог, Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта имени академика В. Лазаряна, ул. Академика В. Лазаряна, 2, Днепро, 49010, Украина, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

Аннотация. Постановка проблемы. При планировании дальнейшего развития крупных городов однозначный выбор делается в пользу принципа постепенной консолидации и развития на основе существующих условий; приоритетами при этом становятся «заполняющая» застройка, а также трансформация существующих заброшенных территорий «браунфилд» и их повторное использование. **Цель статьи** - анализ причин, обуславливающих необходимость реконструкции городской среды, и выявление возможных направлений такой реконструкции на примере промышленных территорий крупных городов. **Вывод.** Учитывая современные тенденции к полифункционализации городских территорий, на основе системного подхода к оценке условий размещения промышленных предприятий, определения результативности их функционирования и расчета эффективности использования территории должно приниматься решение о целесообразности функционального переосвоения таких территорий.

Ключевые слова: реконструкция; промышленное предприятие; браунфилд; полифункционализация; эффективное использование территории

THE SUBSTANTIATION OF THE FUNCTIONAL TRANSMISSION EXPEDIENCY OF THE BIG CITIES TERRITORIES

KOVALIOV V. V.^{1*}, Cand. Sc. (Tech.), Ass.-prof.

^{1*} Department of design and construction of roads, Dnipropetrovsk national university of railway transport named after academician V. Lazaryan, str. Ac. Lazaryan, 2, Dnipro 49010, Ukraine, phone +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

Abstract. Raising of problem. When planning the further development of big cities, an unequivocal choice is made in favor of the principle of gradual consolidation and development based on existing conditions; priorities in this case are «filling» the building, as well as the transformation of existing abandoned areas of «brownfield» and their reuse. **Purpose of the article.** An analysis of the reasons for the need to reconstruct the urban environment, and the identification of possible directions for such reconstruction using the example of industrial areas of big cities. **Conclusion.** Given the current trends in the polyfunctionalization of urban areas, based on a systematic approach to assessing the conditions for the deployment of industrial enterprises, determining the effectiveness of their operation and calculating the efficiency of the use of the territory, a decision should be made on the expediency of the functional re-development of such territories.

Keywords: reconstruction; industrial enterprise; brownfield; polyfunctionalization; effective use of the territory

Постановка проблеми. Великі міста Дніпро, в новому тисячолітті все більше України, такі як Київ, Харків, Одеса, перетворюються на міста знань, які

визначатимуть у майбутньому розвиток нашого суспільства. Адже деіндустріалізація міських територій, поширення новітніх інформаційно-комунікаційних технологій, розвиток біотехнологій та нематеріальної економічної діяльності створюють нові форми розвитку великих міст.

Історично сформований характер великих міст України дає можливість застосовувати принципи міського планування, засновані на європейських традиціях містобудування, в рамках яких принципи стійкого розвитку поєднуються із сучасним комплексним підходом. Ці принципи спрямовані на формування компактного міста, в якому за рахунок забезпечення ресурсозбереження, підвищення енергоефективності, розвитку біорізноманіття, ширшого впровадження поєднання різних способів переміщення (добровільної і контрольованої мобільності), захисту довкілля буде досягнуто виконання завдань стійкого розвитку, комфортності і високої якості життя [6].

Такий підхід передбачає створення раціональної зони урбанізації, за рахунок чого оптимізується землекористування, структура забудови та існуюча інфраструктура, і в той же час мінімізуються витрати ресурсів, енергоспоживання та забруднення навколишнього середовища.

Під час планування подальшого розвитку великих міст однозначний вибір робиться на користь принципу поступової консолідації та розвитку на основі існуючих умов; пріоритетами при цьому стають «заповнювальна» забудова, а також трансформація існуючих занедбаних територій «браунфілд» та їх повторне використання.

Сенс концепції змішаного використання полягає в тому, щоб урізноманітнити два типи існуючих монофункціональних зон (житлової та індустріальної) за допомогою впровадження нових функцій. В результаті всі зони міста повинні стати зонами змішаного використання.

Існуюча сегрегація функцій не просто застаріла, вона завдає серйозної шкоди екології, гальмує соціально-економічний

розвиток міст і знижує якість та привабливість міського середовища. Концепція змішаного використання має на меті запровадити в монофункціональних зонах цілу низку нових функцій (житлових, індустріальних, торгових, офісних та соціальних) і забезпечити таким чином функціональний баланс проблемних територій, зокрема, деградованих промислово-складських міських територій [9].

Отже, великі міста в стратегічній перспективі бачаться як компактні міста, які прагнуть до певного самообмеження в межах свого розвитку. Це зводиться до пошуків оптимальних меж міст. При цьому мають бути скоординовані землекористування та транспортне планування [2].

Аналіз публікацій. Згідно з [1; 3; 8; 10–16], на загальному тлі спаду виробництва, перепрофілювання та трансформації галузевої приналежності багатьох об'єктів спостерігається тенденція зростання попиту на житло. При цьому подальший розвиток великих міст України має відбуватись без розширення їх адміністративних меж, без експансії земель сільськогосподарського призначення, за рахунок освоєння незначної кількості вільних земельних ділянок та переважно за рахунок реконструкції міських територій і ущільнення існуючої забудови.

Таким чином, площа міських територій, призначених для зведення об'єктів житлово-цивільного призначення, може бути збільшена за рахунок реконструкції територій збиткових та екофобних промислово-складських підприємств.

Мета статті - аналіз чинників, які зумовлюють необхідність реконструкції міського середовища, та виявлення можливих напрямків такої реконструкції на прикладі промислових територій великих міст.

Результати досліджень. Промисловість України з 2008 року мала тенденцію до зниження обсягів виробництва. Спад промислового виробництва було призупинено лише в 2016 році.

Криза 2008-2009 років спричинила значне скорочення обсягів промислового виробництва в різних галузях промисловості, особливо пов'язаних із будівництвом. За короткостроковим зростанням промислового виробництва у 2010 році знову зафіксовано зменшення обсягів виробництва протягом 2011-2015 років. У 2016 році зафіксовано приріст обсягів промислового виробництва, який, проте, не компенсує кризового спаду.

Протягом останнього десятиліття відбулись значні структурні зміни в промисловому комплексі. У зв'язку зі зміною галузевої структури промисловості та зменшенням обсягів виробництва суттєво зменшилась питома вага машинобудування

та легкої промисловості, збільшилась питома вага таких видів промислової діяльності як виробництво та розподілення електроенергії, газу та води; целюлозно-паперове виробництво; видавнича діяльність; виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів.

Індекси промислової продукції за видами діяльності за 2004-2016 роки наведені в таблиці 1 [5].

Найбільше скорочення обсягів виробництва за ці роки спостерігалось у таких галузях як виробництво неметалевої мінеральної продукції, металевих виробів, оброблення деревини та легка промисловість.

Таблиця 1

Індекси промислової продукції за видами діяльності за 2004-2016 роки

Види діяльності	Роки												
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Промисловість	112,5	103,1	106,2	107,1	95,0	79,4	112,0	108,0	99,5	95,7	89,9	87,0	102,8
Добувна промисловість	104,1	104,4	105,8	108,0	94,7	78,2	112,3	108,8	99,1	95,2	89,3	86,9	102,9
Переробна промисловість	114,6	103,0	106,3	110,5	94,6	73,3	116,2	109,6	98,0	92,7	90,7	87,4	104,3
Виробництво харчових продуктів, напоїв та тютюнових виробів	112,4	113,7	110,0	105,8	98,0	92,5	103,7	102,9	101,0	95,0	102,5	89,3	104,4
Оброблення деревини та виготовлення виробів із деревини, крім меблів	125,5	119,5	113,9	112,9	97,7	85,9	111,0	107,0	100,9	102,7	96,0	88,9	102,0
Виробництво коксу, продуктів нафтоперероблення	103,4	86,6	87,9	103,5	89,0	93,9	102,7	96,4	81,6	89,2	78,7	80,9	108,7
Хімічна та нафтохімічна промисловість	114,4	109,8	103,2	106,3	91,7	75,4	121,5	123,7	96,2	80,7	85,8	84,8	101,1
Металургійне виробництво та виробництво готових металевих виробів	112,0	98,5	108,9	106,9	88,6	71,2	115,2	111,0	96,4	94,7	85,5	83,9	106,8
Машинобудування	128,0	107,1	111,8	118,9	91,9	52,5	141,3	115,9	96,7	86,4	79,4	85,9	102,0
Виробництво та розподілення електроенергії, газу та води	98,9	102,9	106,7	101,3	97,3	87,9	109,7	103,6	102,0	98,9	93,4	88,0	102,5

Серед основних причин, що викликали зменшення обсягів промислового виробництва, можна виокремити:

- глибокі структурні диспропорції – значна частка припадає на матеріало-, енерго- та трудомісткі виробництва;
- збільшення тарифів на енергоресурси;

– відсутність державної фінансової підтримки;

– значні витрати на нововведення та тривалий термін їх окупності;

– скорочення внутрішнього споживання продукції, замовлень та попиту;

- криза банківського сектора (збільшення процентних ставок по кредитах);
 - скорочення експортних поставок;
 - відсутність вільних обігових коштів;
 - низька інноваційна активність підприємств щодо впровадження новітніх технологій, модернізації виробництва і освоєння випуску нової конкурентоспроможної продукції;
 - нерозвиненість інституту трансферу передових наукових розробок у виробництво, відсутність ринку готових до впровадження високотехнологічних конкурентних продуктів – об'єктів бізнесу, недостатність інформаційних ресурсів (доступних банків даних тощо);
 - низький рівень продуктивності праці;
 - відсутність на більшості промислових підприємств стратегічних планів розвитку;
 - низькі темпи оновлення основних виробничих фондів і технологій на більшості промислових підприємств.
- Так, у 2009 році збиткові підприємства складали 40,3 % із загальною сумою збитків

4760,7 млн грн; у 2016 році - 27,2 %, а загальна сума збитків досягла 7 569,6 млн грн [4].

Необхідно відзначити негативну тенденцію погіршення фінансових результатів діяльності підприємств промислового комплексу (табл. 2) [4].

Серед основних негативних чинників, що викликали зменшення внутрішнього споживчого попиту, створили надзвичайно негативні умови для зростання економіки та зумовили погіршення фінансового стану промислових підприємств і зростання їх збитковості, такі:

- складна суспільно-політична та економічна ситуація в країні;
- призупинення впровадження реформ, спрямованих на модернізацію економіки;
- ослаблення інвестиційної та зовнішньоекономічної діяльності;
- прискорення інфляційних процесів через девальвацію гривні й підвищення тарифів на природний газ та електроенергію.

Таблиця 2

Фінансові результати підприємств до оподаткування за видами промислової діяльності за 2009-2016 роки

Показники	Роки							
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Загальний фінансовий результат по промисловості до оподаткування, млн грн	-4760,7	31221,1	58662,3	21353,4	13698,3	-166414,0	-181360,9	-7569,6
Кількість збиткових підприємств, %	40,3	41,3	37,4	37,6	36,7	36,7	27,1	27,2

Аналіз використання територій у промислових утвореннях показав, що значна частина промислових та складських територій забудована і використовується недостатньо ефективно та потребує реконструкції чи реструктуризації відповідно до нових тенденцій, а також із метою зменшення екологічного навантаження на міста.

Для реструктуризації з метою розміщення на вивільнених ділянках об'єктів нового житлового будівництва рекомендуються деградовані промислові території, які, з одного боку, планувально можуть бути включені в селитобні зони міста, а з іншого

боку, ті, що недостатньо ефективно використовуються або розміщені з порушенням санітарно-гігієнічних норм.

Для багатофункціонального використання передбачаються території, що прилягають до магістралей і транспортних вузлів загальноміського значення.

Висновки. Враховуючи сучасні тенденції до поліфункціоналізації міських територій, на основі системного підходу до оцінювання умов розміщення промислових підприємств, визначення результативності їх функціонування та розрахунку ефективності використання території має прийматись рішення щодо доцільності функціонального

переосвоєння таких територій. При цьому як основні напрямки реконструкції промислових територій можуть розглядатись:

– збереження промислового підприємства без зміни його функціонального призначення з

обов'язковим підвищенням ефективності використання території;

– перетворення промислових територій на технопарки або індустріальні парки;

– припинення виробничої діяльності промислового підприємства із використанням вивільнених земельних ділянок під житлову та цивільну забудову.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Броневицький С. П. Розвиток організаційно-технологічних основ будівництва доступного житла з урахуванням містоформуючих особливостей територій великих міст: автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / Броневицький Сергій Петрович ; Придніпр. держ. акад. буд-ва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2016. – 32 с.
2. «Вінниця-2020»: компактне місто із «зеленими зонами» вздовж Бугу // Вінниця. Info. – 2013. – 25 июля. – Режим доступу: www.vinnitsa.info/news/vinnitsya-2020-kompaktne-misto-iz-zelenimi-zonami-vzdovzh-bugu.html. – Назва з екрана. – Перевірено: 10.08.2017.
3. Генеральний план м. Києва. Основні положення / Викон. орган Київ. міс. ради (Київ. міс. держ. адмін.), Ін-т генер. плану м. Києва. – Київ : КМДА, 2015. – 134 с.
4. Фінансові результати підприємств до оподаткування за видами промислової діяльності // Державна служба статистики України. Статистична інформація. Діяльність підприємств. – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua. – Назва з екрана. – Перевірено: 10.08.2017.
5. Індекси промислової продукції за видами діяльності [2000-2016] // Державна служба статистики України. Статистична інформація. Промисловість. – Режим доступу: www.ukrstat.gov.ua. – Назва з екрана. – Перевірено: 10.08.2017.
6. Європейська хартія міст II (Маніфест нової урбаністики) : прийнята 29 травня 2008 р. / Конгрес місцевих та регіональних влад Європи. – 13 с. – Режим доступу: www.slg-coe.org.ua/wp-content/uploads/2015/05/Principle-9.-European-chart.pdf. – Назва з екрана. – Перевірено: 10.08.2017.
7. Компактний город // Википедія. Свободная энциклопедия. – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Компактний_город. – Названіє с екрана. – Проверено: 10.08.2017.
8. Концепція Генплану-2030 // Gorod.dp.ua. Архитектура города. – Режим доступу: <https://gorod.dp.ua/archi/?pageid=874>. – Названіє с екрана. – Проверено: 10.08.2017.
9. Маніфест / Незалежна Асоціація Архітекторів // Незалежна Асоціація Архітекторів. Архітектура, дизайн, урбанізм, ландшафт. – Режим доступу: <https://archcty.pro/manifest/> – Назва з екрана. – Перевірено: 10.08.2017.
10. Плешкановська А. М. Функціонально-планувальна організація використання міських територій / А. М. Плешкановська. – Київ : Інститут Урбаністики, 2005. – 190 с.
11. Стан і проблеми розвитку та використання територій промислових і складських підприємств / Сєдін В. Л., Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П., Ковальов В. В. // Строительство, материаловедение, машиностроение / Приднепр. гос. академия стр-ва и архитектуры. – Днепр, 2017. – Вып. 96 : Стародубовские чтения. – С. 139–144.
12. Савйовський В. В. Ревіталізація – екологічна реконструкція міської забудови / В. В. Савйовський, А. П. Броневицький, А. Г. Каржинерова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ, 2014. – № 8. – С. 47–52.
13. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року : додаток до рішення Київради від 15.12.2011 р. N 824/7060. – // київська міська рада. Офіційний Інтернет-сайт. – Режим доступу: http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/3CF55D4ECB51FCD9C22579B4006DEE04?OpenDocument. – Назва з екрана. – Перевірено: 10.08.2017.
14. Lambeck R. Urban construction project management / R. Lambeck, J. Eschemuller. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 480 p.
15. System of project multicriteria decision synthesis in construction / Vaidotas Šarka, Edmundas K. Zavadskas, Leonas Ustinovičius, Edita Šarkienė & Česlovas Ignatavičius // Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability. – 2008. – Vol. 14, iss. 4. – P. 546–565.
16. Sidney V. Levy. Project management in construction / Sidney V. Levy. – New York : McGraw-Hill, 2006. – 402 p.

