

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 (243-243)
липень – серпень 2018**

Дніпро 2018

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.
Видавничий редактор	В. В. Данішевський, д-р техн. наук

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ РАДИ:

В. М. Дерев'янка, 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'янка, 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 імені 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. Проскураков, 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 № 3 від 23.10.2018 р.
Сайт видання	http:// visnyk.pgasa.dp.ua
Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науково-практичний журнал	<i>Інформаційно-аналітичні системи:</i> РІНЦ (eLibrary), InfoBase Index (IBI Factor = 3,96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory, Indexing of International Research Journals (CiteFactor). <i>Електронні бібліотеки та пошукові системи:</i> 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 Л. В. Михайлова 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 (243-244)
июль – август 2018**

Днепро 2018

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.

Выпускающий редактор В. В. Данишевский, д-р техн. наук

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА:

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 имени 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 Дукат, 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 № 3 от 23.10.2018 г.

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

Научометрические базы и электронные библиотеки, в которых зарегистрирован научно-практический журнал *Информационно-аналитические системы: ПИНЦ (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 Л. В. Михайлова

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

№ 4 (243-244)

July – August 2018

Dnipro 2018

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
Executive Editor	V. V. Danyshevskyi, Doctor of Engineering Science

MEMBERS OF EDITORIAL BOARD:

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 Dnipro National University, Dnipro*. A. I. Bilokon, Doctor of Engineering Science, *Prydniprov's'ka 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. Danyshevskyi, 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's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture» Issued 6 times a year
Recommended for publication by	the Academic Board of the Academy, № 3 23.10.2018.
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 L. B. Mykhailova Editor V. D. Malovyk Proofreader V. D. Malovyk

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Дубров Ю. І., Волчук В. М., Большаков В. І. ОБЛАСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ АНТРОПОМОРФНОЇ СИСТЕМИ	10
Дубров Ю. І. МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМОВІДНОСИН СОЦІАЛЬНИХ ОРГАНІЗМІВ	17
Волчук В. М., Сізова О. Р. ДО ПРОГНОЗУ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛУ	25
Шатов С. В., Корольов В. М. РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ З РЕКОНСТРУКЦІЇ КОМПЛЕКСУ ВИДОБУВАННЯ ЛІКУВАЛЬНИХ ГРЯЗЕЙ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ «СОЛОНІЙ ЛИМАН»	30
Кравчуновська Т. С., Разумова О. В., Данилова Т. В., Мішина Ю. Є. ОБґРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗШИРЕННЯ МЕРЕЖІ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ПІД ЧАС КОМПЛЕКСНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ	37
Чернишев Д. О., Заяць Є.І., Ковальов В. В. ВИМОГИ ДО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ПРОЕКТІВ БІОСФЕРОСУМІСНОГО БУДІВНИЦТВА	48
Сторожук М. А., Дехта Т. М. ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ УЩІЛЬНЕННЯМ БЕТОННИХ СУМШЕЙ ВІБРАЦІЙНИМ СПОСОБОМ І ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ.....	56
Менейлюк О. І., Петровський А. Ф., Борисов О. О., Кирилюк С. В. РОЗРОБКА ШНЕКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ЗАХИСНОГО ЕКРАНУ	65
Сопільняк А. М., Колохов В. В., Шляхов К. В., Сенчишак Д. В. , Кобзар І. І. ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДВОРАМНИХ МЕТАЛОПЛАСТИКОВИХ ВІКОН	71
Бабій І. М., Гострик А. М., Кальчєня Є. Ю. БАГАТОКРИТЕРІЙНИЙ АНАЛІЗ ПІД ЧАС ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ МІЖПОВЕРХОВИХ МОНОЛІТНИХ ПЕРЕКРИТТІВ	79
Євсєєва Г. П., Петренко В. В. ПІЧ – ОПАЛЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ НАРОДНОГО ЖИТЛА СЕРЕДНЬОГО ПОДНІПРОВ'Я (КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ТА СВІТОГЛЯДНИЙ АСПЕКТИ).....	85

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Дубров Ю. И., Волчук В. Н., Большаков В. И. ОБЛАСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АНТРОПОМОРФНОЙ СИСТЕМЫ	10
Дубров Ю. И. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ	17
Волчук В. Н., Сизова Е. Р. К ПРОГНОЗУ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА	25
Шатов С. В., Королев В. Н. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ РЕКОНСТРУКЦИИ КОМПЛЕКСА ДОБЫЧИ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «СОЛЕННЫЙ ЛИМАН»	30
Кравчуновская Т. С., Разумова О. В., Данилова Т. В., Мишина Ю. Е. ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАСШИРЕНИЯ СЕТИ ДОШКОЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ	37
Чернышев Д. О., Заяц Е. И., Ковалев В. В. ТРЕБОВАНИЯ К ИНСТРУМЕНТАРИЮ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТОВ БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	48
Сторожук Н. А., Дехта Т. Н. ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ УПЛОТНЕНИЕМ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ВИБРАЦИОННЫМ СПОСОБОМ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ.....	56
Менейлюк А. И., Петровский А. Ф., Борисов А. А., Кирилюк С. В. РАЗРАБОТКА ШНЕКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНОГО ЭКРАНА	65
Сопильняк А. М., Колохов В. В., Шляхов К. В., Сенчишак Д. В., Кобзарь И. И. ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХРАМНЫХ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ОКОН.....	71
Бабий И. Н., Гострик А. Н., Кальченя Е.Ю. МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ МЕЖДУЭТАЖНЫХ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ	79
Евсеева Г. П., Петренко В. В. ПЕЧЬ - ОТОПИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НАРОДНОГО ЖИЛЬЯ СРЕДНЕГО ПОДНЕПРОВЬЯ (КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ И МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ)	85

SCIENTIFIC RESEARCH

Dubrov Yu. I., Volchuk V. N., Bol'shakov V. I. SCOPE OF ANTHROPOMORPHIC SYSTEM FUNCTIONING	10
Dubrov Yu. I. MODELING THE RELATIONSHIPS OF SOCIAL ORGANISMS	17
Volchuk V. M., Sizova O. R. TO THE FORECAST OF MECHANICAL PROPERTIES OF METAL	25
Shatov S. V., Korolyv V. N. DEVELOPMENT OF TECHNICAL SUGGESTIONS ON THE RECONSTRUCTION OF THE COMPLEX OF BOOY OF MEDICAL MUDS OF MEDICAL ESTABLISHMENT «SALT ESTUARY»	30
Kravchunovska T. S., Razumova O. V., Danylova T. V., Mishyna Y. Y. SUBSTANTIATION OF THE EXPEDIENCY OF THE EXPANSION OF THE NETWORK OF PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN THE COMPLEX RECONSTRUCTION OF URBAN DEVELOPMENT.	37
Chernyshev D. O., Zaiats Ye. I., Kovalov V. V. REQUIREMENTS TO THE TOOLS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT OF PROJECTS OF BIOCOMPATIBILITY BUILDINGS	48
Storozhuk N. A., Dehta T. N. OPTIMAL CONTROL OF CONCRETE MIXTURES COMPACTING BY VIBRATION METHOD AND ITS FEATURES	56
Menelyuk O. I., Petrovsky A. F., Borisov O. O., Kyryliuk S. V. DEVELOPMENT OF AUGER TECHNOLOGY FOR CREATING PROTECTIVE SCREEN	65
Sopilnyak A. M., Kolokhov V. V., Shlyakhov K. V., Senchishak D. V., Kobzar I. I. RESEARCH OF THE VIABILITY OF APPLICATION OF DOUBLE GLAZING METAL-PLASTIC WINDOWS	71
Babij I. N., Hstryk A. N., Kalchenya E. Yu. MULTIPLE CRITERIA ANALYSIS WHEN CHOOSING THE TECHNOLOGY OF THE SOUND INSULATION DEVICE OF THE MONOLITHIC INTERFLOORING	79
Yevsieieva G. P., Petrenko V. V. A STOVE AS A HEATING DEVICE OF FOLK ACCOMMODATION IN MIDDLE PODNIPROVIA (STRUCTURAL-FUNCTIONAL AND WORLD VIEW ASPECTS)	85

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 165.325:001.5

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.10.305

ОБЛАСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АНТРОПОМОРФНОЙ СИСТЕМЫ

ДУБРОВ Ю. И.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ВОЛЧУК В. Н.², *д-р техн. наук, доц.*,

БОЛЬШАКОВ В. И.³, *д-р техн. наук, проф.*

¹Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

²Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7199-192X

³Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Дніпро, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

Аннотация. Введение. Большая часть систем, создаваемых нами, как правило, реализует антропоморфный принцип, приближенно воспроизводящий те или иные функции человеческого организма. Функции осуществляют целеполагание, планирование ресурсов, построение стратегии достижения целей и т. д. Поскольку данные принципы воспроизводят функции человеческого организма, постольку выживание является определяющим параметром антропоморфных систем. **Основная часть.** Интеллектуальная составляющая антропоморфной системы, в основном, проявляется в её многокритериальности, которая инициирует выбор, на каждом этапе функционирования, основного критерия из множества альтернативных, находящихся в границах ограничений. Выбор основного критерия, как правило, заключается в исследованиях моделей, в которых выживание является определяющим параметром, способствующим определению ошибочных вариантов выбора. Приведен пример конкретного применения антропоморфной системы, в которой выбор основного критерия становится более точным при его модификации посредством применения фрактального формализма. **Выводы.** Показан выбор области функционирования антропоморфной системы с применением фрактального подхода, что способствует ее идентификации.

Ключевые слова: антропоморфная система; сложная система; функция выживания; область компромисса; неоднородные критерии

ОБЛАСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ АНТРОПОМОРФНОЇ СИСТЕМИ

ДУБРОВ Ю. І.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ВОЛЧУК В. М.², *д-р техн. наук, доц.*,

БОЛЬШАКОВ В. І.³, *д-р техн. наук, проф.*

¹Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

²Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7199-192X

³Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

Анотація. Вступ. Більша частина систем, створюваних нами, як правило, реалізує антропоморфний принцип, що наближено відтворює ті або інші функції людського організму. Функції здійснюють цілепокладання, планування ресурсів, побудову стратегії досягнення цілей і т. д. Оскільки ці принципи відтворюють функції людського організму, остільки виживання постає визначальним параметром антропоморфних систем. **Основна частина.** Інтелектуальна складова антропоморфної системи, в основному, проявляється в її багатокритеріальності, яка ініціює вибір, на кожному етапі функціонування, основного критерію з безлічі альтернативних, що знаходяться в межах обмежень. Вибір основного критерію, як правило, полягає в дослідженнях моделей, в яких виживання постає визначальним параметром, що сприяє визначенню помилкових варіантів вибору. Наведено приклад конкретного застосування антропоморфної системи, в якій

виживання – адекватний вибір основного критерію з безлічі альтернативних. **Висновки.** Показано вибір області функціонування антропоморфної системи із застосуванням фрактального підходу, що сприяє її ідентифікації.

Ключові слова: антропоморфна система; складна система; функція виживання; область компромісу; неоднорідні критерії

SCOPE OF ANTHROPOMORPHIC SYSTEM FUNCTIONING

DUBROV Yu. I.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

VOLCHUK V. N.², *Dr. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,

BOL'SHAKOV V. I.³, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

¹Department of Materials Science, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnepr, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

²Department of Materials Science, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnepr, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7199-192X

³Department of Materials Science, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnepr, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: bolshakov@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0003-0790-6473

Annotation. Introduction. The anthropomorphic principle, as a rule, is a big part of systems created by us approximately reproducing certain functions of the human body. Functions carry out goal-setting, resource planning, building a strategy for achieving goals, etc. Since these principles reproduce the functions of the human body, survival is the defining parameter of anthropomorphic systems. **Main part.** The intellectual component of the anthropomorphic system, mainly manifests in its multi-criteria, which initiates the selection, at each stage of operation, of the main criterion, from a variety of alternative ones that are within the limits of the restrictions. The choice of the main criterion, as a rule, consists in the research of models in which survival is a decisive parameter contributing to the determination of erroneous choices. An example of a specific application of an anthropomorphic system is given, in which the choice of the main criterion becomes more accurate with its modification through the application of fractal formalism. **Conclusions.** The choice of the scope of anthropomorphic system functioning is shown using the fractal approach, which contributes to its identification.

Key words: an anthropomorphic system; complex system; the survival function; a compromise area; the heterogeneous criteria

Введение. Более ста лет прошло с тех пор, когда человечество обратило внимание на то, что среди объектов, которые его окружают, есть такие, качество функционирования которых каким-либо единым показателем охарактеризовать невозможно. Так, например, качество производимого металла может характеризоваться его прочностью, вязкостью, упругостью, блеском и т. д. Причём эти показатели зачастую могут противоречить друг другу, в том смысле, что, улучшая один показатель, мы ухудшаем другой – например: прочность-пластичность, вязкость-хрупкость и др.

Аналогичным системам, дефиниция критерий¹ является определяющей. Согласно этому критерию системы подразделяются на простые и сложные

(СС)². Качество функционирования систем вообще, а СС в частности, характеризуется и оценивается качественными и количественными критериями [2; 3]. Качественные критерии – это такие, которые могут иметь только два значения, например: в случае успеха – 1 и 0 – в противоположном случае. Количественно определяемые критерии – это такие, которые описывают результаты действий СС, характеризующиеся изменением значения

²Под сложной системой мы понимаем систему с относительно большим числом переменных, сильно взаимосвязанных между собой, изменяющихся в относительно широком диапазоне случайным или непредсказуемым образом. В начале своего фундаментального труда [1] Г. Хакен отмечал, что системы могут быть сложными не только потому, что они состоят из большого числа частей, а еще и потому, что их отличает сложное поведение. Такое поведение, прежде всего, присуще системам, которые, как правило, имеют относительно большое число критериев, а также большое число взаимосвязанных между собой переменных, часть из которых зачастую изменяется случайным или непредсказуемым образом. Это предопределяет множественность возможных траекторий развития СС.

¹Греческое *kriterion* обозначает признак, на основании которого производится оценка чего-либо.

отдельного показателя, назначаемого в качестве критерия. Например, этой величиной может быть время, за которое атлет пробегает заданную дистанцию. Кажущаяся простота качественного критерия обманчива, поскольку функциональная зависимость его от неконтролируемых и случайных факторов может быть весьма сложной.

Объекты, для которых выбор критерия однозначно диктуется их целевой направленностью, встречаются сравнительно редко, поскольку, например, попытки формализовать эффективность какого-либо действия СС, как правило, выливаются в составление списка требований, состоящих из набора частных показателей эффективности (частных критериев). Задачи, постановка которых не может быть отражена в достижении какого-либо одного критерия, называют многокритериальными [4].

Типичной является задача оценки качества функционирования СС, которая проявляется в ее многокритериальности. В реальных задачах такого критерия, который бы удовлетворял всем требованиям, предъявляемым к СС, не существует. На практике подобные задачи пытаются решать путем «свертки» множества частных критериев в единый критерий, для чего применяют искусственный прием, в результате которого составляют из нескольких показателей (частных критериев) единый [2].

Основываясь на логике создания СС, приходим к выводу, о том, что основной оценкой функционирования СС является её **выживаемость**³ [5].

Основная часть. Основываясь на принятом в медицине понятии **выживаемости** как способности организмов сохраняться в условиях воздействия неблагоприятных факторов, применим эту дефиницию с учётом того, что СС, создаваемая человеком, как правило,

включает как механизм, который она же и создаёт так и организм, управляющий⁴ этим механизмом.

Если для организмов выживаемость – это средняя для популяции вероятность сохранения особей каждого поколения за определённый промежуток времени, то для механизма, например, такого как летательный аппарат, это свойство характеризует успешность выполнения боевых операций в условиях противодействия противника. Но мы должны согласиться с тем, что успешность выполнения, например, боевых операций, является следствием успешности действия как механизма, так и организма, им управляющего. В этой связи, для антропоморфных СС, исследователи вынуждены моделировать процессы, заключающиеся во взаимодействии механизмов и организмов. Однако при этом следует учитывать, что для СС, представляющих только живые организмы, анализ выживаемости моделируется процессами наступления терминальных (критических) событий для элементов какой-либо совокупности.

Как правило, анализ выживаемости живых организмов заключается в исследованиях моделей, описывающих данные о времени наступления события, при котором объект S прекращает существование. Вследствие этого, традиционно, в границах данного подхода рассматриваются лишь единичные и единовременные терминальные события.

При этом объект исследования – S описывается следующей функцией: $S(t) = P(T > t)$, где t – время, в ходе которого проводилось наблюдение за совокупностью T , которая является случайной величиной, обозначающей момент «покидания» объектом S совокупности T , а P означает вероятность «смерти» в заданном временном интервале. Таким образом, функция выживаемость описывает вероятность гибели объекта S некоторое время спустя, после момента t .

³Выживаемость (survival) - группа статистических методов, получившая соответствующее название вследствие их изначально широкого применения в медицинских исследованиях. Позднее данные методы стали применяться в страховой сфере и социальных науках.

⁴Такая СС является антропоморфной.

Предполагается, что $S(0) = 1$, хотя это значение может быть и меньше, чем 1, если есть вероятность немедленной неудачи. После чего функция выживания приобретает вид $S(u) \leq S(t)$. Эта особенность вытекает из того, что условие $T > u$ подразумевает, что $T > t$. Здесь имеется в виду, что выживание для более позднего периода возможно только после выживания в ходе более раннего периода. Предполагается, что функция выживания $S(t) \rightarrow 0$ при бесконечном возрастании переменной времени ($t \rightarrow \infty$).

Данная формализация позволяет привести конкретный пример функционирования антропоморфной системы.

С этой целью принимаем, что выбор основного критерия, на каждом этапе функционирования антропоморфной системы, является первостепенной задачей, решаемой, как правило, путём прогнозирования⁵ [1; 6].

Как это показано на рисунке, ограничения, налагаемые на альтернативные критерии антропоморфной системы, образуют в пространстве её состояний многогранник, который представляет область компромисса критериев [7; 8]. Принимаем, что выбор на каждом этапе функционирования антропоморфной системы любого критерия, за пределами области компромисса, приводит к её гибели. В зависимости от предпочтений к критериям, антропоморфная система выбирает точку в объеме многогранника, осуществляя тем самым назначение основного критерия.

Приведём реальный пример идентификации антропоморфной системы – объекта S, функция выживания которого $S(u) \leq S(t)$. Эта особенность вытекает из условия, $T > t$.

Данная антропоморфная система создавалась для управления технологией, при следовании которой необходимо решать проблему оперативной оценки качества массивных металлических отливок, в

частности, прокатных валков. Анализ традиционных методов прогноза качества, включая неразрушающий контроль, количественную металлографию, анализ математических моделей, показали, что эти методы относительно затратные и нередко приводят к результатам, расходящимся с требованиями нормативных документов.

Последнее связано с тем, что реализация наиболее очевидного, детерминированного подхода, применяемого для прогноза механических свойств валков, не представляется возможной, поскольку технология их производства является многопараметрической, и многокритериальной [9; 10]. К тому же, на качество материала валков оказывает значительное влияние большое количество параметров технологии, взаимосвязанных между собой (химический состав, легирующие элементы, условия охлаждения и т. д.). Незначительное изменение части параметров может существенно изменять свойства металла в относительно широком диапазоне. Задача прогноза показателей качества целевого продукта осложняется еще и тем, что по своей физической природе некоторые критерии качества зачастую противоречат друг другу в том смысле, что, улучшая один критерий, мы часто ухудшаем некоторые другие. Первоначальные значения критериев назначаются заказчиком. В производственных условиях выбирались валки исполнения СПХН (2,4 ÷ 3,85 % С; 0,2 ÷ 1,8 % Si; 0,1 ÷ 0,9 % Mn; 0,05 ÷ 0,4 % P; 0,05 ÷ 0,4 % S; 0,1 ÷ 0,8 % Cr; 0,2 ÷ 1,2 % Ni).

Из рабочего слоя бочек валков изготавливались тангенциальные образцы для механических испытаний. Результаты испытаний фиксировались в виде значений критериев: предел прочности на разрыв (σ_B); предел прочности на изгиб ($\sigma_{изг}$); твердость (HSD). При этом структура рабочего слоя соблюдалась следующая: перлит, графит, карбиды.

Область компромисса определялась назначением допустимых величин каждого критерия, при заданных значениях управляемых параметров (элементов химсостава, ограниченных ТУ 14-2-111188). Совместив

⁵Прогнозирования, часто осуществляемого экстраполяцией тенденций развития объекта идентификации.

графики зависимостей каждого критерия от выбранных параметров, получили область компромисса (см. рисунок).

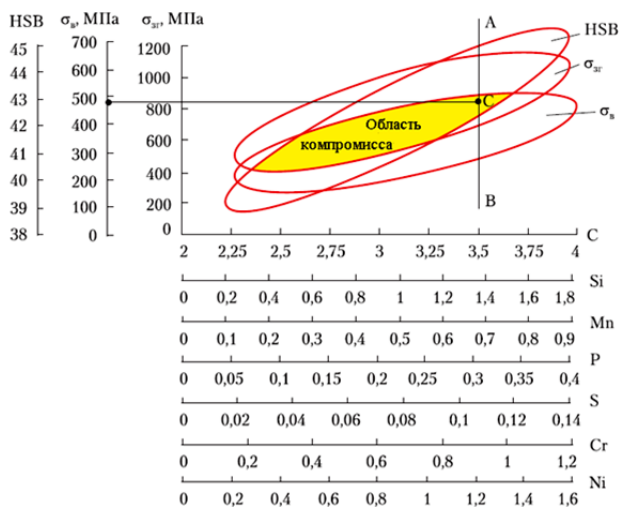


Рис. Область компромисса критериев

При бóльшем предпочтении к одному из компромиссных критериев (например, к пределу прочности – на рисунке точка С), проведя вертикаль АВ, можно осуществлять прогноз химсостава изделия. Как показал опыт, на практике такой подход удобно применять при прогнозировании состава изделия и его механических свойств в производственных условиях.

Следует отметить, что у антропоморфных систем предпочтение к критериям возникает при:

- определённом этапе функционирования антропоморфной системы, где предпочтения к критериям равное. В этом случае выбор основного критерия из ряда альтернативных, произвольный;

- предпочтения к критериям продиктованы заказчиком;

- предпочтение к конкретному критерию бóльшее, чем к остальным альтернативным критериям, поскольку выбор обоснован например, теоретически.

Одной из предпосылок такого обоснования может быть тот факт, что с позиций фрактального формализма [11-14] каждый критерий ассоциируется с присущим ему определяющим параметром [15]. Путём сравнения относительных величин областей

самоподобия определяющих параметров критериев выбирается тот критерий, у которого область самоподобия определяющего параметра относительно больше, чем у остальных критериев. Выбор такого критерия в качестве основного обеспечивает наиболее устойчивое функционирование антропоморфной системы за счёт относительно бóльшего диапазона допустимых изменений его определяющего параметра.

В частности, в приведенном примере:

- у критерия σ_B область самоподобия определяющего параметра изменяется от 200 до 500 МПа и определяется как:

$$K_1 = \frac{\sigma_{B \max} - \sigma_{B \min}}{\sigma_{B \max}} = \frac{\Delta \sigma_B}{\sigma_{B \max}} = \frac{300}{500} = 0,60;$$

- у критерия $\sigma_{изг}$ область самоподобия –

$$K_2 = \frac{700}{1100} = 0,64;$$

- у критерия HSD – $K_3 = \frac{7}{47} = 0,15$.

Таким образом, альтернативные критерии по величине областей самоподобия распределялись:

1. Область самоподобия определяющего параметра критерия – предел прочности на изгиб – 0,64;

2. Область самоподобия определяющего параметра критерия – предел прочности на разрыв – 0,60;

3. Область самоподобия определяющего параметра критерия – твердость – 0,15.

Как следует из приведенных результатов, наблюдается почти полное сходство у двух близких по физической природе величин – $\sigma_{изг}$ и σ_B , 0,64 и 0,60 соответственно. Этот факт свидетельствует о более устойчивом характере функционирования антропоморфной системы при её предпочтении к одному из соответствующих критериев.