REFERENCES

1. Bronevtskyi S.P. *Rozvytok organizatsiino-tehnologichnykh osnov budivnytstva dostupnogo zhytla z urkhuvanniam mistoformuiuchykh osoblyvostei terytorii velykykh mist.* Avtoreferat Diss. [Development of the organizational and technological bases of construction of affordable housing taking into account town-planning design characteristics of the territories of large cities. Author's abstract.]. Dnipropetrovsk, 2016, 32 p. (in Ukrainian).
2. «Vinnytsia-2020»: kompaktne misto iz «zelenymy zonamy» vzdovzh Bugu [«Vinnytsia-2020»: a compact city with «green zones» along the Bug]. Available at: www.vinnitsa.info/news/vinnitsya-2020-kompaktne-misto-iz-zelenimi-zonami-vzdovzh-bugu.html. (Accessed 10 August 2017). (in Ukrainian).
3. *Heneralnyi plan m. Kyiva. Osnovni polozhennia* [General plan of the Kyiv. The main provisions]. *Vykon. organ Kyiv. mis. rady (Kyiv. mis. derzh. admin.), In-t gener. planu m. Kyeva* [Executive department of Kyiv city councils (Kyiv State City Administration), Institute of General Planning of Kyiv city] Kyiv, KMDA, 2015, 134 p. (in Ukrainian).
4. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. *Finansovi rezultaty pidpriemstv do opodakuvannia za vydamy promyslovoi diialnosti* [State Statistics Service of Ukraine. Financial results of enterprises before taxation by types of industrial activity]. Available at: www.ukrstat.gov.ua. (Accessed 10 August 2017). (in Ukrainian).
5. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. *Indeksy promyslovoi produktsii za vydamy diialnosti (2000-2016)* [State Statistics Service of Ukraine. Statistical information. Industry. Indices of industrial output by type of activity (2000-2016)]. Available at: www.ukrstat.gov.ua. (Accessed 10 August 2017). (in Ukrainian).
6. *Yevropeiska khartiia mist II: pryiniata 19 travnia 2008 r* [European charter of cities II: accessed on May 19, 2008]. *Konhres mistsevykh ta rehionalnykh vlad Yevropy* [Congress of city and regional power of Europe]. 13 p. Available at: www.slg-coe.org.ua/wp-content/uploads/2015/05/Principle-9.-European-chart.pdf. (Accessed 10 August 2017). (in Ukrainian).
7. *Kompaktnyy gorod* (Compact city). Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Компактный_город. (Accessed 10 August 2017). (in Russian).
8. *Kontseptsiya Genplana-2030* [Concept of the General plan-2030]. Available at: <https://gorod.dp.ua/archi/?pageid=874>. (Accessed 10 August 2017). (in Russian).
9. *Nezalezhna Asotsiatsiia Arkhitektoriv. Manifest* [Manifesto]. Independent Association of Architects. Available at: <https://archcty.pro/manifest/> (Accessed 10 August 2017). (in Ukrainian).
10. Pleshkanovska A.M. *Funktionalno-planivalna organizatsiia vykorystannia miskykh terytorii* [Functional-planning organization for the use of urban areas]. Kyiv: Instytut Urbanistyky Publ., 2005, 190 p. (in Ukrainian).
11. Siedin V.L., Kravchunovska T.S., Bronevtskyi S.P. and Kovalov V.V. *Stan i problemy rozvytku ta vykorystannia terytorii promyslovykh i skladskykh pidpriemstv* [The state and problems of development and use of territories of industrial and warehouse enterprises]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, materials science, mechanical engineering], 2016, issue 96, pp. 139–144. (in Ukrainian).
12. Saviovskiy V.V., Bronevtskyi A.P. and Karzhynerova A.G. *Revitalizatsiia – ekologichna rekonstruktsiia miskoi zabudovy* [Revitalization – ecological reconstruction of urban development]. *Visnyk Prydnprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydnprovsk state academy of civil engineering and architecture], 2014, issue 8, pp. 47–52. (in Ukrainian).
13. *Stratehiia rozvytku mista Kyiva do 2025 roku: dodatok do rishennia Kyivrady vid 15.12.2011, N 824/7060* [Strategy of development of Kyiv city until 2025: an addition to the decision of the city council of 15.12.2011, N 824/7060]. Kyivska miska rada [Kyiv City Council]. Available at: search.ligazakon.ua/I_doc2.nsf/link1/MR11160A.html. (Accessed 10 August 2017). (in Ukrainian).
14. Lambeck R. and Eschemuller J. *Urban construction project management*. N.Y., McGraw-Hill Publ., 2008. 480 p.
15. Sarka V., Zavadskas E.K., Ustinovicus L., Sarkiene E. and Ignatavicius C. *System of project multicriteria decision synthesis in construction. Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability*, 2008, vol. 14, no. 4, pp. 546–565.
16. Sidney V. Levy. *Project management in construction*. NewYork, McGraw-Hill, 2006, 402 p.

Рецензент: Заяць Є. І., д-р т. н., доц.

Надійшла до редколегії: 15.06.2017 р. Прийнята до друку: 22.06.2017 р.

УДК 666.972.162

АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БЕТОНІВ З ОБ'ЄМНОЮ ГІДРОФОБІЗАЦІЄЮ

ТРОФИМОВА І. А., *асп.*

Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів і конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: innes107@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3962-7420

Анотація. *Постановка проблеми.* Захист бетону за допомогою гідрофобізуючих домішок використовується з 1960–1970-х років, але з підвищенням вимог до довговічності конструкцій, їх корозійної стійкості та появою на ринку нових типів гідрофобізаторів виникає потреба досконало дослідити їх вплив на фізико-хімічні властивості цементного каменю й можливо розширити сферу їх застосування в будівельній промисловості. *Мета статті* - проаналізувати основні тенденції досліджень, пов'язаних з об'ємною гідрофобізацією цементного каменю. *Висновки.* Кремнійорганічні сполуки оптимальні для підвищення експлуатаційних властивостей бетону й можуть бути базовим компонентом у поєднанні з кольматуючою речовиною для отримання комплексних добавок, синергетична дія зумовить поліпшення гідрофобних та економічно ефективних властивостей бетонів. Гідрофобізуючі домішки з кольматуючим ефектом - це домішки останнього покоління, які виготовлені за кордоном та потребують досконалих досліджень їх впливу на цементі українського виробництва та властивості бетонів.

Ключові слова: *гідрофобізуючі домішки; повітровтягування; водонепроникність; морозостійкість; капілярне всмоктування; міцність при стиску*

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БЕТОНОВ С ОБЪЕМНОЙ ГИДРОФОБИЗАЦИЕЙ

ТРОФИМОВА И. А., *асп.*

Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-72, e-mail: inness107@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3962-7420

Аннотация. *Постановка проблемы.* Защита бетона с помощью гидрофобизирующих добавок используется с 1960–1970-х гг., но с повышением требований к долговечности конструкций, их коррозионной стойкости и появлением на рынке новых типов гидрофобизаторов возникает необходимость досконально исследовать их влияние на физико-механические свойства цементного камня и возможно, расширить область их применения в строительной индустрии. *Цель статьи* - проанализировать основные тенденции исследований, связанных с объемной гидрофобизацией цементного камня. *Выводы.* Кремнийорганические соединения являются оптимальными для повышения эксплуатационных свойств бетонных и могут быть базовым компонентом в сочетании с кольматирующим веществом для получения комплексных добавок, синергетическое действие которых приведет к высоким гидрофобным и экономически эффективным свойствам бетонных. Гидрофобизирующие добавки с кольматирующим эффектом являются добавками иностранного производства последнего поколения и требуют доскональных исследований их влияния на цементы украинского производства и свойства бетонных.

Ключевые слова: *гидрофобизирующие добавки; воздухововлечение; водонепроницаемость; морозостойкость; капиллярное всасывание; прочность при сжатии*

ANALYTICAL REVIEW OF RESEARCH PHIZIC-MECHANCAL PROPERTIES OF CONCRETES WITH VOLUME HYDROPHOBIZATION

TROFIMOVA I. A., *graduate student.*

Department of Building Materials Technology, Products and Structures, SHEE «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24^A, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, +38 (0562) 46-93-72, e-mail: inness107@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3962-7420

Annotation. *Formulation of the problem.* Concrete protection with the help of hydrophobical additives has been used since 60–70, but with increasing requirements to the durability of structures, their corrosion resistance and the appearance of new types of hydrophobical additives on the market, it becomes necessary to thoroughly investigate their effect on the physical and mechanical properties of the cement stone and possibly expand the scope of their application in the construction industry. *Goal and tasks.* Analyze the main trends of research related to volumetric

hydrophobization of cement stone, which were obtained in recent years. **Conclusions.** Organic silicon compounds are optimal for improving the basic properties of concrete and can be the basis for a complex of materials, with synergetic action of which will lead to the production of concrete with high hydrophobic and cost effective properties. Hydrophobic additives with colmatating effect are the last generation's foreign-made impurities, and require thorough research on their impact on the cement of Ukrainian production and the properties of concrete.

Keywords: hydrophobic additives; air entrainment; water resistance; frost resistance; capillary suction; compressive strength

Постановка проблеми. Забезпечення довговічності бетонних конструкцій - актуальне завдання. У процесі експлуатації бетон піддається комплексу несприятливих впливів: поперемінному зволоженню – висушуванню, заморожуванню – відтаванню, контакту з корозійноактивними до цементного каменю речовинами. Це викликає до його корозію, що виражається зниженням міцності матеріалу і погіршенням експлуатаційних властивостей виробу. Процеси корозії цементного каменю пов'язані з інтенсивним масопереносом у структурі матеріалу. Чим нижча швидкість масопереносу, тим вища корозійна стійкість цементного каменю.

Існують два способи проникнення води через бетон. Коли бетон піддається гідростатичному тиску на одній поверхні, вода проходить через канали, утворені сполучними тріщинами і порожнинами, на іншу поверхню. Інший спосіб проходження вологи через бетон від вологого боку до сухого - це капілярне всмоктування. Якщо виключити капілярне водопоглинання бетонних матеріалів, можна ліквідувати розвиток напружень від супутніх усадочних деформацій і напружень у структурі бетону, дифузійного переміщення агресивних розчинів у тіло бетону і його корозію, напруженого стану від кристалізації льоду в порах бетону.

Створення, з одного боку, пористих матеріалів, капілярна структура і сприйнятливість до води яких визначені природою гідратаційних процесів, а з іншого – таких, що не поглинають воду і сольові розчини, тобто є сильно гідрофобними, можна вважати актуальним завданням на сьогоднішній день.

Мета статті - проаналізувати основні тенденції досліджень, пов'язаних з об'ємною гідрофобізацією цементного

бетону та її впливом на його основні властивості.

Аналіз літератури. Сучасні гідрофобізуючі домішки за хімічним складом поділяються на луки металів, силікони, отримані сорбцією кремнійорганічних смол на мінеральних носіях, та домішки комплексної дії.

Гідрофобізуючі домішки залежно від ефекту дії класифікують за ступенем зниження водопоглинання бетону у віці 28 днів:

1-ша група – знижують водопоглинання в 5 разів і більше (Аддімент дм² (Sika), Зікагард – 702В – Аквафоб (Sika), олеат натрію).

2-га група – знижують водопоглинання в 2...4,9 разів (Полігідросилоксани 136-41 (колиш. ГКЖ-94) і 136-157м (колиш. ГКЖ-94м), стеарат цинку, стеарат кальцію, Сементол Е (ТКК Словенія).

3-тя група – знижують водопоглинання в 1,4...1,9 разів. До них відносять сірчаноокислі солі пеназолінів ССП, етлсиліконат натрію ГКЖ-10 і метилсиліконат натрію ГКЖ-11 [1].

Гідрофобізуючі домішки також поділяються на активні і неактивні. Неактивні гідрофобні агенти хімічно не взаємодіють з реакційноздатними компонентами цементних матеріалів. Активні гідрофобізуючі домішки вступають у хімічну реакцію за мінералами цементу в присутності води та впливають на структуроутворення продуктів гідратації цементного каменю. Механізм дії неактивних гідрофобізуючих домішок полягає в тому, що вони при контакті з продуктами гідратації цементу осідають у вигляді дрібних крапельок на стінках пор і капілярів, утворюючи гідрофобні покриття. В результаті цього виникає контакт, який має зворотний кут, за якого сили

поверхневого натягу виштовхують воду з пор.

Механізм дії активних гідрофобізуючих домішок, незважаючи на те, що вони відрізняються хімічним складом та походженням, є характерним та спирається на наявність реакційноздатної групи і гідрофобного радикала. При цьому виникає енергетично найбільш вигідний стан системи: гідрофільні групи взаємодіють із гідроксильними іонами, що виділяються в процесі гідролізу мінералів цементного клінкеру, і хемосорбційно зв'язуються з поверхнею цементу, що перебуває в процесі гідратації, а гідрофобні вуглеводневі радикали (ланцюги), звернені до води, внаслідок взаємного відштовхування впливають на формування цементного каменю в бетоні.

Полярно-активні групи гідрофобізуючих речовин мають схильність до асоціації, оскільки між ними існують силові зв'язки. Вуглеводневі ланцюги молекул, навпаки, володіють слабким силовим полем. Таким чином, гідрофобність - це головний показником водопоглинання матеріалу та його здатності змочуватися водою. Відносною характеристикою змочування є значення крайового кута змочування Θ , який утворюється поверхнею краплі рідини з поверхнею матеріалу.

На рисунку показано принцип цієї взаємодії – якщо $\Theta = 0$, поверхня повністю змочується рідиною, $\Theta = 180^\circ$ характеризує повне незмочування. Всі поверхні, у яких $\Theta < 90^\circ$, вважаються гідрофільними, при $\Theta > 90^\circ$ – гідрофобними.

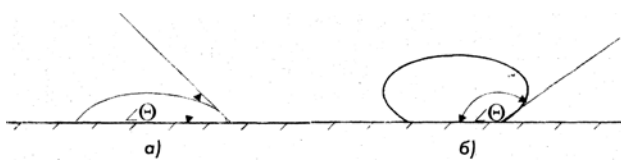


Рис. Схеми взаємодії рідини з поверхнею тіла (частки): а – змочування $\Theta < 90^\circ$; б – незмочування $\Theta > 90^\circ$ Scheme of fluid interaction with the surface of the body (particles)

Інтенсивність процесу корозії цементного каменю визначається швидкістю підведення корозійноактивного розчину в зону реакції і пов'язана з проникністю цементного каменю. Маса корозійно активного розчину,

що проникає в цементний камінь по системі капілярних пор, описується рівнянням:

$$m = K\tau^{1/2}, \text{ або}$$

$$m = \left[\frac{\varepsilon}{\lambda} \cdot r^{1/2} \right] \cdot \left[\rho \cdot \left(\frac{\sigma}{\eta} \right)^{1/2} \right] \cdot \left[\left(\frac{\cos \Theta}{2} \right)^{1/2} \right] \cdot \tau^{1/2},$$

де K – коефіцієнт капілярного водопоглинання; ρ – густина корозійноактивного розчину з поверхневим натягом σ та в'язкістю η ; r – радіус пор матеріалу, ε – їх кривизна; λ – ступінь звивистості; Θ – крайовий кут змочування стінки капіляра проникним розчином.

Аналіз рівняння показує, що гідрофобізація стінок капіляра викликає зростання крайового кута змочування та значно знижує швидкість проникання корозійноактивного розчину до цементного каменю і також підвищує його стійкість до зовнішніх негативних факторів. Виходячи з того, що гідрофобізуючі домішки перешкоджають доступу молекул води до поверхні частинок цементу, це гальмує процеси гідратації і знижує міцності цементного каменю, особливо на початкових етапах твердіння [4].

У цій статті розглянуто праці з досліджень гідрофобізуючих домішок на основі продуктів переробки торфу, кремнійорганічних сполук та сахаридів.

Більшість гідрофобізуючих домішок сприяють повітровтягуванню в тій чи іншій мірі, це тягне за собою зниження міцності на стиск, приблизно на 5% на кожний процент залученого повітря. Ця здатність має сенс для жорстких бетонних сумішей, бо таким чином полегшуються формувальні, зручновкладальні здатності бетонної суміші. Також залучене повітря сприяє зростанню морозостійкості, але при цьому дуже важливу роль відіграє характер пористості.

Негативний чинник більшості гідрофобізуючих домішок - сповільнення процесу гідратації на початковому етапі твердіння. Перелічені проблеми зниження міцності цементного каменю вирішуються декількома способами: введенням піногасильних домішок [2; 3], капсулюванням гідрофобізуючих домішок [4] та виробництвом гранульованих гідрофобних

трегерів, технологічні схеми виготовлення яких наведено у праці [5].

Праці з досліджень цементних бетонів із гідрофобізуючими домішками показують, що вплив цих домішок найбільше позначається на показниках міцності, морозостійкості, водопоглинанні та стираності.

Згідно з висновками наукових публікацій [2; 3], гідрофобні домішки на основі продуктів переробки торфу сприяють значному повітровтягуванню, знижують кінцеву міцність цементного каменю, незважаючи на їх процентний вміст, а використання піногасильних домішок дещо збільшує показник міцності, але він нижчий, ніж у зразках цементного каменю без домішок.

У науковій праці [4] негативний вплив уповільнення гідратації цементного каменю виключено використанням капсульованої гідрофобної домішки, дія якої сприяла зниженню швидкості десорбції гідрофобізатора, регулюванню часу його надходження до твердіючого цементу. Також зазначено, що використанням 3 % капсульованої домішки від маси цементу збільшено клас бетону по водонепроникності з W10 до W16 та мав місце позитивний вплив на міцність, корозійну стійкість, морозостійкість.

Дуже багато досліджень присвячено впливу гідрофобізуючих домішок на дорожні цементобетони та цементогрунти, де використовуються кремнійорганічні сполуки ГКЖ-94, 136-157М [6], ГКЖ-94, АДЕ-3 [7], гіросилоксани [8], ГКЖ-11К, ФЕС-50, ЖГ136-41 [9].

Як відомо, кремнійорганічні сполуки мають дві складові – одна з них являє собою гідрофільні полярні силоксанові ланцюжки з кремнійкисневими зв'язками, які хімічно зв'язуються з ОН-групами та мінеральними складовими цементу; друга – гідрофобні вуглеводневі радикали, зв'язані з кремнієм, які не розчиняються у воді. Ця складова утворює водовідштовхувальний шар, орієнтований у напрямку від поверхні мінеральних частин.

У публікації [6] зазначається, що введення до складу бетону 0,1 % домішок ГКЖ-94, 136-157М у зразках цементобетону підвищує морозостійкість на 30...45 %, водонепроникність у 2,5...3 рази, міцність при стиску на 11...15 %, та зменшує показник стираності на 50...58 %, що зумовлюється впливом домішок на процеси структуроутворення бетону.

Кремнійорганічні домішки теж мають повітровтягувальний ефект, але за введення мінімальної відсоткової кількості до складу бетонної суміші не знижують міцності бетону, а навпаки, збільшують цей показник. У таблиці наведено результати впливу гідрофобних домішок на міцність цементного бетону [7].

У будівельній промисловості дуже активно використовують гідрофобізуючі домішки європейського виробництва, але досліджень за останнє десятиріччя, які б описували результат їх впливу на фізико-хімічні та механічні властивості цементів українського виробництва, немає.

Зарубіжні дослідники використанні домішки КІМ [10] у кількості 1 %, 2 %, 3 % від маси цементу, яка, згідно з результатами досліджень, є домішкою на основі сахаридів комплексної дії, підтверджують процес уповільнення гідратації цементу, але вона не впливає хімічно на цей процес. Також помічено, що присутність гідрофобізуючої домішки знижує температуру гідратації, що, наприклад, дуже позитивно для масивних конструкцій, та сприяють мінімізації розміру замкнутих пор у структурі бетону та їх переходу від капілярної до замкнутої системи пор.

У процесі досліджень виявлено сполуки кальцію, кремнію, які ставали центрами зародження та утворення часток нанорозміру. Ці сполуки діяли як прискорювачі для утворювання та зростання кристалів, які заповнювали пори та тріщини і тим самим зменшували просочування води. Увесь цей процес сприяє зростанню міцності бетону (після 7-ї доби твердіння), його корозійній стійкості, водонепроникненню, довговічності. Можна

стверджувати, що досліджена домішка має гідрофобно-кольматаційні властивості.

Таблиця 1

Порівняння результатів міцності при стиску та розтягуванні при згині зразків із гідрофобізуючими домішками, с. 70 [7]

Показник	Період твердіння, сут	Еталон	ГКЖ-94 (0,1%)	АДЕ-3 (0,1%)
1	2	3	4	5
Міцність при стиску, МПа	7	30,00	32,20	38,60
	14	36,90	38,40	49,60
	28	40,00	42,00	50,30
	90	46,70	49,70	59,90
	180	49,10	51,50	54,70
Міцність на розтяг при згині, МПа	7	3,10	3,42	3,49
	14	3,63	4,05	4,10
	28	4,55	4,90	4,98
	90	5,14	5,62	5,98
	180	5,68	6,10	6,25

Висновки

1. Хімічна основа гідрофобізуючої домішки значно впливає на кінцеві фізико-механічні властивості цементного каменю та бетону.

2. Кремнійорганічні сполуки бачаться оптимальними для підвищення основних властивостей бетону за їх мінімального процентного використання у складі бетонної суміші підвищують морозостійкість на 30...45 %, водонепроникність в 2,5...3 рази, міцність при стиску на 11...15 % і можуть

бути основою для комплексу матеріалів, синергетична дія котрих дозволить отримувати бетони з високими гідрофобними та економічно ефективними властивостями.

3. Гідрофобізуючі домішки з кольматуючим ефектом є домішками іноземного виробництва останнього покоління теж потребують досконалих досліджень їх впливу на цементі українського виробництва та властивості бетонів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Сучасні композиційні будівельно-оздоблювальні матеріали. Модифіковані сухі будівельні суміші та водно-дисперсійні полімерні склади / П. В. Захарченко, Е. М. Долгий, Ю. А. Галаган, О. М. Гавриш. – Київ : КНУБА, 2005. – 512 с.
2. Мисников О. С. Исследование влияния композиционных гидрофобных добавок на основе торфа на свойства портландцемента / Мисников О. С., Иванов В. А. // Труды Инсторфа. – 2015. – № 12(65). – С. 3–11.
3. Несветаев Г. В. Влияние некоторых гидрофобизирующих добавок на изменение прочности цементного камня / Несветаев Г. В., Козлов А. В., Филонов И. А. // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 25. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nekotoryh-gidrofobiziruyuschih-dobavok-na-izmenenie-prochnosti-tsementnogo-kamnya>.
4. Косинов Е. А. Регулирование свойств цемента модифицированной гидрофобизирующей добавкой: автореф. дис...канд. техн. наук :05.17.11 / Косинов Е. А. ; Рос. хим.-технолог. ун-т им. Д.И. Менделеева. – Москва, 2010. – 16 с.
5. Высокоэффективные химические модификаторы для получения заданных свойств/ Ткач Е. В., Рахимов М. А., Рахимова Г. М., Грибова В. С. // Вестник Московского государственного строительного университета. – 2012. – № 3.– С. 126–130.
6. Дорошенко Ю. М. Модифікація цементобетону покриття доріг гідрофобними добавками / Ю. М. Дорошенко, В. П. Сербін, О. Ю. Дорошенко // Будівельні матеріали, виробы та санітарна техніка / Укр. н.-д. і проект.-конструкт. ін-т буд. матеріалів та виробів, Держ. н.-д. ін-т санітар. техніки і обладнання будівель і споруд. – Київ, 2013. – Вип. 50. – С. 17–24. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bmvs_2013_50_4.
7. Возний С. П. Аналіз впливу гідрофобних добавок на міцність дорожнього цементобетону / С. П. Возний // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво : наук.-техн. зб. / Нац. трансп. ун-г. – Київ, 2017. – Вип. 99. – С. 39–48.
8. Мазурак Т. Гідрофобні бетони з покращеними показниками міцності, водонепроникності та морозостійкості / Т. Мазурак // Вісник Львівського національного аграрного університету. Серія : Архітектура і

сільськогосподарське будівництво. – Львів, 2014. – № 15. – С. 94–100. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldau_2014_15_18.

9. Исследование влияния кремнийорганических соединений на показатели стандартного уплотнения и физико-механические свойства цементогрунта / Вдовин Е. А., Строганов В. Ф., Мавлиев Л. Ф., Буланов П. Е. // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 4. – С. 255–261.
10. Mukesh Kumar. Effect of water proofing admixture on the hydration of Portland cement / Kumar Mukesh, Singh N. P., Singh N. B. // Indian Journal of Chemical Technology. – 2009. – Vol. 16. – P. 499–506.

REFERENCES

1. Zakharchenko P.V., Dolhyi E.M., Halahan Yu.A. and Havrysh O.M. *Suchasni kompozytsiini ozdoblivvalni materialy. Modyfikovani sukhi budivelni sumishi ta vodno-dispersiini polimerni sklady* [Modern composite finishing materials. Modified dry building mixtures and water-dispersion polymeric compositions]. Kyiv: KNUBA, 2005, pp. 222–225. (in Ukrainian).
2. Misnikov O.S. and Ivanov V.A. *Issledovanie vliyaniya kompozicionnykh gidrofobnykh dobavok na osnove torfa na svoystva portlandcementsa* [Investigation of the effect of composite hydrophobic additives on the basis of peat on the properties of portland cement]. *Trudy Instorfa* [Proceedings of Insortion]. 2015, no. 12(65), pp. 3–11. (in Russian).
3. Nesvetaev G.V., Kozlov A.V. and Filonov I.A. *Vliyanie nekotorykh gidrofobiziruyushchix dobavok na izmenenie prochnosti cementnogo kamnya* [Effect of some hydrophobic additives on the change in the strength of cement stone]. *Inzhenernyj vestnik Dona* [Engineering bulletin of Don]. 2013, vol. 25. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-nekotoryh-gidrofobiziruyuschih-dobavok-na-izmenenie-prochnosti-tsementnogo-kamnya> (in Russian).
4. Kosinov E.A. *Regulirovanie svoystv cementa modifitsirovannoj gidrofobiziruyushchej dobavkoj: avtoref. dis k.t.n.: 05.17.11* [Regulation of cement properties with a modified hydrophobic additive: author's abstract of Cand. Sc. (Tech.) dissertation: 05.17.11]. Ros. xim.-texnolog. un-t im. D.I. Mendeleeva [Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia]. Moskva, 2010, 16 p. (in Russian).
5. Tkach E.V., Raximov M.A., Raximova G.M. and Gribova V.S. *Vysokoeffektivnye ximicheskie modifikatory dlya polucheniya zadannykh svoystv* [Highly effective chemical modifiers for obtaining specified properties]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of the Moscow State University of Construction]. Moskva, 2012, no. 3, pp. 126–130. (in Russian).
6. Doroshenko Yu.M., Serbin V.P. and Doroshenko O.Yu. *Modifikatsiya tsementobetonu pokryt'ia dorih hidrofobnyimi dobavkami* [Modification of cement-concrete coating of roads with hydrophobic additives]. *Budivelni materialy, vyrobny ta sanitarna tekhnika* [Building materials, products and sanitary equipment]. Ukr. n.-d. i proekt.-konstrukt. in-t bud. materialiv ta vyrobiv, Derzh. n.-d. in-t sanitarn. tekhniki i obladdannia budivel i sporud [Ukrainian Research and Design Institute of Building Materials and Products, State Research Institute of Sanitary Engineering and Equipment for Buildings and Structures]. Kyiv, 2013, iss. 50, pp. 17–24. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/bmvs_2013_50_4. (in Russian).
7. Voznyi S.P. *Analiz vplyvu hidrofobnykh dobavok na mitsnist dorozhnoho tsementobetonu* [Analysis of the influence of hydrophobic additives on the strength of road cement concrete]. *Avtomobilni dorohy i dorozhnie budivnytstvo* [Traffic roads and roads construction]. Nats. transp. un-t [National Transport University]. Kyiv, 2017, iss. 99, pp. 39–48. (in Ukrainian).
8. Mazurak T. *Hidrofobni betony z pokrashchenymy pokaznykami mitsnosti, vodonepronyknosti ta morozostijkosti* [Hydrophobic concrete with improved strength, water resistance and frost resistance]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya: Arkhitektura i silsko-hospodarske budivnytstvo* [Buletin of Lviv National Agrarian University. Series: Architecture and Agricultural Construction]. Lviv, 2014, no. 15, pp. 94–100. Available at: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldau_2014_15_18. (in Ukrainian).
9. Vdovin E.A., Stroganov V.F., Mavliev L.F. and Bulanov P.E. *Issledovanie vliyaniya kremnijorganicheskix soedinenij na pokazateli standartnogo uplotneniya i fiziko-mexanicheskie svoystva tsementogrunta* [Investigation of the influence of organosilicon compounds on the parameters of a standard seal and the physical and mechanical properties of cement soil]. *Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arxitekturno-stroitel'nogo universiteta* [News of Kazan State University of Architecture and Civil Engineering]. 2014, no. 4, pp. 255–261. (in Russian).
10. Mukesh Kumar. *Effect of water proofing admixture on the hydration of Portland cemen.* *Indian Journal of Chemical Technology*. 2009, vol. 16, pp. 499–506.

Рецензент: Шпірько М. В., д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 07.06.2017 р. Прийнята до друку: 17.06.2017 р.

УДК 622:681.586:53.088

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПЕРВИЧНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ИНКЛИНОМЕТРА ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ

ЖИВЦОВА Л. И.

Кафедра автоматики и электротехники, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. (056) 756-33-19, e-mail: 777_211@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6176-1781

Аннотация. Постановка проблемы. В процессе бурения необходим постоянный контроль за положением оси скважины в пространстве. Только в этом случае можно построить геологический разрез и определить место расположения куполов и ловушек, в которых сосредоточена нефть. Для анализа возможной нефтеотдачи скважины необходимо знать углы падения пласта и направление углов наклона относительно неподвижной системы координат. Такие измерения производят с помощью систем ориентированного отбора керна с встроенным автономным инклинометром. Однако в процессе бурения возможно отключение автономного инклинометра в связи с выходом из строя аккумулятора. Информация на поверхность не передается, но хранится в памяти прибора и считывается из нее после подъема колонны буровых труб. При этом происходит перестановка инклинометра в буровой трубе, основного ножа для разметки и аккумулятора. В связи с этим возникают угловые отклонения инклинометра относительно корпуса буровой трубы, что может привести к значительной ошибке в определении ориентации керна. **Цель исследования** - повысить точность первичных преобразователей инклинометра для систем контроля ориентации объектов за счет разработки способа учета перекосов первичных преобразователей инклинометра в процессе его перестановки в буровой трубе. При замене инклинометра, включающего в свою конструкцию акселерометрические и магнитометрические первичные преобразователи, в буровой трубе возникают их угловые отклонения относительно корпуса трубы, приводящие к погрешностям в измерениях. **Вывод.** Впервые предложен способ повышения точности первичных преобразователей инклинометра. Получена корректирующая матрица, позволяющая учесть угловые отклонения первичных преобразователей инклинометра при его замене в буровой трубе. Предложенный способ позволяет повысить точность первичных преобразователей инклинометра и практически на порядок снизить ошибки измерения углов пространственной ориентации скважины и ориентации керна.

Ключевые слова: погрешность; инклинометр; точность измерения; акселерометрический преобразователь; магнитометрический преобразователь; пространственная ориентация

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПЕРВИННИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ІНКЛІНОМЕТРА ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ОРІЄНТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ

ЖИВЦОВА Л. І.

Кафедра автоматики та електротехніки, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. (056) 756-33-19, e-mail: 777_211@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6176-1781

Анотация. Постановка проблемы. У процесі буріння необхідний постійний контроль за положенням осі свердловини в просторі. Тільки в цьому випадку можна побудувати геологічний розріз і визначити місце розташування куполів і пасток, у яких зосереджена нафта. Для аналізу можливої нафтовіддачі свердловини необхідно знати кути падіння пласта і напрям кутів нахилу щодо нерухомої системи координат. Такі вимірювання проводять за допомогою систем орієнтованого відбору керна з вбудованим автономним інклінометром. Проте в процесі буріння можливе відключення автономного інклінометра через з вихід із ладу акумулятора. Інформація на поверхню не передається, але зберігається в пам'яті приладу і зчитується з нього після підйому колони бурових труб. При цьому відбувається перестановка інклінометра в буровій трубі, основного ножа для розмітки і акумулятора. У зв'язку з цим виникають кутові відхилення інклінометра щодо корпусу бурової труби, що може викликати значну похибку у визначенні орієнтації керна. **Мета дослідження** - підвищити точність первинних перетворювачів інклінометра для систем контролю орієнтації об'єктів шляхом розроблення способу врахування перекосів первинних перетворювачів інклінометра під час його перестановки в буровій трубі. Під час заміни інклінометра, що включає у свою конструкцію акселерометричні і магнітометричні первинні перетворювачі, в буровій трубі виникають їх кутові відхилення щодо корпусу труби, що викликають до похибки у вимірюваннях. **Висновок.** Уперше запропоновано спосіб підвищення точності первинних перетворювачів інклінометра. Отримано коректувальну матрицю, що дозволяє врахувати кутові

відхилення первинних перетворювачів інклінометра під час його заміни в буровій трубі. Запропонований спосіб дозволяє підвищити точність первинних перетворювачів інклінометра і практично на порядок зменшити помилки вимірювання кутів просторової орієнтації свердловини та орієнтації керна.