Выводы. Таким образом, выбор основного критерия становится более точным при его модификации посредством применения фрактального формализма.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Khaken G. *Sinergetika. Ierarkhiya neustojchivostej v samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ustrojstvakh* [Synergetics. The hierarchy of instabilities in self-organizing systems and devices]. Moscow: Mir, 1985, 424 p.
2. Germejer Yu.B. *Vvedenie v teoriyu issledovaniya operatsij* [Introduction to the theory of operations' research]. Moscow: Nauka, 1971, 383 p.
3. Dubrov Yu.I., Frolov V.V. and Vakhnin A.N. *Uchet vliyaniya neupravlyayemykh faktorov pri analize i sinteze kriteriya funktsionirovaniya slozhnykh sistem* [Consideration of the influence of uncontrollable factors in the analysis and synthesis of the criterion for the functioning of complex systems]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and mathematical methods]. Moscow: Akad. Nauk USSR, 1986, vol. 22, no. 1, pp 165–170. (in Russian).
4. Dubrov Yu.I. *Informatsionnaya "bednost" zadach ekologicheskogo prognozirovaniya i nekotorye puti yeye razresheniya* [Informational "poverty" of environmental forecasting tasks and some ways of its resolution]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kyiv, 2000, no. 1, pp. 191–197. (in Russian).
5. Bol'shakov V.I., Dubrov Yu.I. «*Samoorganizatsiya materiala*» kak protsess determinirovannoj adaptatsii [“Material self-organization” as a process of deterministic adaptation]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy. Matematyka. Pryrodovnavstvo. Tekhnichni nauky* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. Mathematics. Natural science. Technical sciences]. Kyiv, 2004, no. 5, pp. 97–104. (in Russian).
6. Smirnov N.N. *Ekologiya biosfernoy katastrofy* [Ecology of the biosphere disaster]. Moscow: Znanie, 1988, 64 p.
7. Bolshakov V.I., Volchuk V.M. and Dubrov Yu.I. *Sposob opredeleniya oblasti kompromissa kriteriev kachestva mnogokriterial'nykh tekhnologiy* [The way to determine the area of compromise quality criteria of multi-criteria technologies]. *Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskogo prava na tvir* [The certificate of registration of copyright for a work]. No. 53769. Available at: <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=11c1271e-eb9e-470a-ba8e-43b4e5301bee&title=OfitsiiniiBiuletenavtorskePravoIsumizhniPrava> [Accessed 8 February 2019]. (in Russian).
8. Volchuk V.N. *K opredeleniyu oblasti kompromissa kharakteristik kachestva materialov* [By identifying areas compromise performance materials quality]. *Metaloznnavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metallurgy and heat treatment of metals], 2015, no. 3, pp. 5–11. Available at: <http://mtom.pgasa.dp.ua/article/view/23-30/54119>. [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
9. Bolshakov V.I., Volchuk V.M., Dubrov Yu.I. *Etapy identyfikatsii bahatoparmetrychnykh tekhnolohii ta shliakhy yikh realizatsii* [Stages multiparameter identification technologies and ways of their implementation]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kyiv, 2013, no. 8, pp. 66–72. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/67873> [Accessed 6 February 2019]. (in Ukrainian).
10. Dubrov Yu., Bol'shakov V. and Volchuk V. *Puti identifikatsii periodicheskikh mnogokriterial'nykh tekhnologiy na primere tekhnologii proizvodstva prokatnykh valkov* [The ways of identification of periodic multi-criteria technologies on the example of the production technology of mill rolls]. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2015, 244 p. Available at: <https://www.palmarium-publishing.ru/#> [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
11. Volchuk V., Klymenko I., Kroviakov S. and Orešković M. *Method of material quality estimation with usage of multifractal formalism*. *Tehnički glasnik. Technical Journal*. 2018, vol. 12, no. 2, pp. 93–97. Available at: <https://hrcak.srce.hr/202359> [Accessed 8 February 2019].
12. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Osnovy organizatsii fraktal'nogo modelirovaniya* [Fundamentals of fractal modeling]. Kiev: Akadempriodika, 2017, 170 p. (in Russian).
13. Bol'shakov V., Volchuk V. and Dubrov Yu. *Puti primeneniya teorii fraktalov* [Ways of applying the theory of fractals]. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2016, 156 p. Available at: <https://www.morebooks.de/store/gb/book/%D0%9F%D1%83%D1%82%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8-%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2/isbn/978-3-659-72264-6> [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
14. Bolshakov V., Volchuk V. and Dubrov Yu. *Fractals and properties of materials*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016, 140 p. Available at: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/tr/book/978-3-330-01812-9/fractals-and-properties-of-materials?search=Fractals> [Accessed 7 February 2019].
15. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Fraktal'nyj podkhod pri identifikatsii slozhnykh sistem* [Fractal approach to the identification of complex systems]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy. Materialoznavstvo* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. Materials science]. Kyiv, 2017, no. 6, pp. 46–50. Available at: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2017.06.046> [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).

REFERENCES

1. Khaken G. *Sinergetika. Ierarkhiya neustojchivostej v samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ustrojstvakh* [Synergetics. The hierarchy of instabilities in self-organizing systems and devices]. Moscow: Mir, 1985, 424 p.
2. Germejer Yu.B. *Vvedenie v teoriyu issledovaniya operatsij* [Introduction to the theory of operations' research]. Moscow: Nauka, 1971, 383 p.
3. Dubrov Yu.I., Frolov V.V. and Vakhnin A.N. *Uchet vliyaniya neupravlyayemykh faktorov pri analize i sinteze kriteriya funkcionirovaniya slozhnykh sistem* [Consideration of the influence of uncontrollable factors in the analysis and synthesis of the criterion for the functioning of complex systems]. *Ekonomika i matematicheskie metody* [Economics and mathematical methods]. Moscow: Akad. Nauk USSR, 1986, vol. 22, no. 1, pp 165–170. (in Russian).
4. Dubrov Yu.I. *Informatsionnaya "bednost'" zadach ekologicheskogo prognozirovaniya i nekotorye puti yeye razresheniya* [Informational "poverty" of environmental forecasting tasks and some ways of its resolution]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kyiv, 2000, no. 1, pp. 191–197. (in Russian).
5. Bol'shakov V.I., Dubrov Yu.I. «*Samoorganizatsiya materiala*» kak protsess determinirovannoy adaptatsii [“Material self-organization” as a process of deterministic adaptation]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy. Matematika. Pryrodoznavstvo. Tekhnichni nauky* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. Mathematics. Natural science. Technical sciences]. Kyiv, 2004, no. 5, pp. 97–104. (in Russian).
6. Smirnov N.N. *Ekologiya biosfernoy katastrofy* [Ecology of the biosphere disaster]. Moscow: Znanie, 1988, 64 p.
7. Bolshakov V.I., Volchuk V.M. and Dubrov Yu.I. *Sposob opredeleniya oblasti kompromissa kriteriev kachestva mnogokriterial'nykh tekhnologiy* [The way to determine the area of compromise quality criteria of multi-criteria technologies]. *Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskogo prava na tvir* [The certificate of registration of copyright for a work]. No. 53769. Available at: <http://www.me.gov.ua/Documents/Detail?lang=uk-UA&id=11c1271e-eb9e-470a-ba8e-43b4e5301bee&title=OfitsiiniiBiuletenavtorskePravoIsumizhniPrava>. [Accessed 8 February 2019]. (in Russian).
8. Volchuk V.N. *K opredeleniyu oblasti kompromissa kharakteristik kachestva materialov* [By identifying areas compromise performance materials quality]. *Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metallurgy and heat treatment of metals], 2015, no. 3, pp. 5–11. Available at: <http://mtom.pgasa.dp.ua/article/view/23-30/54119>. [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
9. Bolshakov V.I., Volchuk V.M., Dubrov Yu.I. *Etapy identyfikatsii bahatoparametrychnykh tekhnologii ta shliakhy yikh realizatsii* [Stages multiparameter identification technologies and ways of their implementation]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kyiv, 2013, no. 8, pp. 66–72. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/67873>. [Accessed 6 February 2019]. (in Ukrainian).
10. Dubrov Yu., Bol'shakov V. and Volchuk V. *Puti identifikatsii periodicheskikh mnogokriterial'nykh tekhnologiy na primere tekhnologii proizvodstva prokatnykh valkov* [The ways of identification of periodic multi-criteria technologies on the example of the production technology of mill rolls]. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2015, 244 p. Available at: <https://www.palmarium-publishing.ru/#>. [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
11. Volchuk V., Klymenko I., Kroviakov S. and Orešković M. *Method of material quality estimation with usage of multifractal formalism*. *Tehnički glasnik. Technical Journal*. 2018, vol. 12, no. 2, pp. 93–97. Available at: <https://hrcak.srce.hr/202359>. [Accessed 8 February 2019].
12. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Osnovy organizatsii fraktal'nogo modelirovaniya* [Fundamentals of fractal modeling]. Kiev: Akadempriodika, 2017, 170 p. (in Russian).
13. Bol'shakov V., Volchuk V. and Dubrov Yu. *Puti primeneniya teorii fraktalov* [Ways of applying the theory of fractals]. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2016, 156 p. Available at: <https://www.morebooks.de/store/gb/book/%D0%9F%D1%83%D1%82%D0%B8-%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F-%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D0%B8-%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B2/isbn/978-3-659-72264-6>. [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
14. Bolshakov V., Volchuk V. and Dubrov Yu. *Fractals and properties of materials*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016, 140 p. Available at: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/tr/book/978-3-330-01812-9/fractals-and-properties-of-materials?search=Fractals>. [Accessed 7 February 2019].
15. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Fraktal'nyi podkhod pri identifikatsii slozhnykh sistem* [Fractal approach to the identification of complex systems]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy. Materialoznavstvo* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine. Materials science]. Kyiv, 2017, no. 6, pp. 46–50. Available at: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2017.06.046>. [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).

Рецензент: Башиев В. Ф., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 01.07.2018 р.

УДК 004.8+316.48

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.17.306

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ СОЦИАЛЬНЫХ ОРГАНИЗМОВ

ДУБРОВ Ю. И., *д-р техн. наук, проф.*

Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Аннотация. Введение. Исследуется динамика взаимоотношений социальных организмов, направленная на оценку бесконфликтного их сосуществования. Отмечается, что определяющим параметром взаимодействующих социальных организмов является показатель динамики их совместного развития как динамики развития эволюционирующей системы. При этом организованность взаимодействующих социальных организмов является критерием эволюционирующей системы. **Основная часть.** С целью квантификации критерия организованность введена дефиниция – граница информационного восприятия (ГИВ). Доказано, что формально допустимая ГИВ взаимодействующих социальных организмов является закономерностью, которая присуща всем эволюционным системам. Для систем искусственного интеллекта ГИВ является порогом, за пределами которого искусственный интеллект допускает неадекватные общечеловеческим нормам действия. В этой связи обосновывается, что установление ГИВ в системах искусственного интеллекта является обязательным условием при их синтезе и эксплуатации. **Выводы.** Приведены доказательства наличия ГИВ у существующих и проектируемых эволюционирующих систем.

Ключевые слова: социальный организм; эволюционирующая система; граница информационного восприятия; искусственный интеллект

МОДЕЛЮВАННЯ ВЗАЄМВІДНОСИН СОЦІАЛЬНИХ ОРГАНІЗМІВ

ДУБРОВ Ю. І., *д-р техн. наук, проф.*

Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Анотация. Вступ. Досліджується динаміка взаємин соціальних організмів, спрямована на оцінювання безконфліктного їх співіснування. Зазначається, що визначальним параметром взаємодіючих соціальних організмів постає показник динаміки їх спільного розвитку як динаміки розвитку системи, що еволюціонує. При цьому організованість взаємодіючих соціальних організмів є критерієм системи, що еволюціонує. **Основна частина.** З метою квантифікації критерію організованість введено дефініцію – межа інформаційного сприйняття (МІС). Доведено, що формально допустима МІС взаємодіючих соціальних організмів є закономірністю, яка властива всім еволюційним системам. Для систем штучного інтелекту МІС - це поріг, за межами якого штучний інтелект допускає неадекватні загальнолюдським нормам дії. У зв'язку з цим обґрунтовується, що встановлення МІС у системах штучного інтелекту постає обов'язковою умовою під час їх синтезу та експлуатації. **Висновки.** Наведено докази наявності МІС в існуючих і проєктованих систем, що еволюціонують.

Ключові слова: соціальний організм; система, що еволюціонує; межа інформаційного сприйняття та штучний інтелект

MODELING THE RELATIONSHIPS OF SOCIAL ORGANISMS

DUBROV Yu. I., *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

Department of Materials Science and Treatment of Materials, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnepr, 49600, Ukraine, +38 (0562) 47-39-56, e-mail: mom@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-3213-4893

Annotation. Introduction. The paper studies the dynamics of mutual relations of social organisms, aimed at assessing conflict-free coexistence. It is noted that the defining parameter of interacting social organisms is the indicator of the dynamics of their joint development as dynamics of evolution of the evolving system. At the same time, the organization of interacting social organisms is the criterion of the evolving system. **Main part.** In order to quantify the criterion of organization, a definition has been introduced as the boundary of information perception (BIP). It is proved that the formally admissible BIP of interacting social organisms is a regularity that is inherent in all evolutionary systems. For artificial intelligence systems, BIP is a threshold beyond which artificial intelligence allows inappropriate actions to human-wide norms. In this regard, it is substantiated that the establishment of BIP in artificial intelligence

systems is an obligatory condition for their synthesis and operation. **Conclusions.** It is given the evidence of the presence of BIP in existing and projected evolving systems.

Key words: *social organism; evolving system; boundary of information perception; artificial intelligence*

Введение. Процесс взаимодействия социальных организмов (СО) будем анализировать как процесс, происходящий с эволюционирующей системой (ЭС). Принимаем, определяющим параметром ЭС является её организованность, представляемая как отклик на изменения процессов её развития. Результаты трансформаций взаимодействий СО будем анализировать как процессы, изменяющие организованность ЭС.

Определение организованности и самоорганизованности ближе всего к понятиям только тех систем, об элементах которых можно утверждать, что они принимают решения [3-5].

Под организованностью ЭС, в данном контексте, следует понимать результаты кооперативных действий СО из группы взаимосвязанных принадлежащих ЭС, действия которых направлены на достижение области компромисса целей функционирования каждого СО (см. например [6-12]).

С целью квантификации критерия организованности и присвоения ему диапазона численных значений зададим минимальную его величину $L_{\min} = 0$, получаемую как отношение взаимодействующих полярных СО, максимальную величину $-L_{\min} = 0$, получаемую как отношение одинаковых СО. Такая квантификация согласуется с общей концепцией периодического развития всех системных конфликтов [13]. В этой связи численные значения организованности ЭС определяются как $L_{\min} = 0, L_{\max} \in [0,1]$, откуда следует, что в этом случае организованность ЭС может интерпретироваться как вероятность бесконфликтного сосуществования

Благодарю тебя, Создатель, за то, что ты сделал все нужное простым, а сложное ненужным.

Г. Сковорода

взаимодействующих СО, принадлежащих конкретной ЭС.

Прогнозирование изменений организованности ЭС – единственный путь их идентификации. Сложность прогнозирования изменений организованности ЭС заключается в трудности учёта всех возможных взаимоотношений СО её составляющих.

Таким образом, мы приходим к задаче прогнозирования изменений организованности ЭС на некотором интервале времени.

Основная часть. В начале своего фундаментального труда Г. Хакен отмечал, что системы бывают сложными не только потому, что они состоят из большого числа частей, а еще и потому, что их отличает сложное поведение [14], которое характеризуется множеством возможных траекторий развития. Прогноз траекторий развития ЭС возможен с позиций оценки изменений её организованности. Естественно оценивать организованность ЭС на основании анализа её реакции на действия, направленные на её модификацию. Модификация ЭС, как правило, осуществляется путём изменения объёма адекватно воспринимаемой информации.

Принимаем, формально допустимый объём адекватно воспринимаемой ЭС информации является границей её информационного восприятия (ГИВ), поскольку превышение этого объёма приводит ЭС к деградации [15].

Примером тому может служить история конфликта, возникшая между Каином и Авелем, который, как отмечает Библия, произошёл вследствие того, что «сын лукавогои Евы», первый рождённый на Земле человек Каин, в результате того, что «Призрел Господь на Каина и на дар его, а на Авеля и на дар его не призрел. Каин сильно огорчился, и

поникло лицо его. Восстал Каин на Авеля, брата своего, и убил его».

Отметим, объём информации в сообщении, поступившем на ЭС, представленную Каином и Авелем, можно интерпретировать как превышающий объём, ограниченный ГИВ.

Поскольку ЭС является антропоморфной [3], постольку ГИВ определяется её представителями в зависимости от их миропонимания с позиций добра и зла.

Наличие ГИВ практически присуще всем ЭС. Для примера представим ЭС, состоящую из супружеской пары, для которой ГИВ может являться информация о неверности одного из супругов. Таким образом, объём информации в сообщении является функцией – ГИВ конкретной ЭС.

Тот факт, что ГИВ присуща всем ЭС, подтверждается следующим:

- возникновение биологической эволюции возможно только в системах, в которых заложено изменение информации, а не изменение организмов (как это ошибочно иногда понимается), что свидетельствует об обязательном наличии у биологической ЭС ГИВ;

- биологические системы, в которых мишенью отбора, а значит и эволюции, является квазивид, который представлен совокупностью всех признаков и свойств организма, представляет распределение генотипически родственных реплицирующих единиц, в центре которого находится копия, отвечающая фенотипус максимальной селективной ценностью. Содержание информации в главной копии, выраженное числом символов (нуклеотидов), приходится на ограниченную реплицирующую единицу, т. е. на её ГИВ. Превышение порога содержания информации приводит к ее распаду вследствие постоянного накопления ошибок;

- физические свойства нуклеиновых кислот, допускают воспроизводимое накопление информации, не более чем 50-100 нуклеотидов – ГИВ [16];

- известны закономерности, накладывающие ограничения на возможности по совершенствованию ЭС. К ним относится квантово-механический принцип неопределенности, который накладывает фундаментальные ограничения на максимально допустимый объём памяти компьютера, т. е. на объём его ГИВ, поскольку с увеличением этого объёма теряется точность вычислений, производимых с его помощью [17].

Таким образом, определяющим параметром ЭС является её организованность, отображаемая в объёме адекватно воспринимаемой информации. Проецируя приведенное на ЭС типа взаимодействующих СО, подытожим. Определяющим параметром ЭС, типа взаимодействующих СО, является совместная их организованность.

В этом месте следует обратить внимание на необходимость обязательного установления ГИВ в ЭС типа искусственного интеллекта (ИИ). Необходимость этого действия очевидна, если учитывать прогнозируемые катаклизмы, которые может создавать ИИ, неограниченный общечеловеческими морально-этическими нормами.

В этой связи для систем ИИ ГИВ является мерой, за пределами которой ИИ может допускать действия, неадекватные общечеловеческим нормам. Установление ГИВ для систем ИИ гарантирует его неприменение в практике человеческой деятельности.

Учитывая, что ЭС сосуществуют с *n*-м количеством других ЭС, задача определения организованности отдельно взятой ЭС обретает большую сложность. В этой связи решение этой задачи предлагается осуществлять по частям, разбив её на взаимодействующие пары СО. Такой подход позволяет определять организованность, представляемую взаимодействующими парами СО последующим определением организованности всей ЭС.

Факторами, влияющими на организованность ЭС, являются управляющие воздействия, генерируемые СО, принадлежащими ЭС. В силу вероятного генерирования наряду с адекватными управляющими воздействиями и неадекватных управляющих воздействий, ЭС может деградировать вплоть до её гибели. Такая интерпретация формализуется функцией

$$L_0 = L_0(g_1, g_2),$$

где L_0 – организованность ЭС, интерпретируемая как вероятность бесконфликтного сосуществования СО, принадлежащих ЭС; g_1 – управляющие воздействия, совершенствующие ЭС, g_2 – управляющие воздействия, приводящие ЭС к дезорганизации. Численные значения переменных функции (1) представляют влияния управляющих воздействий на функцию цели L_0 .

Поскольку вклад каждого из переменных функции (1) должен быть сопоставим между собой, естественной будет следующая их нормировка:

$$g_1, g_2 \in [0;1].$$

В этой связи функцию (1) следует рассматривать как критерий организованности ЭС, который следует истолковать как вероятность бесконфликтного сосуществования СО, принадлежащих к конкретной ЭС. Принимаем, ЭС продуцируются качественно однородные управляющие воздействия.

Если к некоторому моменту времени t^* в точке (g_1^*, g_2^*) значение функции L_0 допустимо максимальное, то величина $g_0^* = g_1^* + g_2^*$ является ГИВ. Очевидно, если точка g^* является ГИВ в момент времени t^* , то для функции $L_0 = L_0(t, g)$ она является точкой перегиба (т. е. точкой на интегральной кривой, $L_0 = L_0(t, g)$, в которой вторая производная от этой функции обращается в нуль).

В связи с вышеизложенным определяем: критерий организованности – $L_0(g_1, g_2)$; устанавливаем ГИВ – g^* , для любого класса ЭС; функцию прогноза организованности ЭС – $L = L(g_1, g_2, t)$; ГИВ $g^* = g^*(t)$ на момент времени $t > t_0$.

Попытки качественного описания ЭС предпринимались давно. К этим работам можно отнести, например, такие, которые направлены на описание динамики биологических сообществ, состоящих из нескольких взаимодействующих популяций различных видов. Из всех этих

моделей особо выделяется (1) модель «хищник-жертва» Вольтерра-Лотки [17; 18], в силу которой динамика ЭС может быть описана как

$$\begin{cases} \frac{dX}{dt} = k_1 X - k_2 XY \\ \frac{dY}{dt} = k_2 XY - k_3 Y \end{cases},$$

где k_1, k_2, k_3 – коэффициенты конкретной модели ЭС.

Применение системы уравнений (2) для описания динамики не только биологических сообществ, но и любых других ЭС можно проследить на одной из возможных ее интерпретаций.

В качестве примера рассмотрим некоторую ЭС, состоящую из двух взаимодействующих, местами полярных элементов x_1 и x_2 .

Понимая, что пример должен быть понятным человеку с произвольным научным багажом знаний, не опасаясь «оглупления» действительности, приведём, на наш взгляд, простейший его вариант. Для этого принимаем, что требуется определить организованность ЭС, состоящей из двух взаимодействующих государств – СО₁ и СО₂, как вероятности бесконфликтного их сосуществования.

При этом, в системе (2) коэффициент k_1 , ранее характеризующий естественную рождаемость жертв, пусть характеризует естественное совершенствование вооружения СО₁ (управляющее воздействие). Коэффициент k_2 , ранее характеризующий интенсивность пожирания жертв, пусть характеризует интенсивность дипломатического разрешения поставки наступательного оружия для СО₂ (управляющее воздействие). Коэффициент k_3 , ранее характеризующий естественную смертность хищников, в новой интерпретации пусть характеризует эффективность применяемых СО₂ средств разведки (управляющее воздействие).

Поскольку каждый коэффициент отображает вклад в процесс изменения организованности ЭС, эти коэффициенты должны быть сопоставимы между собой. Для

этого естественной будет следующая их нормировка:

$$k_1, k_2, k_3 \in [0;1].$$

Структура системы (2) такая, что функции $X(t), Y(t)$ всегда могут рассматриваться как два противоборствующих начала, присущие практически любым взаимодействующим СО. Исходя из этого, в качестве начальных условий можно задать

$$\begin{cases} X(t_0) = L_0(g_1, g_2) \\ Y(t_0) = \max L - L_0(g_1, g_2). \end{cases}$$

Интегральную кривую $X = X(t)$ можно рассматривать как фазовую траекторию, отображающую изменения организованности ЭС во времени, т. е. $X(t) = L(g, t)$ при фиксированных g_1 и g_2 . Используя начальные условия (4) при различных значениях g_1 и g_2 , мы в результате можем получить функции

прогноза $L = L(g, t)$ и установит ГИВ $g^* = g^*(t)$.

Применяем систему (2) как инструмент прогноза. Для этого решаем её, используя экспертно полученные значения L_0 в качестве начальных условий. Таким образом, определяем фазовую траекторию $L = L(g, t)$, задавая ГИВ $g^* = g^*(t)$ рассматриваемой ЭС при заданных начальных условиях (4).

Покажем решение этого примера для численных значений переменных и коэффициентов системы (2). Принимаем, изучаемая ЭС функционирует во времени так, как это следует из нижеприведенной в таблице матрицы, в которой ОУ – основной уровень; ИВ – интервал варьирования; ВУ и НУ – верхний и нижний уровни соответственно; $k_0...k_3$ – коэффициенты, отображающие влияния переменных на функцию цели L , полученные экспертным путем (табл.).

Таблица

Матрица планирования

ОУ		0,30	0,25	0,45	0,50
ИВ		0,30	0,25	0,45	0,50
ВУ (ГИВ)		0,60	0,50	0,90	1,00
НУ		0,00	0,00	0,00	0,00
Обозначения	k_0	k_1	k_2	k_3	L (организованность)
Размерность	влияние переменных на функцию цели (0÷1)				
1	+	+	+	+	0,7
2	+	+	+	-	0,4
3	+	+	-	+	0,5
4	+	+	-	-	0,3
5	+	-	+	+	0,6
6	+	-	+	-	0,3
7	+	-	-	+	0,5
8	+	-	-	-	0,2

В результате реализации матрицы уравнение функции в обыкновенной форме принимает вид:

$$L = 0,350 \cdot k_0 + 0,100 \cdot k_1 + 0,075 \cdot k_2 - 0,050 \cdot k_3 - 0,075 \cdot k_1 \cdot k_2 - 0,025 \cdot k_2 \cdot k_3 - 0,050 \cdot k_1 \cdot k_3.$$

Уравнение функции в нормированной форме принимает вид:

$$L = 0,075 \cdot k_0 + 0,750 \cdot k_1 + 0,700 \cdot k_2 + 0,056 \cdot k_3 - 1,000 \cdot k_1 \cdot k_2 - 0,222 \cdot k_2 \cdot k_3 - 0,370 \cdot k_1 \cdot k_3.$$

Согласно критериям Фишера ($F_{набл} = 1,209$ и $F_{крит} = 5,120$) и Кохрена ($K_{набл} = 0,341$ и $K_{крит} = 0,633$) модель адекватна.

Гистограмма влияния переменных на функцию цели приведена на рисунке.