Ключові слова: похибка; інклінометр; точність вимірювання; акселерометричний перетворювач; магнітометричний перетворювач; просторова орієнтація

INCREASE OF EXACTNESS PRIMARY TRANSFORMERS OF INCLINOMETER FOR SYSTEMS CONTROL OF ORIENTATION OF OBJECTS

ZHIVTSOVA L. I.

Department of Automation and Electrical Engineering, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipro, 49600, Ukraine, ph. (056) 756-33-19, e-mail: 777_211@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-6176-1781

Summary. Raising of problem. During the drilling process requires the constant monitoring of the position of the borehole axis in space. Only in this case it is possible to construct a geological section and determine the location for the domes and traps where the oil is concentrated. For the analysis of possible oil of mining hole it is necessary to know the angles of incidence of layer and direction of angles of slope of the relatively immobile system of coordinates. Such measuring produce by means of the systems of the oriented selection of stippler with a built-in autonomous inclinometer. However, the drilling process may disable autonomous inclinometer in connection with the output of the battery system. Information on the surface is not transmitted but stored in the memory device and read out there from after lifting the drill string. Thus there is a permutation of the inclinometer in the drill pipe, the main blade for marking and battery. In this connection there inclinometer angular deviation relative to the housing of the drill pipe, which may lead to considerable errors in the determination of the orientation of the core. **Purpose.** Improve the accuracy of the primary converters inclinometer for object orientation control systems by providing a method of accounting distortions of transducers inclinometer in the process of changes in the drill pipe. When replacing the inclinometer comprising in their structure the accelerometer and magnetometer primary converters, a drill pipe having their angular deviation relative to the tube body, leading to errors in the measurements. **Conclusion.** The method of increase of exactness of primary transformers of inclinometer is first offered. A correcting matrix allowing to take into account the angular rejections of primary transformers of inclinometer at hisreplacement in a boring pipe is got. The proposed method makes it possible to improve the accuracy of transducers inclinometer and almost an order of magnitude lower angle measurement error of the spatial orientation of the borehole and core orientation.

Keywords: error; inclinometer; accuracy of measurement; accelerometer converter; magnetometer converter; spatial orientation

Постановка проблеми. Одной из актуальных в современной нефтегазодобывающей промышленности является проблема контроля пространственного положения наклонно направленных, разветвленно-горизонтальных скважин, боковых стволов из скважин бездействующего фонда со сложным пространственным профилем [1; 2; 8; 9]. Это обусловлено сложными эксплуатационными условиями: труднодоступностью и большой глубиной (от 2 до 5 км) залегания продуктивных залежей, малой толщиной продуктивных пластов (до 1,5 м).

В процессе бурения необходим постоянный контроль за положением оси скважины в пространстве. Только в этом случае можно построить геологический разрез и определить месторасположение

куполов и ловушек, в которых сосредоточена нефть. Для анализа возможной нефтеотдачи скважины необходимо знать углы падения пласта и направление углов наклона относительно неподвижной системы координат. Ориентированный отбор керна позволяет получать информацию о трещиноватости и расположении подстилающих пород, их проницаемости и пористости [6]. Такие измерения производят с помощью систем ориентированного отбора керна с встроенным автономным инклінометром [10].

Инклінометр включает в свою конструкцию первичные измерительные преобразователи, предназначенные для измерения азимута, зенитного угла (наклона скважины), визирного угла (угол положения скважинного объекта в апсидальной

плоскості) [3; 4]. Інклінометр дозволяє визначити не тільки просторове положення скважини, але і положення різця, який наносить метку на теле керна, для визначення просторового положення пласта і тріщин.

Однак в процесі буріння можливо відключення автономного інклінометра в зв'язі з виходом із строя акумулятора. Інформація на поверхню не передається, але зберігається в пам'яті приладу і читается із неї після підйому колонни буринних труб. При цьому відбувається перестановка інклінометра в буринній трубці, основного ножа для розмітки і акумулятора. В зв'язі з цим виникають кутові відхилення інклінометра відносно корпусу буринної труби, що може призвести до значущої помилки в визначенні орієнтації керна.

Пропонується спосіб підвищення точності первинних перетворювачів інклінометра за рахунок урахування перекосів первинних перетворювачів інклінометра при його перестановці в буринній трубці.

Інклінометр 1 включає в свою конструкцію акселерометричні первинні перетворювачі 2 і магніточутливі первинні перетворювачі 3 (рис.1).

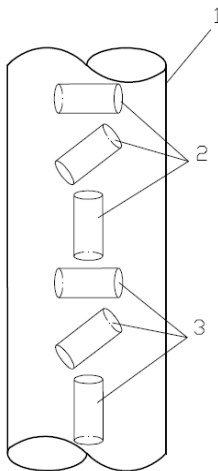


Рис. 1. Кінематична схема інклінометра:
1 – інклінометричне пристрій; 2 – акселерометричні первинні перетворювачі; 3 – магніточутливі первинні перетворювачі

Аналіз досліджень і публікацій. Аналіз відомих багаточисельних вітчизняних і зарубіжних публікацій,

відображують теоретичні і практичні питання створення і вдосконалення інклінометричних пристроїв, показує, що найбільш перспективним і визнаним серед розробників напрямком є побудова інклінометра на основі трьохкомпонентних перетворювачів з акселерометричними і магнітометричними первинними перетворювачами, чутливими до гравітаційного і геомагнітного полів [3; 5; 7]. В даному напрямку досягнуті певні позитивні результати в плані практичної реалізації технічних рішень, що дозволяють створювати малогабаритну апаратуру (діаметром захисного кожуха інклінометра 42 мм і менше).

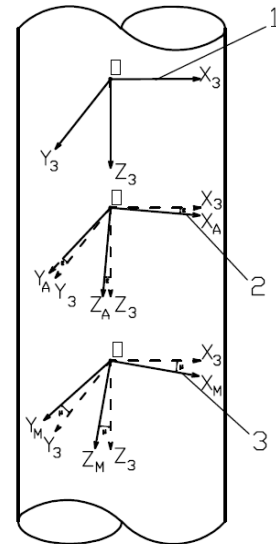


Рис.2. Системи координат:
1 – інклінометричного пристрою, 2 – акселерометричного первинного перетворювача, 3 – магнітометричного первинного перетворювача

Однак питання, пов'язані з помилками первинних перетворювачів при перестановці інклінометра в буринній трубці, викликані невідповідністю осей вимірювання інклінометра і осей первинних перетворювачів, в літературі не розглядаються.

Таким чином, розробка способу урахування перекосів первинних перетворювачів інклінометра при його перестановці в буринній трубці, який би спростило визначення орієнтації скважини і

ориентации керна, а также повысил их точность, является актуальной технической задачей.

Постановка задачи. Разработать способ учета перекосов первичных преобразователей инклинометра при перестановке его в буровой трубе. Снизить ошибки при измерении пространственной ориентации скважины и ориентации керна за счет определения корректирующей матрицы угловых отклонений преобразователей.

То:

$$\left. \begin{aligned} & \left(\cos \varepsilon_{11}, \quad \cos \left(\frac{\pi}{2} + \varepsilon_{32} \right), \quad \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_{23} \right) \right), \\ & \left(\cos \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_{31} \right), \quad \cos \varepsilon_{22}, \quad \cos \left(\frac{\pi}{2} + \varepsilon_{13} \right) \right), \\ & \left(\cos \left(\frac{\pi}{2} + \varepsilon_{21} \right), \quad \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_{12} \right), \quad \cos \varepsilon_{33} \right) \end{aligned} \right\}$$

Основной материал. Пусть $R_3(O, X_3, Y_3, Z_3)$ – репер, связанный с корпусом инклинометра, $R_A(O, X_A, Y_A, Z_A)$ – репер, образованный осями чувствительности акселерометрических первичных преобразователей, а $R_M(O, X_M, Y_M, Z_M)$ – репер образованный осями чувствительности первичных магниточувствительных преобразователей рис. 2.

– направляющие косинусы осей чувствительности акселерометрических первичных преобразователей относительно репера $R_3(O, X_3, Y_3, Z_3)$.

Тогда:

$$\begin{pmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \varepsilon_{11} & \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_{31} \right) & \cos \left(\frac{\pi}{2} + \varepsilon_{21} \right) \\ \cos \left(\frac{\pi}{2} + \varepsilon_{32} \right) & \cos \varepsilon_{22} & \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_{12} \right) \\ \cos \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_{23} \right) & \cos \left(\frac{\pi}{2} + \varepsilon_{13} \right) & \cos \varepsilon_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix}$$

Если величины углов ε_{ij} – малы, т. е. $\sin \varepsilon = \varepsilon$, а $\cos \varepsilon = 1$, то последнее равенство можно записать так:

$$\begin{pmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 1 & -\varepsilon_{31} & \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{32} & 1 & -\varepsilon_{12} \\ -\varepsilon_{23} & \varepsilon_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix}. \quad (1)$$

Аналогично, если:

$$\left. \begin{aligned} & \left(\cos \mu_{11}, \quad \cos \left(\frac{\pi}{2} + \mu_{32} \right), \quad \cos \left(\frac{\pi}{2} - \mu_{23} \right) \right), \\ & \left(\cos \left(\frac{\pi}{2} - \mu_{31} \right), \quad \cos \mu_{22}, \quad \cos \left(\frac{\pi}{2} + \mu_{13} \right) \right), \\ & \left(\cos \left(\frac{\pi}{2} + \mu_{21} \right), \quad \cos \left(\frac{\pi}{2} - \mu_{12} \right), \quad \cos \mu_{33} \right) \end{aligned} \right\}$$

направляющие косинусы осей магниточувствительных преобразователей.

То:

$$\begin{pmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \mu_{11} & \cos \left(\frac{\pi}{2} - \mu_{31} \right) & \cos \left(\frac{\pi}{2} + \mu_{21} \right) \\ \cos \left(\frac{\pi}{2} + \mu_{32} \right) & \cos \mu_{22} & \cos \left(\frac{\pi}{2} - \mu_{12} \right) \\ \cos \left(\frac{\pi}{2} - \mu_{23} \right) & \cos \left(\frac{\pi}{2} + \mu_{13} \right) & \cos \mu_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{pmatrix}$$

Если углы μ_{ij} – малы, тогда:

$$\begin{pmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{pmatrix} \approx \begin{pmatrix} 1 & -\mu_{31} & \mu_{21} \\ \mu_{32} & 1 & -\mu_{12} \\ -\mu_{23} & \mu_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{pmatrix}. \quad (2)$$

Теперь так:

$$\begin{pmatrix} 1 & -\varepsilon_{31} & \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{32} & 1 & -\varepsilon_{12} \\ -\varepsilon_{23} & \varepsilon_{13} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \approx \begin{pmatrix} 1 & \varepsilon_{31} & -\varepsilon_{21} \\ -\varepsilon_{32} & 1 & \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{23} & -\varepsilon_{13} & 1 \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} 1 & -\mu_{31} & \mu_{21} \\ \mu_{32} & 1 & -\mu_{12} \\ -\mu_{23} & \mu_{13} & 1 \end{pmatrix}^{-1} \approx \begin{pmatrix} 1 & \mu_{31} & -\mu_{21} \\ -\mu_{32} & 1 & \mu_{12} \\ \mu_{23} & -\mu_{13} & 1 \end{pmatrix}$$

Тогда из соотношений (1), (2) находим связь между реперами $R_A(O, X_A, Y_A, Z_A)$ и $R_M(O, X_M, Y_M, Z_M)$:

$$\begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \varepsilon_{31} & -\varepsilon_{21} \\ -\varepsilon_{32} & 1 & \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{23} & -\varepsilon_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & \mu_{31} & -\mu_{21} \\ -\mu_{32} & 1 & \mu_{12} \\ \mu_{23} & -\mu_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{pmatrix}$$

или

$$\begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -\mu_{31} + \varepsilon_{31} & \mu_{21} - \varepsilon_{21} \\ -\varepsilon_{32} + \mu_{32} & 1 & -\mu_{12} + \varepsilon_{12} \\ \varepsilon_{23} - \mu_{23} & -\varepsilon_{13} + \mu_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{pmatrix}. \quad (3)$$

$$\begin{pmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \mu_{31} & -\mu_{21} \\ -\mu_{32} & 1 & \mu_{12} \\ \mu_{23} & -\mu_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & -\varepsilon_{31} & \varepsilon_{21} \\ \varepsilon_{32} & 1 & -\varepsilon_{12} \\ -\varepsilon_{23} & \varepsilon_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix}$$

или

$$\begin{pmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -\varepsilon_{31} + \mu_{31} & \varepsilon_{21} - \mu_{21} \\ -\mu_{32} + \varepsilon_{32} & 1 & -\varepsilon_{12} + \mu_{12} \\ \mu_{23} - \varepsilon_{23} & -\mu_{13} + \varepsilon_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Системы координат $R_A(O, X_A, Y_A, Z_A)$ и $R_M(O, X_M, Y_M, Z_M)$ связаны формулами (3), (4), которые удобно записать так:

$$\begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & -\gamma_{31} & \gamma_{21} \\ \gamma_{32} & 1 & -\gamma_{12} \\ -\gamma_{23} & \gamma_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$\begin{pmatrix} X_M \\ Y_M \\ Z_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \gamma_{31} & -\gamma_{21} \\ -\gamma_{32} & 1 & \gamma_{12} \\ \gamma_{23} & -\gamma_{13} & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Формулы (5), (6) запишем в матричной форме:

$$\begin{aligned} \bar{X}_A &= A_\gamma \cdot \bar{X}_M \\ \bar{X}_M &= A_\gamma \cdot \bar{X}_A \end{aligned}, \quad (7)$$

где

$$A_\gamma = \begin{pmatrix} 1 & -\gamma_{31} & \gamma_{21} \\ \gamma_{32} & 1 & -\gamma_{12} \\ -\gamma_{23} & \gamma_{13} & 1 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & -\varepsilon_{31} + \mu_{31} & \varepsilon_{21} - \mu_{21} \\ -\mu_{32} + \varepsilon_{32} & 1 & -\varepsilon_{12} + \mu_{12} \\ \mu_{23} - \varepsilon_{23} & -\mu_{13} + \varepsilon_{13} & 1 \end{pmatrix}$$

– корректирующая матрица.

Сменим корпус инклинометра. Пусть $R'_3(O, X'_3, Y'_3, Z'_3)$ – система координат, связанная с новым корпусом инклинометра.

Если нами установлена связь между реперами: $R'_3(O, X'_3, Y'_3, Z'_3)$ и $R_A(O, X_A, Y_A, Z_A)$, получим:

$$\bar{X}'_3 = A_\varepsilon \cdot \bar{X}_A.$$

Используя (7), находим связь между реперами:

$$R'_3(O, X'_3, Y'_3, Z'_3) \quad \text{и} \quad R_M(O, X_M, Y_M, Z_M).$$

Тогда:

$$\bar{X}'_3 = A_\varepsilon \cdot A_\gamma \cdot \bar{X}_M.$$

Аналогично, если известна связь между реперами:

$$R'_3(O, X'_3, Y'_3, Z'_3) \quad \text{и} \quad R_M(O, X_M, Y_M, Z_M).$$

Тогда:

$$\bar{X}'_3 = A_\mu \cdot \bar{X}_M,$$

получаем формулу:

$$\bar{X}'_3 = A_\mu \cdot A_\gamma \cdot \bar{X}_A,$$

связывающую координаты вектора в репере:

$$R'_3(O, X'_3, Y'_3, Z'_3) \quad \text{и} \quad R_A(O, X_A, Y_A, Z_A).$$

Выводы. Впервые предложен способ повышения точности первичных преобразователей инклинометра за счет учета перекосов первичных преобразователей при его перестановке в буровой трубе, в результате которого отыскивается корректирующая матрица, позволяющая учесть перекося первичных преобразователей инклинометра при его замене в буровой трубе.