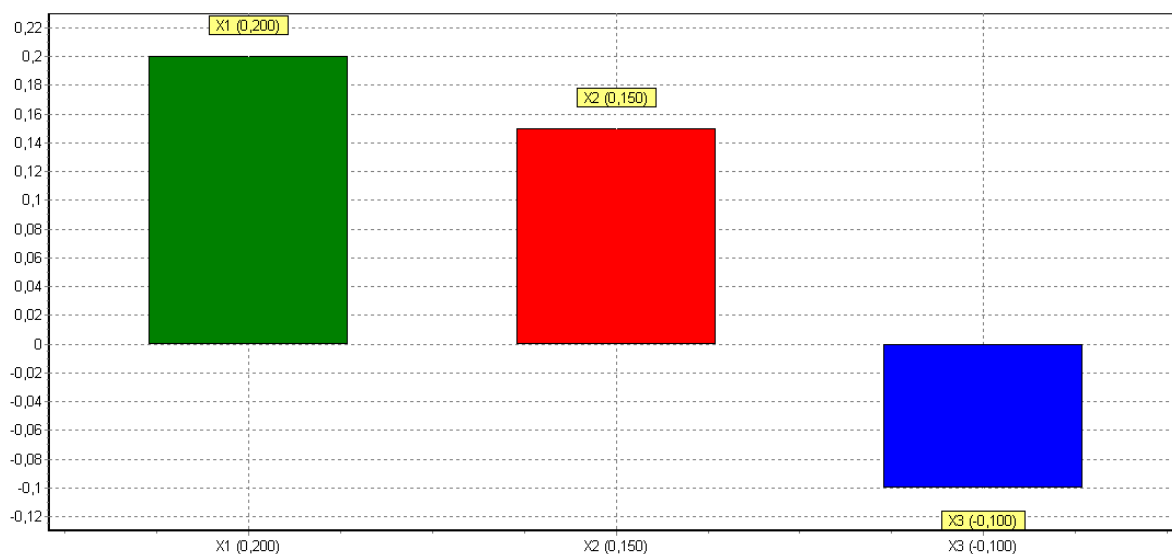


Рис. Влияние переменных на функцию

Выводы. Как следует из содержания статьи, предлагаемое прогнозирование основано на данных, получаемых экспертным путем. В этой связи отметим, точность прогноза зависит от точности исходных данных, продуцируемых экспертами в зависимости от их миропонимания, оценивающих ситуации

(представленных строками матрицы) с позиций добра и зла.

Особо отметим, что применение предлагаемого способа прогнозирования позволяет наблюдать тренд опасных ситуаций в сложных динамических, многопараметрических системах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саморегуляція соціального організму країни : монографія / за наук. ред. В. П. Беха. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2010. – 652 с.
2. Северцов А. С. Теория эволюции / А. С. Северцов. – Москва : Гуманитар. изд. центр Владос, 2005. – 380 с.
3. Паск Г. Модель эволюции / Г. Паск // Принципы самоорганизации : сб. докл. : пер. с англ. / под ред. и с предисл. А. Я. Лернера. – Москва, 1966. – С. 284–314.
4. Глушков В. М. Кибернетика. Вопросы теории и практики / В. М. Глушков. – Москва : Наука, 1986. – 488 с.
5. Амосов Н. М. Энциклопедия Амосова. Алгоритм здоровья / Н. М. Амосов. – Москва ; Донецк : АСТ, Сталкер, 2002. – 324 с.
6. Большаков В. І. Етапи ідентифікації багатопараметричних технологій та шляхи їх реалізації / В. І. Большаков, В. М. Волчук, Ю. І. Дубров // Вісник НАН України. – 2013. – № 8. – С. 66–72. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/67873>. – Перевірено: 22.12.2018.
7. Большаков В. І. Про роль конфліктів в еволюційних процесах / В. І. Большаков, Ю. І. Дубров // Вісник НАН України. – 2016. – № 11. – С. 87–91. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/109878>. – Перевірено: 22.12.2018.
8. Дубров Ю. Пути идентификации периодических многокритериальных технологий на примере технологии производства прокатных валков : монография / Юрий Дубров, Владимир Большаков, Владимир Волчук. – Saarbrücken : Palmarium Academic Publishing, 2015. – 236 с.
9. Большаков В. І. Идентификация многопараметрических, многокритериальных технологий и пути их практической реализации / В. І. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. І. Дубров // Металознавство та термічна обробка металів. – 2013. – № 4(61). – С. 5–11.
10. Большаков В. І. Твір наукового характеру «Способ определения области компромисса критериев качества многокритериальных технологий» / Большаков В. І., Волчук В. М., Дубров Ю. І. : літерат. письм. твір наук. характеру : свідоцтво про реєстрацію автор. права на твір № 53769 ; дата реєстрації автор. права 18.02.2014. – Режим доступу: file:///D:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/AvtorPravo_%E2%84%9633_2014.pdf. – Перевірено 27.12.2018.

11. Волчук В. Н. К применению фрактального формализма при ранжировании критериев качества многопараметрических технологий / В. Н. Волчук // *Металлофизика и новейшие технологии*. – 2017. – Т. 39. – № 7. – С. 949–957. – Режим доступа: <http://mfint.imp.kiev.ua/abstract/v39/i07/0949.html>. – Проверено: 22.12.2018.
12. Волчук В. Н. К определению области компромисса характеристик качества материалов / В. Н. Волчук // *Металлознавство та термічна обробка металів*. – 2015. – № 3. – С. 21–25. – Режим доступа: <http://journals.urpan.ua/index.php/2413-7405/article/view/57879>. – Проверено: 22.12.2018.
13. Чикрий А. А. Сравнение гарантированных времен при управлении движением в условиях конфликта / А. А. Чикрий, И. С. Раппопорт, К. А. Чикрий // *Кибернетика и системный анализ*. – 2008. – Т. 44. – № 4. – С. 89–100.
14. Хакен Г. Синергетика. Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах / Г. Хакен. – Москва : Мир, 1985. – С. 424.
15. Дубров Ю. І. Людина в сучасному виробництві: Проблеми психічної стійкості та інтелектуальної мобільності / Ю. І. Дубров // *Вісник НАН України*. – 1998. – № 4. – С. 81–90.
16. Ферстер Г. О самоорганизующихся системах и их окружении / Г. Ферстер // *Самоорганизующиеся системы* / пер. с англ. В. Г. Бородулиной и др. ; под ред. Т. Н. Соколова. – Москва : Мир, 1964. – С. 113–140.
17. Chown Steven L. *Insect Physiological Ecology: Mechanisms and Patterns* / Steven L. Chown, Sue W. Nicolson. – New York : Oxford University Press, 2004. – 254 p.
18. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование : пер. с фр. О. Н. Бондаренко / В. Вольтерра. – Москва : Наука, 1976. – 287 с.
19. Lotka Alfred. J. *Elements of Physical Biology* / Alfred J. Lotka. – Baltimore : Williams & Wilkins Company, 1925. – 495 p.

REFERENCES

1. *Samoregulatsiia sotsialnogo organizmu krainy* [Self-regulation of the social organism of the country], ed. by V.P. Bekh. Kyiv: National Pedagogical Dragomanov University Publ., 2010, 652 p.
2. Severtsov A.S. *Teoriya evolyutsii* [Theory of Evolution]. Moscow: Vldos Publ., 2005, 380 p.
3. Pask G. *Model' evolyutsii* [Model of evolution]. *Printsipy samoorganizatsii* [Principles of self-organization], ed. by A.Ya. Lerner. Moscow, 1966, pp. 284–314. (in Russian)
4. Glushkov V.M. *Kibernetika. Voprosy teorii i praktiki* [Cybernetics. Questions of theory and practice]. Moscow: Nauka Publ., 1986, 488 p.
5. Amosov N.M. *Entsiklopediya Amosova. Algoritm zdorov'ya* [Amosov's encyclopedia. Health algorithm]. Moscow; Donetsk: AST; Stalker Publ., 2002, 324 p.
6. Bolshakov V.I., Volchuk V.M. and Dubrov Yu.I. *Etapy identyfikatsii bahatoparmetrychnykh tekhnolohiy ta shlyakhy yikh realizatsii* [Identification stages of the multi-parametric technologies and ways of their implementation]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the Ukrainian National Academy of Sciences], 2013, no. 8, pp. 66–72. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/67873> [Accessed 22 December 2018]. (in Ukrainian).
7. Bolshakov V.I. and Dubrov Yu.I. *Pro rol konfliktiv v evolyutsiinykh protsesakh* [On the role of conflicts in evolutionary processes]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the Ukrainian National Academy of Sciences], 2016, no. 11, pp. 87–91. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/109878> [Accessed 22 December 2018]. (in Ukrainian).
8. Dubrov Yu., Bolshakov V. and Volchuk V. *Puti identyfikatsii periodicheskikh mnogokriterial'nykh tekhnolohiy na primere tekhnolohii proizvodstva prokatnykh valkov* [The ways of identification the periodic multi-criteria technologies by an example of the production technology of mill rolls]. Saarbrucken: Palmarium Academic Publ., 2015, 236 p.
9. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Identifikatsiya mnogoparmetrycheskikh, mnogokriterial'nykh tekhnolohiy i puti ikh prakticheskoy realizatsii* [Identification of multi-parametric, multi-criteria technologies and ways of their practical implementation]. *Metalloznnavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metallography and Thermal Treatment of Metals], 2013, no. 4(61), pp. 5–11. (in Russian).
10. Bolshakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Tvir naukovogo kharakteru «Sposob opredeleniya oblasti kompromissa kriteriev kachestva mnogokriterial'nykh tekhnolohiy»* [A scientific essay 'The method for determining the area of compromise quality criteria of multi-criteria technologies']. *Svidotstvo pro reistratsiiu avtorskogo prava na tvir* [The certificate of registration a copyright for an invention in Ukraine]. No. 53769, 18.02.2014. Available at: file:///D:/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%B7%D0%BA%D0%B8/AvtorPravo_%E2%84%9633_2014.pdf [Accessed 27 December 2018]. (in Russian).
11. Volchuk V. N. *K primeneniyu fraktal'nogo formalizma pri ranzhirovanii kriteriev kachestva mnogoparmetrycheskikh tekhnolohiy* [On the application of the fractal formalism when ranking the quality of multi-parametric technologies]. *Metallofizika i noveyshie tekhnolohiy* [Physics of metals and Advanced Technologies], 2017, vol. 39, no. 3,

- pp. 949–957. Available at: <http://mfint.imp.kiev.ua/ru/abstract/v39/i07/0949.html> [Accessed 22 December 2018]. (in Russian).
12. Volchuk V.N. *K opredeleniyu oblasti kompromissa kharakteristik kachestva materialov* [On the issue of the definition the area of compromise materials quality characteristics]. *Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metallography and Thermal Treatment of Metals], 2015, no. 3, pp. 21–25. Available at: <http://journals.urau.ua/index.php/2413-7405/article/view/57879> [Accessed 22 December 2018]. (in Russian).
 13. Chikriy A.A., Rappoport I.S. and Chikriy K.A. *Sravnenie garantirovannykh vremen pri upravlenii dvizheniem v usloviyakh konflikta* [Comparison of guaranteed times when controlling a motion under the conditions of conflicts]. *Kibernetika i sistemnyi analiz* [Cybernetics and System Analysis], 2008, vol. 44, no. 4, pp. 89–100. (in Russian).
 14. Khaken G. *Sinergetika. Ierarkhiya neustoychivostey v samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ustroystvakh* [Synergetics. Hierarchy of instabilities in self-organizing systems and installations]. □ Moscow: Mir Publ., 1985, 424 p.
 15. Dubrov Yu.I. *Lyudyna v suchasnomu vyrobnystvii: Problemy psikhichnoi stiykosti ta intelektualnoi mobilnosti* [A human being in a modern manufacture: problems of the mental stability and intellectual mobility]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the Ukrainian National Academy of Sciences], 1998, no. 4, pp. 81–90. (in Ukrainian).
 16. Ferster G.O. *O samoorganizuyushchikhsya sistemakh i ikh okruzenii* [Self-organizing systems and their environment], transl. from English by V.G. Borodulina et al., ed. by T.N. Sokolova. □ Moscow: Mir Publ., 1964, pp. 113–140. (in Russian).
 17. Chown S.L. and Nicolson S.W. *Insect Physiological Ecology: Mechanisms and Patterns*. New York: Oxford University Press Publ., 2004, 254 p.
 18. Vol'terra V. *Matematicheskaya teoriya bor'by za sushchestvovanie* [Mathematical theory of the struggle for existence], transl. from French by O.N. Bondarenko. Moscow: Nauka Publ., 1976, 287 p.
 19. Lotka A.J. *Elements of Physical Biology*. Baltimore: Williams & Wilkins Company, 1925, 495 p.

Рецензент: Большаков В. И., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 28.06.2018 р.

УДК 669.017:620.17

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.25.307

ДО ПРОГНОЗУ МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МЕТАЛУ

ВОЛЧУК В. М.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

СИЗОВА О. Р.², *студ.*

¹Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7199-192X

²Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: 00lena00@ro.ru

Анотація. *Вступ.* Прогнозування механічних властивостей металевих виробів зумовлене труднощами, пов'язаними з впливом багатьох факторів. Основні з них - багатопараметричність та багатокритеріальність технології виробництва. Для зменшення витрат на натурні експерименти запропоновано методику оцінювання механічних властивостей металу з використанням математичного апарату. **Методика.** Застосовується математичне планування експериментів для оцінювання межі міцності сталі Ст4кп на основі аналізу елементів її хімічного складу. **Результати експерименту.** Отримано математичну модель прогнозу межі міцності сталі Ст4кп, що дозволяє здійснювати її прогноз на заданому інтервалі показників хімічного складу. Згідно з критерієм Фішера $F = 1,187$ модель адекватна за рівня значимості $\alpha = 0,05$. **Висновки.** В рамках методики планування експериментів отримано модель прогнозування межі міцності сталі Ст4кп, що дозволяє оперативне прогнозувати якість металу неруйнівним методом. Цей підхід можна застосовувати як експрес-методику оцінювання критеріїв якості металопрокату.

Ключові слова: *планування експерименту; метал; хімічний склад; прогнозування; механічні властивості*

К ПРОГНОЗУ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛА

ВОЛЧУК В. Н.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

СИЗОВА Е. Р.², *студ.*

¹Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7199-192X

²Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: 00lena00@ro.ru

Аннотация. *Введение.* Прогнозирование механических свойств металлических изделий обусловлено трудностями, связанными с влиянием многих факторов. Основными из факторов являются многопараметричность и многокритериальность технологии производства. Для уменьшения затрат на натурные эксперименты предложена методика оценки механических свойств металла с использованием математического аппарата. **Методика.** Применяется математическое планирование экспериментов для оценки предела прочности стали Ст4кп на основе анализа элементов ее химического состава. **Результаты эксперимента.** Получена математическая модель прогноза предела прочности стали Ст4кп, что позволяет осуществлять его прогноз на заданном интервале показателей химического состава. Согласно критерию Фишера $F = 1,187$ модель адекватна при уровне значимости $\alpha = 0,05$. **Выводы.** В рамках методики планирования экспериментов получена модель прогнозирования предела прочности стали Ст4кп, что позволяет оперативно прогнозировать качество металла неразрушающим методом. Данный подход можно применять в качестве экспрес-методики оценки критериев качества металлопродукта.

Ключевые слова: *планирование эксперимента; металл; химический состав; прогнозирование; механические свойства*

TO THE FORECAST OF MECHANICAL PROPERTIES OF METAL

VOLCHUK V. M.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*,

SIZOVA O. R.², *student*

¹Department of Materials Science, State Higher Educational Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuky@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-7199-192X

²Department of Materials Science, State Higher Educational Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: 00lena00@ro.ru

Annotation. Introduction. Forecasting the mechanical properties of metal products is due to the difficulties associated with the influence of many factors. The main factors are the multi-parameter and multi-criteria technology of production. A technique for evaluating the mechanical properties of a metal using a mathematical apparatus for reducing the cost of full-scale experiments is proposed. **Methodology.** Mathematical planning of experiments is used to evaluate the strength limit of steel type St4kp based on the analysis of the elements of its chemical composition. **Results of the experiment.** A mathematical model of the strength limit prediction of steel type St4kp is obtained, which makes it possible to carry out its prediction on a given range of chemical composition indicators. According to the F-test, $F=1.187$ is the model that is adequate at a significance level of $\alpha=0,05$. **Conclusions.** In the framework of the experiment planning methodology, a model for predicting the strength limit of steel type St4kp has been obtained, which makes it possible quickly predict the quality of the metal by a non-destructive method. This approach can be used as an express methodology for assessing the quality criteria of metal rolling.

Keywords: *experiment planning; metal; chemical composition; forecasting; mechanical properties*

Вступ. Для прогнозування механічних властивостей металопрокату нині застосовуються різні методики. Серед них окремо можна відмітити математичні методи [1-5], зокрема, теорії фракталів та мультифракталів [6-10], неруйнівні методи контролю [11]. Всі вони застосовуються для кожного конкретного випадку окремо залежно від поставленої мети. Труднощі вибору тієї чи іншої моделі для оцінювання критеріїв якості сталей та чавунів пов'язані в першу чергу з багатопараметричністю та багатокритеріальністю технології їх виробництва і впливом різних факторів [12, 13]. Сюди слід віднести вплив хімічного складу та структури на властивості матеріалу [14].

Особливо слід відмітити математичні методики оцінювання критеріїв якості різ-

них матеріалів. Їх застосування для прогнозу властивостей металів особливо актуальне, оскільки для їх визначення неможливо застосувати детермінований підхід, що базується на причинно-наслідкових зв'язках. Серед існуючих методик методика планування експериментів особливо часто використовується для прогнозу того чи іншого складного об'єкта дослідження.

Оцінювання критеріїв якості сталей з точністю, що може задовольняти вимогам замовника та нормативним документам, запропоновано проводити з допомогою методики планування експериментів.

Методика. Досліджувався вплив хімічного складу сталі Ст4кп на її межу міцності (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічний склад сталі 4кп

Вміст в % відповідно до маси	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
Ст4кп	0,18 -0,27	до 0,05	0,40 - 0,70	до 0,3	до 0,05	до 0,05	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08



Рис. Мікроструктура сталі 4кп, збільшення 100

Межа міцності визначалася для труб у стані заводської поставки відповідно до ГОСТ 535-2005. Згідно з нормативними документами показники міцності становлять 400...510 МПа.

Сталь 4кп у стані заводської поставки має феритно-перлітну структуру (див. рисунок). Перліт розміщується по межах зерен фериту, його вміст у досліджуваних мікроструктурах сталі 4кп становив за підрахунками 25-30 %.

Результати експерименту. В таблиці 2 наведено матрицю планування експериментів для сталі Ст4кп з експериментальними показниками функції мети $Y_{\text{екс}}$ та оцінками її

прогнозу $Y_{роз}$, що розраховувалися за допомогою рівняння регресії (1).

$$Y_{роз} = 243,79 + 477,78 \cdot X_1 + 1216,67 \cdot X_2 + 95 \cdot X_3 + 600 \cdot X_4 \quad (R^2=0,89) \quad (1)$$

У матриці планування експерименту загальний рівень (ЗР), інтервал варіювання (ІВ), нижній рівень (НР) та верхній рівень (ВР) числових значень змінних (елементів хімічного складу) вибирались згідно з експертною оцінкою.

Таблиця 2

Матриця планування експериментів

ЗР		0,225	0,035	0,55	0,035	Межа міцності σ_B , МПа	
ІВ		0,045	0,015	0,15	0,015		
ВР		0,27	0,05	0,7	0,05		
НР		0,18	0,02	0,4	0,02		
№	X_0	$X_1(C)$	$X_2(Si)$	$X_3(Mn)$	$X_4(Ni)$	$Y_{екс}$	$Y_{роз}$
1	+	+	+	+	+	520	530
2	+	+	+	+	-	500	512
3	+	+	+	-	+	505	502
4	+	+	+	-	-	485	484
5	+	+	-	+	+	498	494
6	+	+	-	+	-	483	476
7	+	+	-	-	+	478	465
8	+	+	-	-	-	440	447
9	+	-	+	+	+	488	487
10	+	-	+	+	-	500	469
11	+	-	+	-	+	460	459
12	+	-	+	-	-	425	441
13	+	-	-	+	+	440	451
14	+	-	-	+	-	422	433
15	+	-	-	-	+	420	422
16	+	-	-	-	-	410	404

Для перевірки гіпотези про однорідність оцінок дисперсій використовували критерій Кохрена G_{max} [1], заснований на законі розподілу відношень максимальної емпіричної дисперсії S_{max} до суми всіх дисперсій (2):

$$G_{max} = \frac{s_g^2 \max}{\sum_{g=1}^m s_g^2} \quad (2)$$

де $s_g^2 = \frac{1}{m-1} \sum_{l=1}^m (y_{g,l} - \bar{y}_g)^2$. При цьому $m = 16$ – число паралельних дослідів; $y_{g,l}$ – по-

точне значення функції; \bar{y}_g – середнє значення функції. Невідтворюваність експериментів, як правило, є наслідком наявності неврахованих і, як результат, вплив неконтрольованих змінних, що створюють на виході об'єкта планування великий рівень «шуму».

Математична модель адекватна за критерієм Фішера $F = 1,187$ за рівня значимості $\alpha = 0,05$. Аналіз рівняння регресії (1) підтверджує той факт, що найсильніший зв'язок спостерігається між функцією мети (показником якості

У) та аргументами x_1 (вуглець), x_2 (кремній) і x_4 (нікель). Це підтверджується найбільш високими серед розглянутих коефіцієнтами кореляції, що обґрунтовується фізико-хімічною інтерпретацією їх впливу.

Висновки. Отримано регресійну модель прогнозу показників межі міцності сталі Ст4кп на основі аналізу впливу елементів її хімічного складу. Модель прогнозу якості

металу адекватна за критерієм Фішера $F = 1,187$ за рівня значимості $\alpha = 0,05$.

Запропонований підхід дозволяє оперативно та з мінімальними витратами прогнозувати якість металопрокату, що випускається з даної марки сталі, залежно від хімічного складу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вознесенский В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В. А. Вознесенский. – Москва : Финансы и статистика, 1981. – 263 с.
2. Modified expanded clay lightweight concretes for thin-walled reinforced concrete floating structures / A. Mishutn, S. Kroviakov, O. Pishev, B. Soldo // Tehnicki Glasnik/Technical Journal. – 2017. – Vol. 11. – № 3. – P. 121–124. – Режим доступу: <https://hrcak.srce.hr/186657>. – Перевірено: 07.02.2019.
3. Алгоритм проведения первичной статистической обработки массивов экспериментальных данных / Д. В. Лаухин, А. В. Бекетов, Н. А. Ротт, В. Д. Лаухин // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпро, 2017. – № 2. – С. 68–77.
4. Дубров Ю. И. Применение экспертной информации при формировании активного эксперимента в материаловедении / Ю. И. Дубров, В. Н. Волчук, В. И. Большаков // Моделирование и оптимизация в материаловедении : мат. 40-го междунар. семинара по моделированию и оптимизации композитов МОК'40, 25-26 апр. 2001 г. – Одесса : АстроПринт, 2001. – С. 25–26.
5. Композиция метода планирования экстремальных экспериментов и экспертной информации для формирования системы прогноза качества материалов / В. И. Большаков, В. Н. Волчук, Л. Н. Дейнеко, Ю. И. Дубров // Перспективные задачи инженерной науки : сб. науч. тр. междунар. конф. – Днепропетровск : GAUDEAMUS, 2001 – Вып. 2. – С. 203–208.
6. Bol'shakov V. Fractals and properties of materials : monograph / V. Bol'shakov, V. Volchuk, Yu. Dubrov. – Saarbrücken : Lambert Academic Publishing, 2016. – 140 p. – Режим доступу: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/tr/book/978-3-330-01812-9/fractals-and-properties-of-materials?search=Fractals>. – Перевірено: 07.02.2019.
7. Method of material quality estimation with usage of multifractal formalism / V. Volchuk, I. Klymenko, S. Kroviakov, M. Orešković // Tehnički glasnik–Technical Journal. – 2018. – Vol. 12. – № 2. – P. 93–97. – Режим доступу: <https://hrcak.srce.hr/202359>. – Перевірено 7.02.2019.
8. Большаков В. И. Основы организации фрактального моделирования : монография / В. И. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. И. Дубров. – Киев : Академперіодика, 2017. – 170 с.
9. Журавель І. М. Вибір налаштувань під час обчислення поля фрактальних розмірностей зображення / І. М. Журавель // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук. пр. / Нац. лісотехн. ун-т України. – Львів, 2018. – Т. 28. – № 2. – С. 159–163. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15421/40280230>. – Перевірено: 07.02.2019.
10. Журавель І. М. Вимірювання усередненого розміру зерен металу з використанням фрактальної розмірності / І. М. Журавель, Л. М. Свірська // Фізико-хімічна механіка матеріалів. – 2010. – Т. 46. – № 3. – С. 126–128. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/135345>. – Перевірено 7.02.2019.
11. Білокур І. П. Елементи дефектоскопії при вивченні неруйнівного контролю : навч. посіб. / І. П. Білокур. – Київ : НМК ВО, 1990. – 252 с.
12. Большаков В. И. О прогнозировании качества целевого продукта в периодических технологиях / В. И. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. И. Дубров // Доповіді Національної академії наук України. – 2014. – № 11. – С. 77–81. – Режим доступу: <http://www.dopovidi.nas.gov.ua/2014-11/14-11-13.pdf>. – Перевірено: 07.02.2019.
13. Большаков В. И. Идентификация многопараметрических, многокритериальных технологий и пути их практической реализации / В. И. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. И. Дубров // Металознавство та термічна обробка металів. – 2013. – № 4. – С. 5–11.
14. Investigation of Acicular Ferrite Structure and Properties of C-Mn-Al-Ti-N Steels / O. Uzlov, A. Malchere, V. Bolshakov, C. Esnouf // Advanced Materials Research. – 2007. – Vol. 23. – P. 209–312. – Режим доступу: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.23.209>. – Перевірено 7.02.2019.