Предложенный способ позволяет практически на порядок снизить ошибки измерения углов пространственной ориентации скважины и ориентации керна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кобаль Г. Новый взгляд на бурение / Г. Кобаль // НефтеРынок : электронный журнал. – 03.05.2015. – № 21 (900). – Режим доступа: <http://www.nefterynok.info/stati/novyy-vzglyad-na-burenie/> – Загл. с экрана. – Проверено 29.01.2018.
2. Kovshov G. N. Mathematical model of one-axis inclinometer transducer of inclination and sighting angles / G. N. Kovshov, L. I. Zhyvtsova, I. V. Ryzhkov // Науковий вісник Національного гірничого університету. – 2015. – № 2. – С. 118–122.
3. Ковшов Г. Н. Приборы контроля пространственной ориентации скважин при бурении / Г. Н. Ковшов, Г. Ю. Коловертнов. – Уфа : Уфимский гос. нефтяной техн. ун-т, 2001. – 228 с.

4. Ковшов Г. Н. Инклинометры (Основы теории и проектирования) / Г. Н. Ковшов, Р. И. Алимбеков, А. В. Жибер. – Уфа : Гилем, 1998. –380 с.
5. Живцова Л. И. Математическая модель трехосевого микромеханического акселерометра для инклинометрической системы контроля и ориентации скважин / Л. И. Живцова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2014. – № 6. – С. 32–38.
6. Пономарьова О. А. Побудова математичної моделі орієнтованого ядерного відбірника / О. А. Пономарьова, І. В. Рижков, С. М. Пономарьов // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Придн. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепр, 2016. – Вып. 94 : Серия : Компьютерные системы и информационные технологии в образовании, науке и управлении. – С. 125–130.
7. Рыжков И. В. Анализ инклинометрических устройств контроля скважин / И. В. Рыжков, Л. И. Живцова // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр./ Придн. гос. акад. стр-ва и архитектуры – Днепропетровск, 2009. – Вып. 51 : Серия : Интенсификация рабочих процессов строительных та дорожных машин. – С. 157–169.
8. Відновлення свердловин – перспективний напрям збільшення обсягів видобутку вуглеводів у Західному нафтопромисловому районі України / Є. М. Ставичний, С. А. П'ятківський, М. М. Плитус, Л. Я. Притула, М. Б. Ковальчук // Нафтогазова галузь України. – 2014. – № 6. – С. 3–6.
9. “Укрнафта” начала бурение во Львовской области первой скважины в 2016 году // Уніан : інформаційне агентство. – Режим доступу: <http://economics.unian.net/energetics/1280932-ukrnafta-nachala-burenie-vo-lvovskoy-oblasti-pervoy-skvajinyi-v-2016-godu.html>. – Загл. с экрана. – Проверено 29.01.18.
10. Нестандартные системы для отбора керн. Система «Corienting». Компания «Halliburton». 2017. – Режим доступа: <http://www.halliburton.com/ru-ru/products-services/drill-bits-services/coring-services/unconventional-methods/custom-systems/corienting-system.page?node-id=ilq2taz4>. – Загл. с экрана. – Проверено : 30.01.2018.

REFERENCES

1. Kobal G. Novyj vzglyad na burenie [A new perspective on drilling]. NefteRynok: Elektronnyj zhurnal [Fuel market: electronic magazine]. May 03, 2015, no. 21(900). Available at: http://www.nefterynok.info/analytics.phtml?art_id=295/ (Accessed on November 03, 2016). (in Russian).
2. Kovshov G.N., Zhyvtsova L.I. and Ryzhkov I.V. Mathematical model of one-axis inclinometer transducer of inclination and sighting angles. Scientific bulletin of National Mining University. 2015, no. 2, pp. 118–122.
3. Kovshov G.N. and Kolovertnov G.Yu. Pribory kontrolya prostranstvennoj orientacii skvazhin pri burenii [Instruments for monitoring the spatial orientation of wells during drilling]. Ufa: Ufimskij gos. neftyanoj texn. un-t, 2001, 228 p. (in Russian).
4. Kovshov G.N., Alimbekov R.I. and Zhiber A.V. Inklinometry (Osnovy teorii i proektirovaniya) [Inclinometers (Basic theory and design)]. Ufa: Gilem, 1998, 380 p. (in Russian).
5. Zhyvtsova L.I. Matematicheskaya model' trexosevogo mikromexanycheskogo akselerometra dlya inklinometricheskoj systemy kontrolya i orientacii skvazhin [Mathematical model of three-axis micromechanical accelerometer for directional system of control and orientation of boreholes]. Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytva ta arxitektury [Bulletin of Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2014, no. 6, pp. 32 – 38. (in Russian).
6. Ponomarova O.A., Ryzhkov I.V. and Ponomarov S.M. Pobudova matematychnoi modeli oriyetovanoho kernovidbirnyka [Construction of mathematical model of oriented core sampler]. Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie [Construction, materials science, mechanical engineering]. Seriya: Komp'yuternye sistemy i informatsionnye tekhnologii v obrazovanii, nauke i upravlenii [Series: Computer systems and information technologies in education, science and management]. Pridnepr. gos. akad. str-va i arxitektury [Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnepr, 2006, iss. 94, pp. 125 – 130. (in Ukrainian).
7. Ryzhkov I.V. and Zhyvtsova L.I. Analiz inklinometricheskix ustrojstv kontrolya skvazhyn [Analysis of inclinometric well control devices]. Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie [Construction, materials science, mechanical engineering]. Seriya: Intensyfikatsiia robochykh procesiv budivelnykh ta dorozhnykh mashyn [Series: Hoisting-and-transport, construction and road machinery and equipment]. Pridnepr. gos. akad. str-va i arxitektury [Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnepropetrovsk, 2009, iss. 51, pp. 157–169. (in Russian).
8. Stavychnyi Ye.M., Piatkivskiy S.A., Plytus M.M., Prytula L.Ya. and Kovalchuk M.B. Vidnovlennia sverдловyn – perspektyvnyi napriam zbilshennia obsiahiv vydobutku vuglevodiv u Zakhidnomu naftopromyslovomu raioni Ukrainy [Recovery of wells - a promising direction for increasing the production of carbohydrates in the Western oilfield of Ukraine]. Naftogazova haluz' Ukrainy [The oil and gas industry of Ukraine]. 2014, no 6, pp. 3 – 6. (in Ukrainian).
9. “Ukrnafta” nachala burenie vo Lvovskoy oblasti pervoi skvazhyny v 2016 godu [Ukrnafta began drilling the first well in the Lviv region in the year 2016]. Available at: <http://economics.unian.net/energetics/1280932-ukrnafta-nachala-burenie-vo-lvovskoy-oblasti-pervoy-skvajinyi-v-2016-godu.html>. (Accessed on January 29, 2018). (in Russian).

10. Nestandartnye sistemy dlya otbora kerna. Sistema «Corienting»[Unusual systems for core sampling. System «Corienting»]. Kompaniya «Halliburton» [Company «Halliburton»]. 2017. Available at: <http://www.halliburton.com/ru-ru/products-services/drill-bits-services/coring-services/unconventional-methods/custom-systems/corienting-system.page?node-id=ilq2taz4>. (Accessed on January 30, 2018). (in Russian).

Рецензент: Єршова Н. М. д-р т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 12.06.2017 р. Прийнята до друку: 17.06.2017 р.

АРХІТЕКТУРА

УДК 72.021.2:[001.9+004]

ВЛИЯНИЕ ИНФОРМАЦИИ НА РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ АРХИТЕКТУРНОГО ТВОРЧЕСТВА

МИРОНЕНКО В. П.¹, *д. арх., проф.*,
УСПЕНСКИЙ М. С.², *асп.*

¹ Кафедра дизайна архитектурной среды, Государственное высшее учебное заведение «Харьковский национальный университет строительства и архитектуры», ул. Сумская, 40, Харьков, 61002, Украина, тел. +38 (057) 706-20-69, e-mail: mironenkovp@rambler.ru

² Кафедра архитектурного проектирования и дизайна, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-98-88, e-mail: uspenskeymax@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2238-9649

Аннотация. Постановка проблемы. Характерный аспект современного мира - информационное развитие и рост информации - сохраняет свою значимость в последние годы и имеет тенденцию к неуклонному развитию. Рост объёма информации требует изменения в архитектурной проблематике, ускорения внедрения технических средств, расширения фронта исследований. **Цель статьи** - проанализировать основные тенденции в архитектуре, связанные с развитием информационных технологий, провести сравнение с технологиями предыдущего поколения. В статье анализируются различные уровни понимания информации, её свойств, продемонстрирована фундаментальная роль информации в развитии аналитических возможностей проектировщика. Рассмотрена проблема соответствия обеспечения архитектурной деятельности уровню развития информационных технологий. Демонстрируется взаимосвязь между виртуальной и дополненной реальностью. Акцентируется внимание на востребованности визуализаций и моделирования пространственных систем среды города для архитектурного проектирования. Обращено внимание на развитие искусственного интеллекта в области автоматизации локальных этапов проектного процесса, освобождающих проектировщика от рутинных проектных операций. **Вывод.** Раскрыта необходимость методологической поддержки и дальнейшего изучения вновь появившихся компьютерных средств проектирования. Выявлено, что информация может выполнять роль оценочного критерия соответствия проектных средств решению современных проектных задач.

Ключевые слова: визуализация; информация; киберпространство; моделирование; программное обеспечение; сложность

ВПЛИВ ІНФОРМАЦІЇ НА РОЗВИТОК ЗАСОБІВ АРХІТЕКТУРНОЇ ТВОРЧОСТІ

МИРОНЕНКО В. П.¹, *д. арх., проф.*,
УСПЕНСЬКИЙ М. С.², *асп.*

¹ Кафедра дизайну архітектурного середовища, Державний вищий навчальний заклад «Харківський національний університет будівництва та архітектури», вул. Сумська, 40, Харків, 61002, Україна, тел. +38 (057) 706-20-69, e-mail: mironenkovp@rambler.ru

² Кафедра архітектурного проектування і дизайну, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-98-88, e-mail: uspenskeymax@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2238-9649

Анотация. Постановка проблемы. Характерный аспект сучасного світу - інформаційний розвиток і зростання інформації - зберігає свою значимість в останні роки і має тенденцію до неухильного розвитку. Зростання обсягу інформації вимагає зміни в архітектурній проблематиці, прискорення впровадження технічних засобів, розширення фронту досліджень. **Мета статті** - проаналізувати основні тенденції в архітектурі, пов'язані з розвитком інформаційних технологій, провести порівняння з технологіями попереднього покоління. У статті аналізуються різні рівні розуміння інформації, її властивостей, продемонстровано фундаментальну роль інформації в розвитку аналітичних можливостей проектувальника. Розглянуто проблему відповідності забезпечення архітектурної діяльності рівню розвитку інформаційних технологій. Демонструється взаємозв'язок між віртуальною і доповненою реальністю. Акцентується увага на затребуваності візуалізацій і моделювання просторових систем середовища міста для архітектурного проектування. Звернено увагу на розвиток штучного інтелекту в галузі автоматизації локальних етапів проектного процесу, які звільняють проектувальника від рутинних проектных операцій. **Висновок.** Розкрито необхідність методологічної підтримки та подальшого вивчення новопосталих комп'ютерних засобів

проектування. Виявлено, що інформація може виконувати роль оцінного критерію відповідності проектних засобів виконанню сучасних проектних завдань.

Ключові слова: візуалізація; інформація; кіберпростір; моделювання; програмне забезпечення; складність

INFLUENCE OF INFORMATION ON DEVELOPMENT OF ARCHITECTURAL CREATIVITY

MIRONENKO V. P.¹, *Dr. Arch., Prof.*,

USPENSKIY M. S.², *PG.*

¹ Department of design of architectural environment, State higher educational institution «Kharkiv national University of construction and architecture», Sumskaaya str., 40, Kharkiv, 61002, Ukraine, tel. +38 (057) 706-20-69, -mail: mironenkovp@rambler.ru

² Department of architectural planning and design, State higher educational institution «Prydniprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», Chernyshevsky str., 24-a, Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-98-88, -mail: uspenskeymax@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2238-9649

Summary. Raising of problem. A characteristic aspect of the modern world – information development and information growth remains important in recent years and has a tendency to steady development. The growth in the volume of information requires a change in the architectural problems, the acceleration of the introduction of technical means, and the expansion of the research front. **Purpose.** Analyze the main trends in architecture associated with the development of information technology, compare with the technology of the previous generation. The article analyzes different levels of understanding information, its properties, demonstrated the fundamental role of information in the development of analytical capabilities of the designer. The problem of the correspondence of the provision of architectural activity to the level of development of information technologies is considered. The relationship between virtual and augmented reality is demonstrated. Attention is focused on the demand for visualization and modeling of spatial systems of the city environment for architectural design. Attention is drawn to the development of artificial intelligence, in the field of automation of local stages of the design process, releasing the designer from routine design operations. **Conclusion.** The need for methodological support and further study of newly appeared computer design tools is disclosed. It is revealed that the information can fulfill the role of an evaluation criterion for the conformity of project facilities to the solution of modern design tasks.

Keywords: visualization; information; cyberspace; modeling; software; complexity

Постановка проблеми. Одним из характерных аспектов современного мира, сохраняющих свою значимость в последние годы, является информация. Ни для кого не секрет, что рост количества окружающей нас информации сохраняет свою динамику. Учёные трактуют это как переход общества на очередной новый этап развития с сопутствующими изменениями во всех сферах жизнедеятельности. По оценкам специалистов, объём информации человеческой цивилизации в целом, участвующий в хранении, передаче и обработке, увеличивается с большой скоростью. Если в 2000 году было произведено 20 эксабайт, то в 2010 году – более 300 эксабайт, то есть в 15 раз больше. Объём информации ежегодно возрастает на 30 %.

Такие организации как Domo, IBM, EMC Corp. попытались определить, сколько информации производится человечеством за один день, но количество меняется так

быстро, что оценки практически сразу устаревают. При этом, в 2000-х годах произошёл переход от аналоговых к цифровым носителям. Всему этому способствует развитие технических средств: компьютеров, телевизоров, мобильных устройств. Если ранее скорость роста информации связывалась с развитием коммуникационных связей (рис. 1), то сейчас, в последние годы, увеличилась доля информации, связанной с обработкой графики, с созданием пространственных моделей и виртуальной реальности, что обусловлено увеличивающейся доступностью графических процессоров.

Рост объёма информации регулярно вызывает изменения в архитектурной проблематике, ускоряет внедрение технических средств и расширяет фронт исследований.

Актуальность темы. Информационный взрыв внёс существенные изменения, способствовал развитию науки и

технологии. Информатизация и компьютеризация процессов научного познания вызвала необходимость переосмысления ранее изученных объектов. Следовательно, в связи с

непрерывающимися изменениями в информационных технологиях, проблематика соответствия обеспечения архитектурной деятельности в ближайшее время будет оставаться значимой.

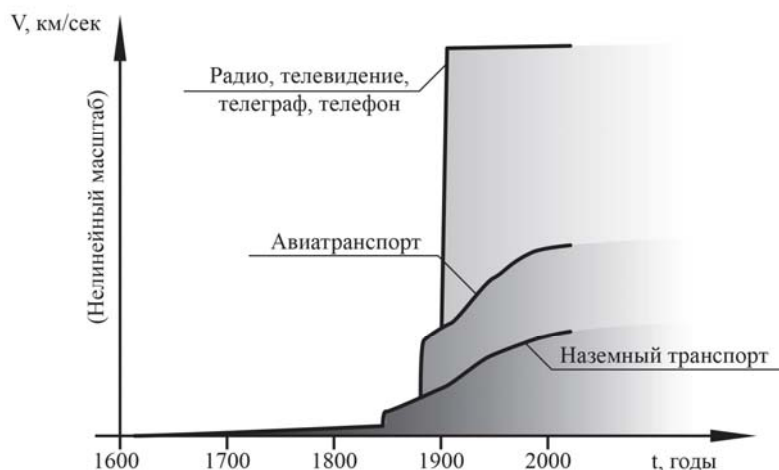


Рис. 1. Динамика роста скорости коммуникации

Цель статьи - выявить последние тенденции в сфере взаимодействия информационных технологий с архитектурой и провести оценку их роли в сравнении с технологиями предыдущего поколения.

Изложение основного материала. По мере развития научного познания, с начала XX века, информация приобретала различные определения в зависимости от области её использования. Информация играет фундаментальную роль в компьютерных науках, кибернетике, системных науках, биологии, психологии, используется как философская категория наравне с сознанием, материей и энергией. На бытовом уровне под информацией можно понимать передачу некоторых сообщений, сведений, знаний. Однако, по мере развития представлений, информация приобрела самостоятельность. Информацию стали связывать с понятиями отражения. В исследованиях биологических и технических систем информацию рассматривают как субстанцию, перемещающуюся по каналам, хранящуюся

в различных по своей природе носителях и являющуюся атрибутом управления.