REFERENCES

1. Voznesenskiy V.A. *Statisticheskiye metody planirovaniya eksperimenta v tekhniko-ekonomicheskikh issledovaniyakh* [Statistical methods of experiment planning in technical and economic research]. Moscow: Finansy i statistika, 1981, 263 p. (in Russian).
2. Mishutn A., Kroviakov S., Pishev O. and Soldo B. *Modified expanded clay lightweight concretes for thin-walled reinforced concrete floating structures*. Tehnicki Glasnik. Technical Journal. 2017, vol. 11, no. 3, pp. 121–124. Available at: <https://hrcak.srce.hr/186657>. [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
3. Laukhin D.V., Beketov A.V., Rott N.A. and Laukhin V.D. *Algorithm provedeniya pervichnoy statisticheskoy obrabotki massivov eksperimental'nykh dannykh* [Algorithm of primary statistical analysis of arrays of experimental data]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnitstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipro, 2017, no. 2, pp. 68–77. Available at: <http://visnyk.pgasa.dp.ua/article/view/111314>. [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
4. Dubrov Yu.I., Volchuk V.N. and Bol'shakov V.I. *Primeneniye ekspertnoy informatsii pri formirovani i aktivnogo eksperimenta v materialovedenii* [Application of expert information in the formation of an active experiment in materials science]. *Modelirovaniye i optimizatsiya v materialovedenii: mat. 40-go mezhdunar. seminaru po modelirovaniyu i optimizatsii kompozitov MOK'40* [The modeling and optimization in materials science. Proceedings of 40th Int. seminar on modeling and optimization of IOC'40 composites]. Odessa: AstroPrint, 2001, pp. 25–26. (in Russian).
5. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N., Dejneko L.N. and Dubrov Yu.I. *Kompozitsiya metoda planirovaniya ekstremal'nykh eksperimentov i ekspertnoj informatsii dlya formirovaniya sistemy prognoza kachestva materialov* [Composition of a method for planning extreme experiments and expert information for the formation of a material quality prediction system]. *Perspektivnye zadachi inzhenernoj nauki* [Perspective tasks of engineering science]. Dnepropetrovsk: GAUDEAMUS, 2001, iss. 2. pp. 203–208. (in Russian).
6. Bol'shakov V., Volchuk V. and Dubrov Yu. *Fractals and properties of materials*. Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2016, 140 p. Available at: <https://www.lap-publishing.com/catalog/details/store/tr/book/978-3-330-01812-9/fractals-and-properties-of-materials?search=Fractals>. [Accessed 6 February 2019].
7. Volchuk V., Klymenko I., Kroviakov S., Orešković M. *Method of material quality estimation with usage of multifractal formalism*. Tehnički glasnik. Technical Journal. 2018, vol. 12, no. 2, pp. 93–97.
8. Bol'shakov V.I., Volchuk V.M. and Dubrov Yu.I. *Osnovy organizatsii fraktal'nogo modelirovaniya* [Fundamentals of fractal modeling]. Kiev: Akadempriodika, 2017, 170 p. (in Russian).
9. Zhuravel I.M. *Vybir nalashтуvan pid chas obchyslennia polia fraktal'nykh rozmirnostei zobrazhennia* [The choice of parameters when calculating the fractal dimension of the image]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy* [Scientific Bulletin of UNFU]. Lviv, 2018, vol. 28, no 2, pp. 159–163. Available at: <https://doi.org/10.15421/40280230>. [Accessed 7 February 2019]. (in Ukrainian).
10. Zhuravel I.M. and Svirska L.M. *Vymiriuvannia userednenoho rozmiru zeren metalu z vykorystanniam fraktalnoi rozmirnosti* [Measurement of the mean grain size in a metal by using fractal dimensions]. *Fizyko-khimichna mekhanika materialiv* [Materials Science]. 2010, vol. 46, no 3, pp. 418–420. Available at: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/135345>. [Accessed 7 February 2019]. (in Ukrainian).
11. Bilokur I.P. *Elementy defektoskopii pry vyvchenni neruinivnoho kontroliu* [Elements of defectoscopy during studying of non-destructive control]. Kyiv: NMK VO, 1990, 252 p. (in Ukrainian).
12. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *O prognozirovani kachestva tselevogo produkta v periodicheskikh tekhnologiyakh* [Predicting the quality of a desired product in periodic technologies]. *Dopovidi Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine]. Kyiv, 2014, no. 11, pp. 77–81. Available at: <http://www.dopovidi.nas.gov.ua/2014-11/14-11-13.pdf>. [Accessed 7 February 2019]. (in Russian).
13. Bol'shakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Identifikatsiya mnogoparametricheskikh, mnogokriterial'nykh tekhnologiy i puti ikh prakticheskoy realizatsii* [Multiparameter identification, multicriteria techniques and ways of their implementation]. *Metaloznavstvo ta termichna obrobka metaliv* [Metall Science and Heat Treatment of Metals]. 2013, no 4., pp. 5–11. (in Russian).
14. Uzlov O., Malchere A., Bolshakov V.I., Esnouf C. *Investigation of Acicular Ferrite Structure and Properties of C-Mn-Al-Ti-N Steels*. *Advanced Materials Research*. 2007, vol. 23, pp. 209–312. Available at: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.23.209>. [Accessed 7 February 2019].

Рецензент: Дубров Ю. І., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.07.2018 р.

УДК 622.063.4+711.555:69.059.7](477)

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.30.308

РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ПРОПОЗИЦІЙ З РЕКОНСТРУКЦІЇ КОМПЛЕКСУ ВИДОБУВАННЯ ЛІКУВАЛЬНИХ ГРЯЗЕЙ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ «СОЛОНІЙ ЛИМАН»

ШАТОВ С. В.¹, *д-р техн. наук, доц.*,

КОРОЛЬОВ В. М.²

¹Кафедра будівельних та дорожніх машин, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatov.sv@ukr.net, ORCIDID: 0000-0002-1697-2547

²Кафедра основ архітектури, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49005, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-61, e-mail: viktorkorolov21@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9382-6415

Анотація. Постановка проблеми. Поліпшення здоров'я людей можливе з використанням пелоїдів – лікувальних грязей. Одне із найбільших родовищ пелоїдів в Україні - озеро Солоний лиман, розташоване на північ від села Новотроїцьке Новомосковського району. Актуальною проблемою стало удосконалення комплексу та технологічного обладнання з екологічної розробки лікувальних грязей. **Мета дослідження** - розроблення технічних пропозицій з реконструкції комплексу з екологічного видобування лікувальних грязей озера Солоний лиман. **Висновок.** Аналіз комплексу розробки лікувальних грязей фізіотерапевтичної лікарні «Солоний лиман» показав необхідність його реконструкції шляхом розробки перспективної робочої ділянки. Спроектовано комплекс видобутку лікувальних грязей озера Солоний лиман, який забезпечує їх підготовку та переміщення у робочу зону діючого навантажувача.

Ключові слова: лікувальні грязі; пелоїди; комплекс з розроблення лікувальних грязей

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ ПРЕДЛОЖЕНИЙ РЕКОНСТРУКЦИИ КОМПЛЕКСА ДОБЫЧИ ЛЕЧЕБНЫХ ГРЯЗЕЙ МЕДИЦИНСКОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «СОЛЕННЫЙ ЛИМАН»

ШАТОВ С. В.¹, *д-р техн. наук, доц.*,

КОРОЛЕВ В. Н.²

¹Кафедра строительных и дорожных машин, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49005, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-47, e-mail: shatov.sv@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

²Кафедра основ архитектуры, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49005, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-61, e-mail:viktorkorolov21@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9382-6415

Аннотация. Постановка проблемы. Улучшение здоровья людей возможно использованием пелоидов – лечебных грязей. Одним из самых крупных месторождений пелоидов в Украине является озеро Солоний лиман, расположенное к северу от села Новотроїцьке Новомосковського району. Актуальной проблемой является усовершенствование комплекса и технологического оборудования для экологической разработки лечебных грязей. **Цель исследования** - разработка технических предложений по реконструкции комплекса экологической разработки лечебных грязей физиотерапевтической больницы «Солоний лиман», который показал необходимость его реконструкции путем разработки перспективного рабочего участка. Спроектирован комплекс добычи лечебных грязей озера Солоний лиман, который обеспечивает их разработку и перемещение в рабочую зону действующего погрузчика.

Ключевые слова: лечебные грязи; пелоиды; комплекс для разработки лечебных грязей

DEVELOPMENT OF TECHNICAL SUGGESTIONS ON THE RECONSTRUCTION OF THE COMPLEX OF BOOY OF MEDICAL MUDS OF MEDICAL ESTABLISHMENT «SALT ESTUARY»

SHATOV S. V.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,

KOROLOV V.M.²

¹Department build and road wave, State Higher Education Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-93-47, e-mail: shatovsv@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-1697-2547

²Department of bases of architecture, State Higher Education Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. + тел. +38 (056) 756-33-61, e-mail: viktorkorolov21@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-9382-6415

Annotation. Formulation of the problem. The improvement of human health is possible by using peloids – medical muds. One of the biggest deposits of peloids in Ukraine is lake the Salt estuary which is located to the north of the village Novotroitske, Novomoskovsk district. The issue of the day is an improvement of the complex and technological equipment for the ecological development of medical muds. **Purpose.** Development of technical suggestions for the reconstruction of the complex for the ecological extraction of medical muds of lake the Salt estuary. **Conclusion.** The analysis of complex development of medical muds of physiotherapy hospital the “Salt estuary” has shown the necessity of its reconstruction by developing a perspective working area. The complex of booty of medical muds of lake is projected the Salt estuary which provides their development and transferring to the working area of operating loader.

Keywords: *medical muds; peloids; complex for development of medical muds*

Проблема. Будівництво екологічних соціокомплексів передбачає поліпшення умов життя людей та їх здоров'я, зокрема, використання у лікувальному процесі пелоїдів – лікувальних грязей [16]. Одне з найбільших родовищ пелоїдів в Україні - озеро Солоний лиман - розташоване на північ від села Новотроїцьке Новомосковського району (рис. 1) [14]. Лікувальний процес здійснює Дніпропетровська обласна фізіотерапевтична лікарня «Солоний лиман». Він передбачає видобування, транспортування, переробку та використання лікувальної грязі цього озера.

Розробка родовища обумовлена вимогами нормативної документації, що діє в Україні [2–9], та повинна забезпечити екологічний захист родовища від виснаження та забруднення під час зберігання природної якості та фізико-хімічного складу грязей. Тому актуальною проблемою стало удосконалення комплексу з екологічногovidобування лікувальних грязей озера Солоний лиман.

Аналіз публікацій. Склад будівельної частини медичних закладів визначається Державними будівельними нормами ДБН В. 2.2-10-2001 [3]. Використання лікувальних грязей відбувається у фізіотерапевтичних лікарнях та у санаторно-курортних закладах. Спосіб та технологічні вимоги до розроблення лікувальних грязей не регламентуються, а визначаються та проектується для таких закладів індивідуально.

Початок розроблення лікувальних грязей озера Солоний лиман пов'язаний з

використанням найпростіших засобів – лопат та різних ємкостей. Геологічні запаси грязей, за оцінкою підприємства "Південурггеологія", на площі озера 3,4 км² становлять 466 608 м³ [13]. З урахуванням потужності мінімального шару корисної копалини 0,2 м в межах відведення залягання грязьового покладу, балансові запаси лікувальної грязі становлять 24,8 тис. м³, а запаси з невизначеним промисловим значенням - 149,6 тис. м³ (рис. 2).

З 2001 року лікувальні грязі видобуваються за допомогою грейферного навантажувача, який переміщується на рейковому механізмі по дамбі між озерами Солоний лиман та Лужне (рис. 3). Технологією передбачається дотримання вимог до забезпечення відсутності шкідливих дій на навколишнє середовище, а також використання обладнання із сезонним видобуванням лікувальних грязей (весна, осінь) за наявності обводненого середовища.

Грейферний навантажувач переміщується на рейковому механізмі по дамбі між озерами Солоний лиман та Лужне. Вантажним візком разом із грейфером лікувальна грязь переноситься до місця розвантаження та розвантажується у транспортний засіб (самоскид), яким доставляється у грязелікарню на процедури. Продуктивність грейферного навантажувача складає 3 м³/годину (300 м³/місяць).

Зараз запаси лікувальної грязі у робочому просторі грейфера вичерпані. Виникла потреба у реконструкції забору лікувальної грязі поза зоною дії навантажувача (40 м та більше від

навантажувача) і переміщення її до нього. Вимоги до технології видобутку лікувальних грязей передбачають:

- наявність рівня води в озері 0,01 – 0,5 м;
- необхідність залишати охоронний шар пелоїдів 0,1 м для їх відновлення;
- дотримання вимог по екології.