Информация может трактоваться как мера упорядоченности, как характеристика материи на разных стадиях её организации. Нет единого мнения относительно сущности информации. Она выступает скорее как совокупное определение многочисленных значений. А. Д. Урсул подчёркивает, что информации присущи как объективные, так и субъективные свойства. То есть информация присуща как материальным объектам, так и процессам в сознании человека. Следовательно, и в архитектуре можно выявить несколько ипостасей информации.

Во-первых, существует множество попыток психологов и методологов изучить механизмы восприятия архитектурного пространства и процессы, связанные с деятельностью архитектора. Практическая необходимость таких исследований возникла в связи с усложнением проектных задач, внедрением новых методов проектирования, автоматизацией проектного процесса и необходимостью помощи преподаванию в области

архитектуры. Вне зависимости от того, на сколько стадий делят проектный процесс, его можно рассматривать как поэтапное движение по увеличению упорядоченности проектного результата.

На подготовительных первых стадиях проектного процесса исходная информация находится в избыточном количестве и хаотичном состоянии. На стадиях творческого поиска информация постепенно приобретает порядок и структуру.

Первые попытки эмпирических исследований проектирования осуществили в 1970-х годах Краус и Майер, Фримен и Невилл, Дж. Джонс, основываясь на теории переработки информации. Человек в них выступает системой переработки информации, которая во время анализа проблемы занимается поиском данных в различных источниках: устных, визуальных, с запросом в собственную память. При этом количество поступающих сведений на входе в систему ограничено пропускной способностью восприятия человека [3].

Во-вторых, так как информация находится в непосредственной связи с материей, все объекты городской среды: пространство, здания, геометрические элементы заключают в себе информацию. А. П. Мардер в своей работе «Эстетика архитектуры» предоставляет схему перемещения информации от архитектора к зрителю через архитектурный образ (рис. 2), при этом любые элементы предметно-пространственной среды участвуют в коммуникации за счёт закодированной в их форму данных.

В исследованиях визуальных коммуникаций А. Я. Костенко, И. А. Добрицыной, В. Т. Шимко рассматривается проблема определения самостоятельных компонентов, носителей визуальной информации в связи с усилением информатизации общества. Прослеживается развитие самостоятельных, ставших традиционными информационных элементов в виде рекламы, скульптурных композиций, полиграфии, плакатов, афиш, средств информации в виде указателей, информационных табло. Затрагиваются

вопросы влияния средств информации на функционально-планировочную и эстетическую целостность среды города.

Исследования, охватывающие период 2000-х годов, уже тогда обозначали дополнительные требования к архитектуре для организации внедрения информационных средств в среду города, для обеспечения мощного потенциала преобразования архитектурного предметного наполнения [4]. В настоящее время, в период доминирования цифровой информации, эффект вызываемых изменений в городской среде стал ещё более заметным. Интернет-технологии могут заставить пересмотреть самые базовые принципы проектирования архитектурных объектов. Люди заинтересованы во внедрении информационных технологий в городское пространство или в конкретное здание.

Простым доказательством того, что информация материальна, служит возникший в 2000-е годы новый тип здания – Дата-центр. Это специализированное здание для размещения серверного и сетевого оборудования (рис. 3). Здание, обеспечивающее компании местом для размещения компьютерного оборудования, для бесперебойной работы сети Интернет. Стало невозможным хранить столь объёмные системы просто в отдельных помещениях. Для этого потребовалось целое здание. Сложно найти здание со схожей ресурсоёмкостью. Дата-центры обычно – это очень крупные центры, потребляющие энергию как один небольшой город. Инфраструктура Дата-центра обладает системами климат-контроля, промышленной вентиляцией, системами пожаротушения, наличием генераторов для обеспечения сохранности и защиты данных.

Рядовому человеку не совсем ясно, какие риски созданы информационными технологиями, которые, с одной стороны, и обеспечивают реальными возможностями, но, с другой – необратимо меняют окружающую нас реальность. Если для Украины подобный тип здания – всё ещё редкость, то в странах Европы и Америки

уже проработаны стандарты проектирования и активно внедряются технологии «зелёных» принципов энергоэффективности – применение солнечных батарей, электростанций на биотопливе.

Сложно представить, что случится в случае отказа подобных компьютерных центров, так как они управляют различными городскими системами. Современный человек уже ощущает дискомфорт, например, при отсутствии возможности доступа к привычным Интернет-ресурсам.

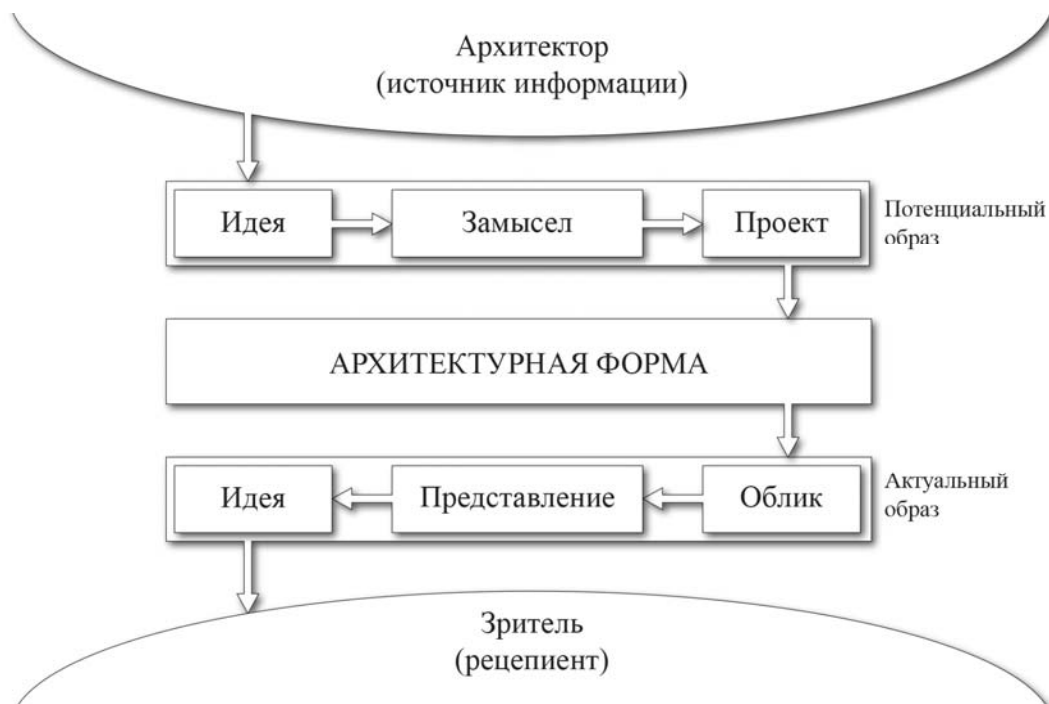


Рис. 2. Информационная система архитектурного образа (по А. Мардеру)



Рис. 3. Дата-центр Digital Beijing, арх. бюро Studio Pei-Zhu, Пекин, 2007

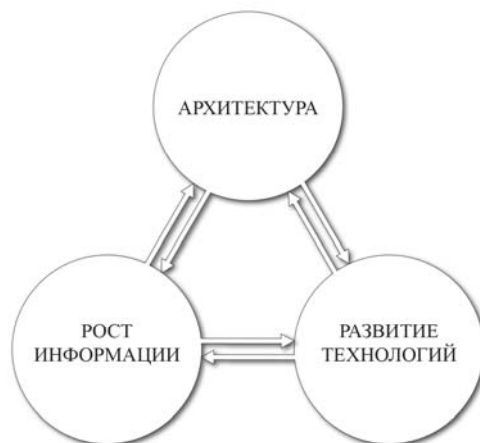


Рис. 4. Отношения архитектуры и информационных технологий

Развитие технологий, рост информации и архитектура находятся в тесном взаимодействии (рис. 4). Прорыв в компьютерных технологиях, телекоммуникациях послужил росту доступности к компьютерам и высокоскоростным сетям, особенно нужно отметить важность доступа ко Всемирной паутине из любой точки города с мобильного телефона. В наши дни деятельность, связанную с общением, встречами, совершением покупок, походами в библиотеку, возможно осуществлять при помощи Интернета. Компьютер и человек вступают во всё более тесные отношения, а здание превращается в платформу, обеспечивающую их взаимодействие. И, с одной стороны, возникает вопрос переопределения принципов проектирования многих общественных зданий, а, с другой, – переосмысление Интернета как пространства особой реальности.

Б. Митчелл определял кибер-пространство как «...пронизанную сетями, порождённую, поддерживаемую, воспринимаемую компьютером искусственную или виртуальную реальность, доступную при наличии технических средств где угодно, кому угодно, когда угодно. Она собирает и хранит информацию, постоянно углубляется и расширяется с поступлением новой

информации». Пространство становится более «умным» и интерактивным [7].

Виртуальное пространство и цифровая архитектура – новая повестка дня проектировщика. По мнению У. Митчелла, наступает время пересмотра концепции формы, следующей за функцией, следующей за пространством действия: «Цифровая, электронная, виртуальная сторона всё больше перекрывает материальное. Во многих случаях хранение битов заменяет собой материальные артефакты, такие как книга, поэтому уменьшается необходимость в пространстве. Электронные связи заменяют собой физический доступ и связи при помощи коммуникаций в здании, поэтому императив доступа больше не играет такую важную роль в организации архитектурного пространства» [9].

Это может стать следствием того, что здания будут менять своё функциональное назначение или полностью, или отдельные элементы, например, системы коммуникаций будут заменены сетями.

Грань между виртуальным и реальным пространством постепенно стирается, человек работает с компьютерными интерфейсами гораздо чаще, чем с пространством зданий. Увеличивается количество устройств в пространстве здания, поддерживающих «Интернет вещей». Всё – от термостатов холодильников, дверей, соединяется с

Интернетом для обмена информацией. Рем Колхас предсказывает: «Каждый архитектурный элемент будет связан с информационными технологиями». Однако Томас Хоран в своей книге «Цифровые пространства» утверждает, что не зависимо от того, какие возможности даёт нам киберпространство, нет никаких оснований предполагать, что мы можем полностью отделить себя от физической реальности, скорее, рост киберпространства породит некий симбиоз между реальным и виртуальным пространством, нечто наподобие дополненной реальности. Заданиями всё ещё остаётся их основное назначение – убежище и говорить об окончательном преобразовании городской среды в киберпространство пока ещё рано.

В этом контексте следует упомянуть о концепции «умного города». Существует несколько концепций «умных городов», использующих в разной степени цифровую инфраструктуру. Основной целью концепций является достижение высокого качества жизни, устойчивого развития, экологичности, за счёт внедрения информационных технологий. Внедрённые в городскую среду датчики позволяют накапливать данные и следить за эффективностью работы инфраструктуры города в реальном времени. Датчики могут следить за уровнем загрязнения, шума, дорожного движения, систем парковки, освещения. Полученные данные могут быть открыты для публичного доступа в доступном формате. Электронное

управление помогает повышать эффективность взаимодействия с жителями города, отличается открытостью для внедрения новейших технологий. Единого стандарта «умного города» ещё не принято, однако интерес к подобному подходу не угасает. По оценке Глобального института McKinsey, к 2020 году по всему миру будет более 600 «умных городов».

Но изменения коснулись не только наполнения городской среды - выросли требования к информативности проектных моделей. Уже недостаточно простого чертежа. Набирает популярность проектная технология BIM (строительного информационного моделирования), которая несёт в себе глобальные процессуальные изменения, хотя на конечных результатах и чертежах это не слишком заметно. BIM, пришедший на место CAD, оперирует не просто чертежами, объекты, созданные BIM, включают информацию по широкому спектру параметров, автоматически реагирующих на различные изменения [6].

Методика и форма архитектурного проектирования напрямую отображает развитие информационных технологий, так как они вынуждены реагировать на все достижения в этой сфере. Хотя программы по автоматизации проектного процесса разрабатывались ещё начиная с 1960-х годов, внедрить их в проектный процесс стало возможным только в 1980-х, в связи с расширением компьютеризации, выходом первых программных продуктов компании Autodesk и GRAPHISOFT [2].



Рис. 5. Взаимосвязь устройств виртуальной и дополненной реальности

Следующий этап можно связать с внедрением технологий виртуальной (VR) и дополненной (AR) реальности. А. Асанович определяет развитие технологий виртуальной реальности как революцию в общении человека с компьютером, а виртуальную реальность - как машинно-генерирующую мультисенсорную среду, позволяющую проследить информацию о проектируемом объекте в реальном времени. Система виртуальной реальности используется в моделировании, презентациях и оценке объёмных моделей.

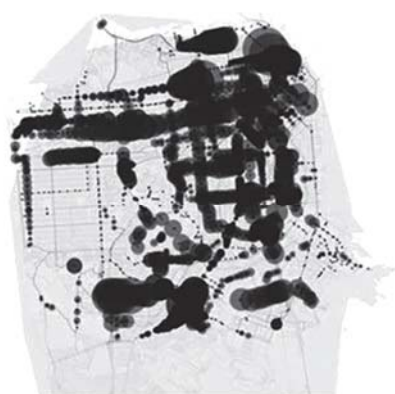
В системе AR реальный мир проектировщика расширяется за счёт графической или виртуальной информации, наложенной на реальность дополнительным слоем. Можно представить AR во взаимосвязи, где с одной стороны будет находиться виртуальная реальность, с противоположной – реальная, а посередине - дополненная реальность [1].

VR и AR неразрывно связаны с индустрией видеоигр, виртуальная среда обычно создаётся на основе игровых движков, таких как Unity или Unreal Engine, затем модели экспортируются из любых программ: Revit, Sketch Up, ArchiCAD. Наиболее распространённой технологией виртуальной реальности являются очки VR.

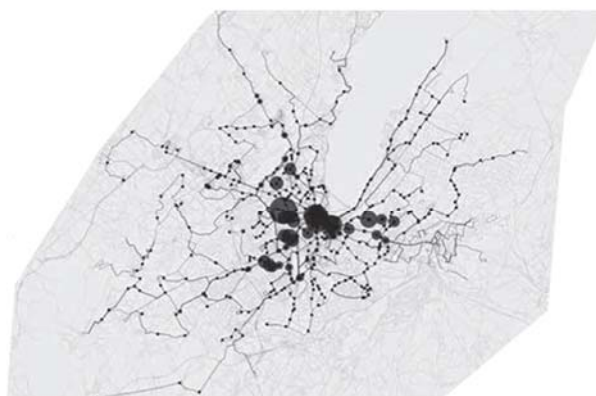
И хотя самой идее использовать VR в проектировании уже несколько десятков лет, только сейчас устройства виртуальной реальности становятся относительно доступными (рис. 5).

В связи с возрастанием уровня сложности объектов архитектурного проектирования стали востребованы программные средства для решения локальных этапов проектирования для визуализации и моделирования систем. Архитекторы, решившие идти в ногу с развитием технологий, постепенно внедряют такие инструменты. Средства моделирования, на основе системности городской среды, позволяют сводить сложность происходящих в ней информационных процессов, до доступных для восприятия визуализаций.

Примером может служить проект архитектурного бюро Schema Design, основная задача которого состоит в том, чтобы визуализировать информацию о перемещении транспорта в городах Филадельфии, в Цюрихе и Женеве (рис. 6). Проект даёт возможность понимания, как жители используют городское пространство в динамике. Результатом подобных моделей становится дополнительная обоснованность проектных решений.



Сан-Франциско, 8:42



Женева, 12:17

Рис. 6. Визуализация информации об активности населения в рамках проекта Urban Data Design Challenge, арх. бюро Schema Design, 2013

Компьютерные технологии являются инструментом анализа сложных процессов и систем, стимулируя само развитие системных наук, и в этом они схожи с искусственным интеллектом (AI). Искусственный интеллект определяют как область компьютерных наук, занимающуюся автоматизацией разумного поведения [5]. Безусловно, искусственный интеллект совсем не тождественен человеческому интеллекту, помещённому в компьютер. Предмет искусственного интеллекта находится ещё на совсем ранних стадиях исследования. Функции искусственного интеллекта на данный момент могут выполнять весьма ограниченные задачи, но это не мешает

архитектору использовать их в своей работе [8]. Например, решение задач, которые отнимают большое количество времени, программное обеспечение DepthmapX Университетского колледжа Лондона (рис. 7), использующей искусственный интеллект для анализа пространства по разным показателям.

Искусственный интеллект в архитектуре считается многообещающим, перспективным направлением, позволяющим работать с информацией и в скором времени, как предполагают разработчики, будет проникать в программное обеспечение, уже ставшее традиционным для проектирования.

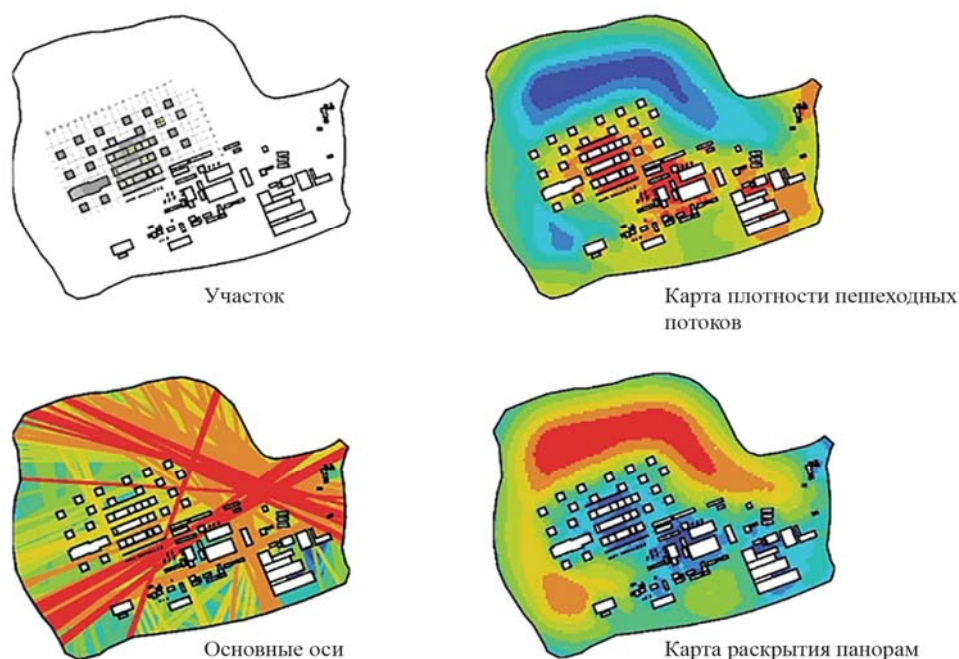


Рис. 7. Схемы пространства, построенные программной платформой DepthmapX

Выводы. Рассмотрев текущее состояние информационных технологий в архитектуре, можно заметить, что значительное влияние оказывается в сфере средств проектирования, в то время как по вопросам присутствия информации в архитектурной среде и проблематике киберпространства ведётся дискуссия. Необходимость охвата большего количества данных, сложное структурирование архитектурной среды – необходимое условие для реализации архитектурной деятельности. Вновь

появившиеся технологические и программные средства проектирования нуждаются в методологической поддержке и дальнейшем изучении, при этом информация может выступать как критерий эффективности. Чем более информативным является средство, тем более явно его соответствие решению современных проектных задач. Информация снижает неопределённость в формировании объекта проектирования, он становится более обоснованным. Новые средства

моделирования и визуализации способны изменить русло проектного процесса. Использование компьютерных средств в архитектурном проектировании не утратило свою перспективность по многим направлениям своего развития, а стало частью концепции развития общества в целом.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Асанович А. Компьютерные средства и эволюция методологии архитектурного проектирования : дис. ... д-ра архитектуры : 18.00.01 / Асанович Александр. – Москва, 2007. – 341 с.
2. Бірїлло І. В. Ретроспектива застосування комп'ютерних засобів в архітектурному проектуванні / І. В. Бірїлло // Сучасні проблеми архітектури та містобудування : наук.-техн. зб. / Київ. нац. ун-т буд-ва та архітектури ; відпов. ред. М.М. Дьомін. – Київ, 2015. – Вип. 38. – С. 374–380.
3. Голицын Г. А. Информация и творчество: на пути к интегральной культуре / Г. А. Голицын. – Москва : Русский мир, 1997. – 304 с.
4. Костенко А. Я. Средства информации в архитектуре / А. Я. Костенко. – Киев : Будівельник, 1984. – 112 с.
5. Кузнецов В. І. Робоча програма, методичні вказівки і завдання для контрольних робіт до вивчення дисципліни «Системний аналіз інформаційних процесів» для студентів напряму 6.020100-культура / В. І. Кузнецов, Г. Л. Євтушенко. – Дніпропетровськ : НМетАУ, 2013 – 74 с.
6. Чечельницкий С. Г. Архитектура и генеративное искусство / С. Г. Чечельницкий // Проблемы теории и истории архитектуры Украины : сб. науч. тр. / Одес. гос. акад. стр-ва и архитектуры, Архитектур.-художеств. ин-т, Одес. обл. орг. Укр. о-ва охраны памятников истории и культуры. – Одесса, 2013. – Вип. 13. – С. 262–268.
7. Mitchel B. Cyberspace: First Steps / Benedikt Mitchel. – Cambridge : MIT Press, 1991. – 436 p.
8. Full-scale Modeling in the Age of Virtual Reality. Proceedings of the 6th European Full-scale Modeling Association Conference in Vienna, 1996 / ed. Bob Martens ; Institute for Spatial Interaction and Simulation. – Wien, 1996. – 152p.
9. Mitchel W. City of bits space, place, and the infobahn / William Mitchel. – Cambridge : MIT Press, 1996. – 225 p.

REFERENCES

1. Asanovich A. *Komp'yuternyye sredstva i evolyuciya metodologii arkhitekturnogo proektirovaniya: dis. doktora arkhitektury: 18.00.01* [Computer facilities and the evolution of the methodology of architectural design: Dissertation of Dr. Sc. (Arch.): 18.00.01]. Moskva, 2007, 341 p. (in Russian).
2. Бірїлло І. В. *Retrospektiva zastosuvannya kompiuternykh zasobiv v arkhitekturnomu proektuvanni* [Retrospective of the computer assets appliance in the architectural design]. *Suchasni problemy arkhitektury i mistobuduvannya* [Modern problems of architecture and urban development]. Kyiv. nats. un-t bud-va ta arkhitektury [Kyiv National University of Construction and Architecture]. Kyiv, 2015, iss. 38, pp. 374-380. (in Ukrainian).
3. Golicyn G.A. *Informaciya i tvorchestvo: na puti k integral'noj kul'ture* [Information and creativity: towards an integral culture]. Moskva: Russkiy mir, 1997, 304 p. (in Russian).
4. Kostenko A.Ya. *Sredstva informacii v arkhitekture* [Media in Architecture]. Kyiv: Budivelnik, 1984, 112 p. (in Russian).
5. Kuznetsov V.Í. and Evtushenko H.L. *Robocha programa, metodychni vkazivky i zavdannia dlia kontrolnykh robit do vyvchennia dystsypliny «Systemnyi analiz informatsiinykh protsessiv» dlia studentiv napriamu 6.020100-kultura* [Work program, methodical instructions and tasks for control works to study the discipline "System analysis of information processes" for students of direction 6.020100-culture]. Dnipropetrovsk: NMetAU, 2013, 74 p. (in Ukrainian).
6. Chechel'nitskij S.G. *Arkhitektura i generativnoe iskusstvo* [Architecture and generative art]. *Problemy teorii i istorii arkhitektury Ukrainy* [Problems of theory and history of architecture of Ukraine]. Odes. gos. akad. str-va i arkhitektury, Arhitektur.-xudozhestv. un-t, Odes. obl. org. Ukr. o-va oxrany pamyatnikov istorii i kul'tury [Odessa State Academy of Construction and Architecture. University of Architecture and Art, Odessa Regional Organization of the Ukrainian Society for the Protection of Historical and Cultural Monuments]. 2013, iss. 13, pp. 262–268. (in Russian).
7. Mitchel B. *Cyberspace: First Steps*. Cambridge: MIT Press, 1991, 436 p.
8. Martens B. *Full-scale Modeling in the Age of Virtual Reality. Proceedings of the 6th European Full-scale Modeling Association Conference in Vienna*. Institute for Spatial Interaction and Simulation. Wien, 1996, 152 p.
9. Mitchel W. *City of bits space, place, and the Infobahn*. Cambridge: MIT Press, 1996, 225 p.

Рецензент: Челноков О. В. к. т. н., проф.

Надійшла до редколегії: 04.06.2017 р. Прийнята до друку: 14.06.2017 р.

УДК 711.27:911.372.32:719(477.46)

АРХИТЕКТУРНО-МІСТОБУДІВНІ ОСОБЛИВОСТІ АГЛОМЕРАЦІЙНОГО ПЛАНУВАННЯ

ЄГОРОВ Ю. І., к. арх., доц.

Кафедра лісового господарства, Уманський національний університет садівництва, вул. Інститутська, 1, Умань, 20305, Україна, тел. (04744) 3-43-79, e-mail: forestry@udau.edu.ua

Анотація. Розглянуто історичні етапи становлення, планувальну структуру територій та адміністративно-правовий статус агломерації на прикладі Уманщини. Обґрунтовано цінність природної та культурної спадщини, сформульовано методи містобудівних перетворень, рекомендовано удосконалення системи управління планувальної структури агломерації. Запропонована структурна модель – програма відродження архітектурно-ландшафтного потенціалу та організації системи туристичного огляду середовища Уманщини.

Ключові слова: Уманщина; спадщина; охорона; управління

АРХИТЕКТУРНО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АГЛОМЕРАЦИОННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

ЕГОРОВ Ю. И., к. арх., доц.

Кафедра лесного хозяйства, Уманский национальный университет садоводства, ул. Институтская, 1, Умань, 20305, Украина, тел. (04744) 3-43-79, e-mail: forestry@udau.edu.ua

Аннотация. Рассмотрены исторические этапы становления, планировочная структура территории и административно-правовой статус агломерации на примере Уманщины. Обоснована ценность природного и культурного наследия, сформулированы методы градостроительных преобразований, рекомендовано усовершенствование системы управления планировочной структуры агломерации. Предложена структурная модель - программа возрождения архитектурно-ландшафтного потенциала и организации системы туристического осмотра среды Уманщины.

Ключевые слова: Уманщина; наследие; охрана; управление

ARCHITECTURAL AND URBAN PLANNING FEATURES OF AGGLOMERATIVE PLANNING

YEGOROV Yu. I., *Cand. Sc. (Arch.), Ass. Prof.*

Department of Forestry, Uman National University of Horticulture, 1, Instyutaska str., Uman, 20305, Ukraine, tel. (04744) 3-43-79, e-mail: forestry@udau.edu.ua

Abstract. The historical stages of formation, planning structure of the territories, administrative and legal status of the agglomeration, on the example of Uman region had been considered. The value of natural and cultural heritage had been grounded, methods of urban development were formulated. Improvement of the management system of the planning structure of the agglomeration had been recommended. Structural model as a program for the revival of architectural and landscape potential and the organization of a tourist survey of Uman region's environment had been proposed.

Keywords: *Uman region; heritage; protection; management*

Вступ. У сучасній теорії і практиці містобудування впроваджуються демократичні форми значних політичних та соціально-економічних змін, які формують новий сучасний світогляд і відповідне архітектурне мислення. За таких умов виникає потреба в теоретичному обґрунтуванні нової державної містобудівної політики, врахування наслідків минулих періодів, а також сучасних та перспективних проблем. Наведене дослідження присвячене одній із найактуальніших проблем агломераційного

планування Уманщини, спрямованого на просторову організацію містобудівних процесів, які в сукупності визначають рівень життєдіяльності населення.

Постановка проблеми. Нині правові професійні норми щодо державного регулювання, планувального розвитку, системи охорони та управління об'єктів культурної спадщини цієї агломерації, у тому числі юридичне визначення поняття «Уманщина» не легітимізовані в державному законодавстві. Для здійснення управління територіями Уманського краю,

зокрема, просторової організації середовища, питання підвищення естетичних якостей довкілля, гармонізації великих просторів агломерації композиційними засобами, як правило, не порушувались. Ігнорування культурно-ландшафтного контексту, своєрідності національно-агломераційного досвіду й естетичної привабливості історичного середовища поселень Уманщини викликають на практиці значні архітектурно-містобудівні помилки.

Аналіз публікацій. Методологічне значення для цього дослідження мають фундаментальні праці в галузі архітектури та містобудування Ю. М. Білоконя, М. М. Дьоміна, Т. Ф. Панченко. Дослідженням проблем збереження та охорони культурної спадщини присвячено наукові праці В. В. Вечерського, О. А. Пламеніцької. Закономірності історичного розвитку Уманщини досліджували Т. П. Бевз, Ю. І. Бодров. Композиційні основи містобудівного розвитку широко представлені у працях зарубіжних учених М. Г. Бархіна, А. В. Іконнікова, К. Лінча.

Мета статті - обґрунтування цінності природної та культурної спадщини, формулювання методів містобудівних перетворень, удосконалення системи управління планувальної структури Уманщини.

Виклад матеріалу

Назва об'єкта. Поняття «Уманщина» у свідомості сучасного міського мешканця асоціюється із значною територією з центром у місті Умань, сукупністю природних, соціальних та культурних компонентів, унікальною історичною долею.

На думку істориків, під Уманщиною розуміється не тільки сучасний Уманський район, адже його створено порівняно недавно, а й Уманський повіт у складі Київської губернії, Уманський округ військових поселень, Уманський козацький полк, Уманський повіт Брацлавського воєводства.

У більшості наукових праць стверджується, що назва самого міста Умань пов'язана з назвою річки Ума, про яку літопис згадує ще в 1497 році. Можна припустити, що згодом річку Уму стали називати Уманкою, а побудоване біля неї місто Уманню. Але таке пояснення небездоганне, тому що «пустиня Гумань» обмежена на карті річками Удич, Південний Буг, Синюха, Ятрань і Ревуха, там протікає річка Уманка, значно менша їх за розмірами.

Найімовірнішим слід вважати таке походження назви міста Умань. Із кінця II ст. на півдні Уманщини в степах кочували *кумани*, там була *Куманія*. То – латинська назва, місцеве населення могло говорити Кумань (Волинь, Київ, Познань). Як у багатьох народів Сходу, звідки прикочували кумани, буква к часто трансформується в букву г. Тому одні люди називали одну й ту ж місцевість Куманією, а інші Гуманню (наприклад, Карадах – Гарадах, Кубань – Губань). Колись і саме місто називали не Уманню, а Гуманню. Аналізуючи вказані та деякі інші відомості, історики доходять висновку, що назва міста могла виникнути в результаті таких перетворень: Куманія – Кумань – Гумань - Умань [2].

Адміністративний статус об'єкта. У сучасній теорії і практиці містобудування проблеми розселення людей на певній території пов'язуються з локальними системами розселень, які являють собою межі поселень, розміщених у мережах компактних територій, транспортна доступність якої від центру до крайнього пункту не перевищує 1-1,5 год. в один кінець (100-150 км). Прикладом такого утворення є міська агломерація, яка створює можливість постійного спілкування населення [1].

Наразі сьогодні дослідники називають Уманщину регіоном, районом, агломерацією, міжрайонною системою розселення. Агломераційне планування Уманщини, обмежене тільки обласними і районними кордонами, вже не дає можливості вирішувати найважливіші питання, пов'язані з економічною,

екологічною, соціальною і культурною проблематикою.

Враховуючи характер територіальної цілісності і функціонально взаємопов'язаної групи поселень, між якими існує розподіл соціальних, економічних та культурних зв'язків, що історично склалися, з географічним центром України в місті Умань, Уманщину слід віднести до етнокультурної агломерації держави, результату прояву унікальних просторових, ландшафтних та мистецьких чинників.

Опис об'єкта. Територіальний аналіз планувальної структури Уманщини, проведений автором, виявив певні спільні риси та розбіжності в наукових працях щодо визначення меж досліджуваного утворення. На думку К. Лінча, «...межі, або кордони – ці лінійні елементи оточення, які глядач не використовує як шляхи і не розглядає їх у цій якості. Це межі між двома станами» [5]. Усі визначення однозначно являють Уманщину як неподільний, первинний елемент (у складі декількох областей) планувальної структури України – тобто територію, обмежену певними *кордонами*.

Кордони Уманського козацького полку на час його становлення на заході межували із Кальницьким (Вінницьким) та Брацлавським полками, гранична *межа* проходила в районі річок Соб та Буг. На півночі та північному сході у 1649 році він межував з Білоцерківським, а 1654 році – Павлоцьким і Білоцерківським полками. З півдня *межі* полку доходили до степу і були дуже нерівними, а на південь від брацлавського кордону по р. Удич простягався вузький клин. Зі сходу найвіддаленішою сотнею полкової території була Уманська сотня з належними до неї Псарівкою та Сушківкою у районі р. Ятрань [3].

Відповідно до територіального аналізу центральної частини України, яка включає середню Наддніпрянщину та Поділля, історичних документів, топографічних карт запропоновано методика визначення *меж* об'єкта дослідження – Уманщини, яка визначається двома факторами: природними межами річок та адміністративними

межами. На запропонованій території Уманщини ці два різні за своєю природою типи меж не збігаються: межі Черкаської, Вінницької, Київської, Кіровоградської, Одеської та Миколаївської адміністративних областей проходять у середині досліджуваного утворення, яке з півночі обмежене басейном р. Рось, а з півдня, сходу та заходу – адміністративними межами районів. Таким чином, уманська агломерація водозбірних територій річок Рось та Південний Буг відповідає частинам шести областей (рис.).

Історичність планування об'єкта. Історія містобудівного розвитку Уманщини сповнена конфліктів, деякі з них не вирішені донині. З найдавніших часів вона перебувала в зоні стійкого заселення людьми, тут формувалися осередки археологічної культури, які справили помітний вплив на цивілізований розвиток не тільки українських земель, а й усього людства. Найяскравіший слід залишила трипільська культура (IV - середина III тис. до н. е.), яка не поступалася розвинутих цивілізаціям стародавнього світу.

Важливу роль землі Уманщини, передусім подніпровські, відіграли у становленні однієї з наймогутніших держав епохи Середньовіччя – Київської Русі (XI – XIII ст.), яка започаткувала й утвердила державотворчі традиції українського народу. Укріплені міста-фортеці Корсунь, Умань, Брацлав одночасно були значними ремісничо-торговельними і культурними центрами держави. На Уманщині зародилося і стало впливовою суспільно-політичною силою українське козацтво, а в середині XVII ст. край перебував в епіцентрі Визвольної війни українського народу.

До цього слід віднести унікальну планувальну структуру міжнародних національних автошляхів: північ - південь – Санкт-Петербург – Умань – Одеса; схід - захід – Дніпро – Умань – Львів – Берлін. Як свідчать історики, російські монархи часто користувались цими шляхами, щоб приїхати в Умань та відвідати «Софіївку», або, подорожуючи в Одесу чи Катеринослав - третю південну столицю імперії (Олександр I – 1820 р., Микола I – 1847 р., Олександр II

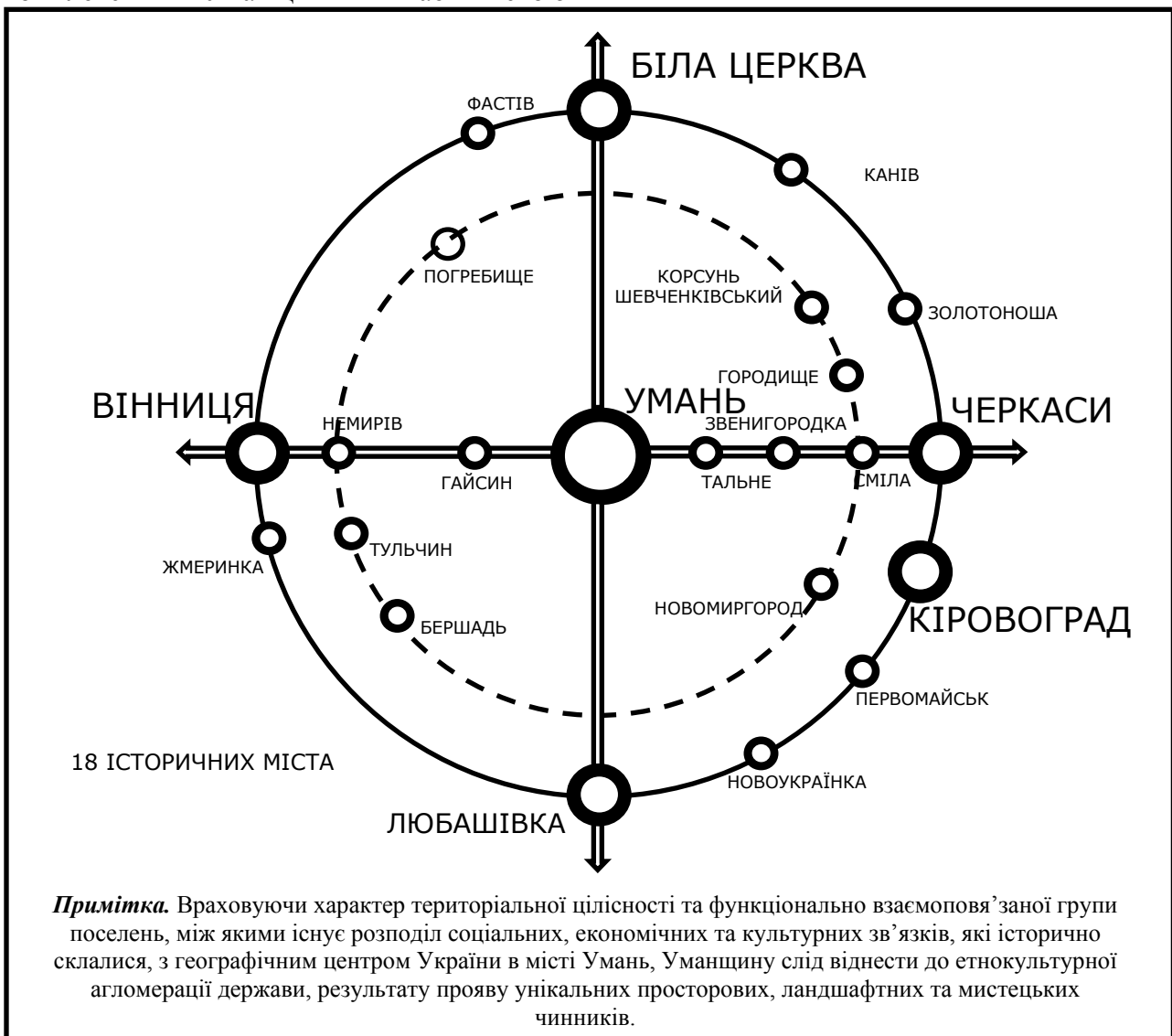
- 1859 р.). Перехрестя цих двох трансконтинентальних магістралей, головних планувальних осей у центрі України, в м. Умань, крім загальноєвропейського значення, має й глибокий символічний сенс.

Природні ландшафти об'єкта.

Природні комплекси Уманщини за характеристиками рельєфу поділяються на горбкуваті та рівнинні, серед них річкові долини, яри в басейнах річок Південний Буг, Синюха, гірські каньйони Гірського Тікичу, рівнинні степові простори Півдня, лісостеп Середньої Наддніпрянщини та лісові масиви Полісся. Численні природні кордони давали можливість укриття та протистояли зазіханню чужинців. Кожен із цих комплексів Уманщини має свою

унікальність, цілісність, універсальність, що визначає передумови формування і розвитку національної архітектури [4].

Річки Південний Буг, Рось, Синюха, Гірський Тікич, Ятрань, Соб, Дахно – це природні феномени краю, сформовані фізичними і біологічними утвореннями (групами утворень) довкілля. Межі басейнів річок охоплюють достатньо значну територію - близько 82,1 тис. км², що складає 7,6 % від загальної площі об'єкта дослідження. Ключові території басейнів річок забезпечують збереження найбільш цінних і типових для даної агломерації компонентів ландшафтного та біологічного різноманіття.



Примітка. Враховуючи характер територіальної цілісності та функціонально взаємопов'язаної групи поселень, між якими існує розподіл соціальних, економічних та культурних зв'язків, які історично склалися, з географічним центром України в місті Умань, Уманщину слід віднести до етнокультурної агломерації держави, результату прояву унікальних просторових, ландшафтних та мистецьких чинників.

Рис. Планувальна модель культурних та просторових зв'язків уманської агломерації

Як показали дослідження, озеленені території Уманщини являють собою своєрідні рекреаційні утворення, які включають зони відпочинку та лісопаркові масиви. Зони відпочинку класифікуються залежно від розташування в системі агломерації або населеного місця. Лісопарки являють собою об'єкти ландшафтної архітектури, передбачені для короткочасового відпочинку. В межах Уманщини значні лісопаркові масиви площею понад 290 тис. га включають різні ландшафтні об'єкти, в тому числі садово-паркові комплекси в містах Умань, Корсунь-Шевченківський, Тальне, Звенигородка, Немирів, Бершадь та ін.

Культурне надбання об'єкта. На території Уманщини створена достатньо розгалужена, ієрархічно структурована, типологічно різноманітна цілісна система історичних місць (18 міст та два селища міського типу). Пам'ятки різних епох, меморіальні об'єкти агломерації та ландшафтні парки входять до чотирьох історико-культурних заповідників, двом із яких надано статус національних. Заповідники Уманщини - це спеціально відокремлені території, на яких містяться історичні комплекси, ансамблі, що становлять визначну наукову, історичну та мистецьку цінність.

Серед них - Державний історико-культурний заповідник «Трипільська культура» в с. Легедзене (створений 2003 р.), який опікується протомістами трипільської культури, розташованими в шести селах Тальнівського району (Веселий Кут, Глибочек, Майданецьке, Онопрівка, Пищана, Тальянки) в радіусі 7-12 км; 10 пам'яток історії світового значення, розпланована структура поселень археологічного характеру мають видатну універсальну цінність з точки зору історії та науки.

На території Корсунь-Шевченківського національного історико-культурного заповідника (створений 1994 р.) розташований палацовий ансамбль князів Лопухіних-Демидових започаткований у 1782 р. (архітектори Ж. Мюнц і Я. Ліндсей). Нині збереглося 10 із 13 споруд - пам'яток національного значення, що утворюють просторову єдність та зв'язок із пейзажем, та стали унікальним свідченням культурної традиції доби класицизму ХУІІІ-ХІХ ст. Загалом заповідник охоплює 15 окремих територій загальною площею 108 га, включає 29 нерухомих пам'яток культурної спадщини, в тому числі поле Корсунської битви (1045 р.),

садибу-музей письменника І. Нечуя-Левицького та музей композитора К. Стеценка в с. Квітки.

Враховуючи історичну та архітектурну цінність комплексу пам'яток Умані, у 2005 р. створили Державний історико-архітектурний заповідник «Стара Умань». Він включає 10 об'єктів, серед них сім пам'яток архітектури, три пам'ятки історії, у тому числі костюл Успінн Богородиці - пам'ятка архітектури національного значення (1825 р.) та пам'ятка монументального мистецтва національного значення - бронзовий бюст І. Д. Черняховському, (скульптор Є. В. Вучетич). Заповідник охоплює окремі території загальною площею 82 га, включає архітектурні споруди, побудовані в різні періоди, що належать до мистецької доби ХІХ-ХХ століть.

Охорона культурного надбання. На основі опису викладеної природної та культурної спадщини Уманщини пропонується удосконалити загальні теоретичні положення та практичні заходи з охорони нерухомих пам'яток агломерації у процесі управління територіями.

Охорона об'єктів традиційного середовища краю повинна гарантувати, що універсальна цінність, цілісність та автентичність буде підтримуватись та поліпшуватись у майбутньому. Регулярний моніторинг загального стану збереженості об'єктів повинен включати розроблення документації з визначенням ключових показників.

Архітектурно-містобудівна діяльність у межах Уманської агломерації, пов'язана з охороною та розвитком культурної спадщини, території історичної забудови, а також охоронних зон, вимагає створення і дотримання чітких регламентів використання території. У Законі України «Про державний земельний кадастр» визначаються «режимно-твірні об'єкти, до яких належать об'єкти культурної спадщини з природними або набутими властивостями, з установленням обмежень у використанні земель». Головна вимога до проведення будь-якої діяльності у межах нерухомих пам'яток та їх охоронних зон - це збереження цілісності, автентичності та поліпшення властивостей, а також забезпечення можливостей огляду і туристичної діяльності.

Відповідно до ДБН Б.2.2.-2008 регламентується порядок визначення меж та режимів використання зон охорони пам'яток архітектури містобудування. Проте ці вимоги стосуються сприйняття об'єктів у безпосередньому оточенні без урахування

потреб експонування на рівнях панорам та міських силуетів. Тому головним чинником регулювання архітектурно-містобудівної діяльності в межах охоронних зон та за їх межами стає вимога збереження історичних ландшафтів, що сприймаються з різних відстаней та ракурсів.

Висновки. 1. З метою врахування нормативних вимог пропонується «забезпечення сприйняття ближніх і дальніх ракурсів об'єкта з урахуванням закономірності сприйняття». Це пов'язується з обмеженням висот і габаритів забудови, передбачається опрацювання силуетів та панорам видового розкриття об'єктів, формування просторово-візуальних зв'язків людини й об'єкта з оточенням – «басейнів», «фронтів», «фокусних точок».

2. Вимоги спадкоємного розвитку перспективної забудови на теренах Уманщини повинні узгоджуватись із критеріями висотної відповідності, масштабності, подібності,

ритмічної та метричної співрозмірності. Реконструкція ансамблевих систем повинна досягти єдності структурно-планувальних рішень, масштабу, ритму та симетрії споруд, простору що утворюють.

3. Особливе значення в охороні об'єктів культурної спадщини краю мають розробки візуально-просторового моделювання міських ансамблів. Склад та структура візуально-просторових моделей мають три взаємопов'язані рівні: зовнішній – зв'язок об'єкта з містом та оточенням; внутрішній, на якому формується візуальне сприйняття ансамблю; фрагментальний, на якому забезпечується об'ємно-пластичне і детальне сприйняття вигляду ансамблю. Ця класифікація передбачає просторову організацію середовища на кожному рівні з визначенням видових маршрутів, видових точок, їх ритмічного зв'язку та супідрядності.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Архітектура : короткий словник-довідник / Євреїнов Ю. М., Пламяницька О. А., Вечерський В. В. [та ін.] ; за ред. А. Мардера. – Київ : Будівельник, 1995. – 334 с.
2. Бевз Г. П. Історія Уманщини / Г. П. Бевз. – Київ, 1997. – 103 с.
3. Бодров Ю. І. Історія Уманського козацького полку / Ю. І. Бодров. – Київ : Київський університет, 2001. – 278 с.
4. Ксєневич М. Я. Українська архітектура, її визначальний контекст у просторі, часі, інформації : основи українського архітектурознавства / М. Я. Ксєневич ; Укр. акад. архітектури, Київ. нац. ун-т будівництва і архітектури. – Київ : [б.в.], 2005. – 426 с.
5. Линч К. Образ города / К. Линч. – Москва : Стройиздат, 1982. – 328 с.

REFERENCES

1. Yevreinov Yu.M., Plamianytska O.A., Vecherskyi V.V., ed. MArder A. *Arkhitektura: korotkyi slovnyk-dovidnyk* [Architecture: a short dictionary-directory]. Kyiv: Budivelnyk, 1995, 334 p. (in Ukrainian).
2. Bevz H.P. *Istoriia Umanshchyny* [History of Uman region]. Kyiv, 1997, 103 p. (in Ukrainian).
3. Bodrov Yu.I. *Istoriia Umanskoho kozatskoho polku* [History of the Uman Cossack Regiment]. Kyiv: Kyivskiyi universytet, 2001, 278 p. (in Ukrainian).
4. Ksenevych M.Ya. *Ukrainska arkhitektura, ii vyznachalniy kontekst u prostori, chasi, informatsii: osnovy ukrainskoho arkhitekturoznavstva* [Ukrainian Architecture, its defining context in space, time, information: the basics of Ukrainian architecture]. Ukr. akad. arkhitektury, Kyiv. nats. un-t budivnytstva i arkhitektury [Ukrainian Academy of Architecture, Kyiv National University of Construction and Architecture]. Kyiv, 2005, 426 p. (in Ukrainian).
5. Lynch K. *Obraz goroda* [The image of the city]. Moskva: Strojizdat, 1982, 328 p. (in Russian).

Рецензент: Мироненко В. П. д-р арх., проф.

Надійшла до редколегії: 10.06.2017 р. Прийнята до друку: 27.06.2017 р.