Рис. 1. Озеро Солоний лиман

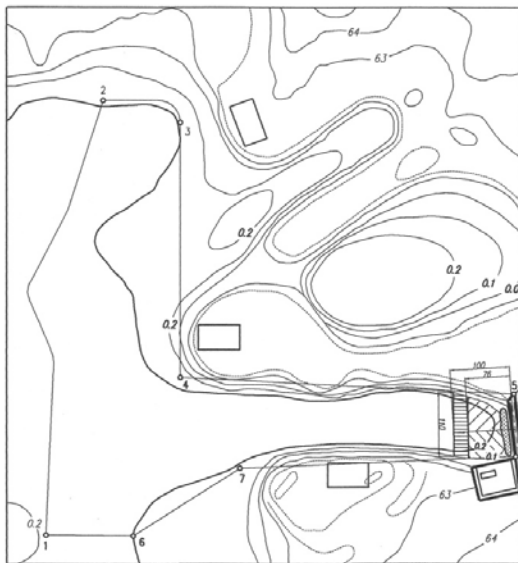


Рис. 2. Топографічний план та межі відведення розробки лікувальних грязей (1 – 7)

Мета досліджень - розроблення технічних пропозицій щодо реконструкції комплексу з екологічного видобування лікувальних грязей озера Солоний лиман.

Результати дослідження. Розробка родовища озера Солоний лиман зумовлена вимогами нормативної документації, що діє в Україні [2–9], і повинна забезпечити розробку ділянки, яка не покрита водою (рис. 2), екологічний її захист від виснаження та забруднення для зберігання природної якості.

У процесі дослідження були розроблені такі технічні рішення (табл.).

Схема № 1 передбачає застосування скреперного привідного ковша 6 на гнучких канатах 7 та 8 [15]. Привідна лебідка 5 виконана з двома барабанами для намотування канатів 7, 8 та розташовується на нижній балці існуючого грейферного навантажувача 1 [11]. Привід лебідки електричний від електромережі навантажувача з управлінням із його кабіни. У зв'язку з сезонним видобуванням пелоїдів передбачено змінне кріплення лебідки до нижньої балки навантажувача [1; 10; 12]. Канати 7 та 8 огинають блок, встановлений на анкерній опорі 9.

При переміщенні ковша 6 у напрямку до навантажувача 1 виконується розробка середовища. Недолік схеми - мала ширина розроблюваної ділянки.



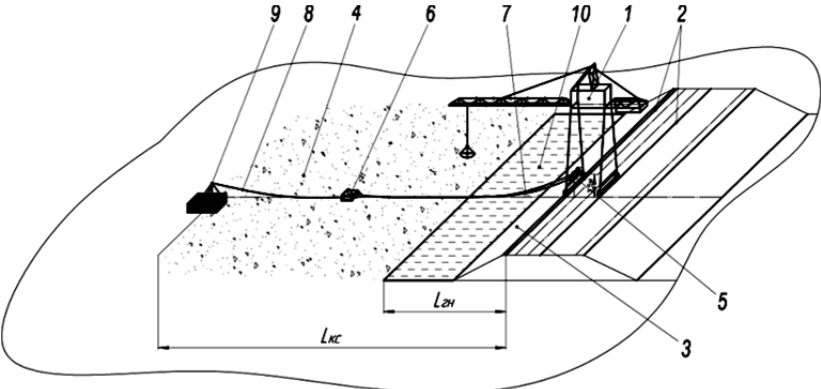
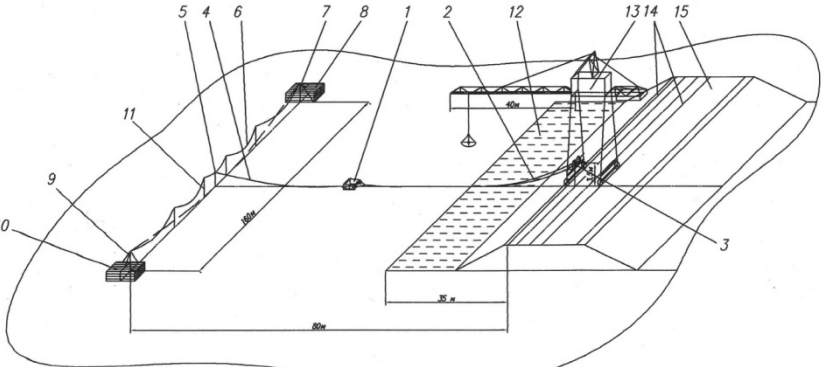
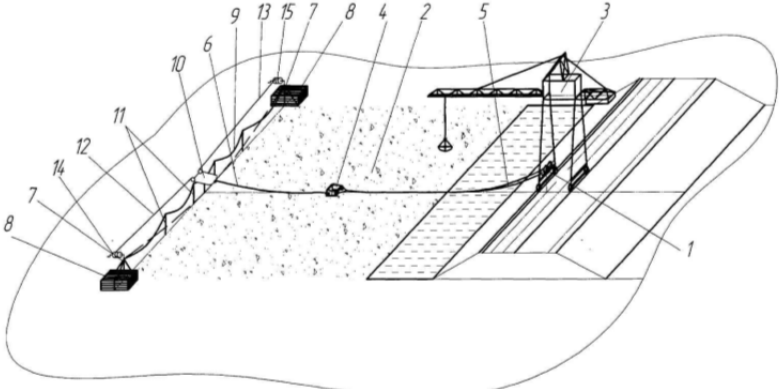
а



б

Рис. 3. Розробка пелоїдів оз. Солоний лиман: а – загальний вигляд; б – транспортування самоскидом

Технічні пропозиції з реконструкції комплексу з видобування лікувальних грязей озера Солоний лиман

№ п/р	Назва	Схема та позначення
1	Проект з однією анкерною опорою	<p style="text-align: center;">3</p>  <p>1. Грейферний навантажувач; 2. Рейки; 3. Межа родовища; 4. Родовище; 5. Привідна лебідка; 6. Скреперний ківш; 7. Тяговий канат; 8. Зворотний канат; 9. Анкерна опора; 10. Ділянка родовища</p>
2	Проект із двома анкерними декількома проміжними опорами	 <p>1. Скреперний ківш; 2. Тяговий канат; 3. Привідна лебідка; 4. Зворотний канат; 5. Каретка; 6. Несний канат; 7, 9. Анкерна опора; 8, 10. Баласт; 11. Проміжна опора; 12. Родовище; 13. Грейферний навантажувач; 14. Рейки; 15. Дамба</p>
3	Проект із двома анкерними декількома проміжними опорами та керованим переміщенням каретки і ковша	 <p>1. Привідна лебідка; 2. Родовище; 3. Грейферний навантажувач; 4. Скреперний ківш; 5. Тяговий канат; 6. Зворотний канат; 7. Анкерна опора; 8. Баласт; 9. Несний канат; 10. Каретка; 11. Проміжна опора; 12, 13. Канат переміщення каретки; 14, 15. Привід переміщення каретки</p>

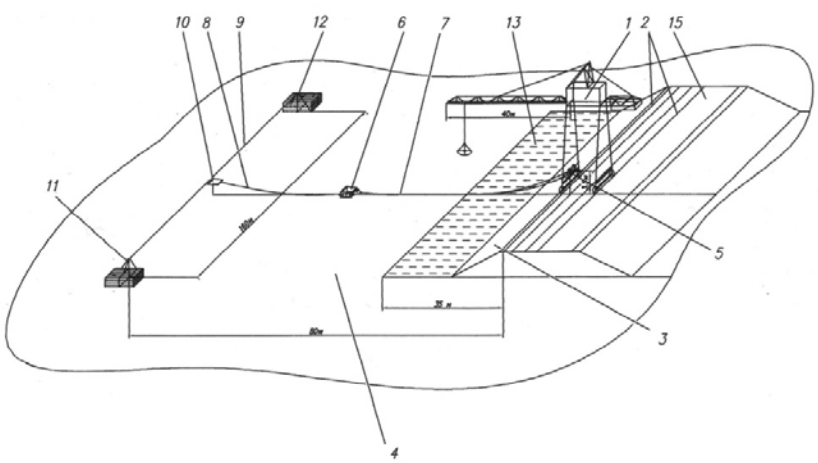
<p>4</p>	<p>Проект із двома анкерними опорами та переміщенням каретки і ковша навантажувачем</p>	 <p>1. Грейферний навантажувач; 2. Рейки; 3. Межа родовища; 4. Родовище; 5. Привідна лебідка; 6. Скреперний ківш; 7. Тяговий канат; 8. Зворотний канат; 9. Несний канат; 10. Каретка; 11, 12. Анкерна опора; 13, 14. Ділянка родовища; 15. Дамба</p>
----------	---	--

Схема № 2 передбачає встановлення анкерних опор 7 і 8 на межі ділянки родовища 12, на яких закріплений несний канат 6. На несному канаті 6 установлена каретка 5, яку огинають канати 2 і 4 привода ковша 1. Під несним канатом 6 установлені переставні проміжні опори 11. Переміщення каретки 5 та ковша 1 у поперечному напрямку виконується рухом навантажувача 13, що викликає додаткове навантаження на проміжні опори 11 та ускладнює переміщення каретки 5 над ними.

На схемі № 3 переміщення каретки 10 та ковша 4 у поперечному напрямку виконується додатковими приводами 14 та 15, розташованими у місцях закріплення несного каната 9 на анкерних опорах 7. До каретки 10 закріплені канати 12 і 13 його переміщення. Все це потребує ускладнення проекту та додаткових витрат.

Схемою № 4 передбачається переміщення каретки 10 та ковша 6 у поперечному напрямку рухом навантажувача 1. Проміжні опори відсутні. Для переміщення ковша 6 за новою траєкторією навантажувач 1 разом із приводом 5 пересувається вздовж ділянки 13. За рахунок натягнення тягового каната 7 переміщується каретка 10 по несному канату 9. Ця можливість забезпечується спеціальною рухомою конструкцією

каретки 10. Після накопичення лікувальної грязі на ділянці 13 її подальший забір та переміщення виконується грейферним навантажувачем 1 у самоскид.

Розроблені технічні пропозиції були представлені на нараду в фізіотерапевтичну лікарню «Солоний лиман», за рішенням якої як робочий проект реконструкції комплексу з видобутку лікувальних грязей була прийнята схема № 4: розробка пелоїдів виконується ковшем, який переміщується у поперечному напрямку рухом грейферного навантажувача між анкерними опорами.

У майбутньому площа розробки може бути збільшена шляхом переміщення анкерних опор та заміною канатів.

Висновки. 1. Виконаний аналіз комплексу видобутку лікувальних грязей фізіотерапевтичної лікарні «Солоний лиман» показав необхідність його реконструкції шляхом розробки перспективної робочої ділянки.

2. Розроблено технічні пропозиції з реконструкції існуючого комплексу, основою яких стало використання скреперного ковша для видобування пелоїдів із перспективної ділянки та їх переміщення у зону діючого навантажувача. Для подальшого проектування прийнято раціональну схему виконання обладнання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя : в 3-х т. Т. 1 / В. И. Анурьев. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Машиностроение, 1980. – 728 с.
2. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В. 1.2-14-2008. – Чинні від 2009-12-01 ; на заміну ГОСТ 27751-88. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 28 с.
3. Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я : ДБН В. 2.2-10-2001. – Чинні від 2001-04-01 ; на заміну СН 535-81. – Київ : Держбуд України, 2002. – 166 с.
4. Вишукування, проектування і територіальна діяльність. Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва : ДБН А.2.1-1-2008. – Чинні від 2008-07-01 ; на заміну СНиП 1.02.07-87. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 72 с.
5. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування : ДБН В. 1.2-2-2006. – Чинні від 2007-01-01 ; на заміну СНиП 2.01.07-85. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2006. – 75 с.
6. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації : ДСТУ Б А.2.4-4-99(ГОСТ 21.101-97). – Чинні від 1999-05-11 ; на заміну ДСТУ А.2.4-4-95(ГОСТ 21.101-93). – Вид. офіц. – Київ : Державний комітет архітектури, будівництва і житлової політики України, 1999. – 79 с.
7. Реконструкція, ремонт, реставрація об'єктів будівництва. Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт : ДБН В.3.2-2-2009. – Чинні від 2010-01-01 ; на заміну ВСН 61-89(р). – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 17 с.
8. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва : ДБН А.2.2-3-2004. – Чинні від 2004-07-01 ; на заміну ДБН А.2.2-3-97. – Київ : Держбуд України, 2004. – 35 с.
9. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд : ДБН А.2.2-1-2003. – Чинні від 2004-04-01 ; на заміну ДБН А.2.2-1-95. – Вид. офіц. – Київ : Держбуд України, 2004. – 23 с.
10. Машина для земляних робіт : підручник / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, М. П. Скоблюк, В. Г. Нікітін, М. І. Дерев'янчук, В. М. Супонев ; за заг. ред. Л. А. Хмари та С. В. Кравця. – Харків : ХНАДУ Фавор, 2014. – 548 с.
11. Спосіб забору лікувальних грязей : пат. 85631 Україна, МПК А61К 9/06. / Шатов С. В., Голубченко О. І., Дерев'янчук М. І., Гаркуша В. В. (Україна) ; заявники та патентовласники Шатов С. В., Голубченко О. І., Дерев'янчук М. І., Гаркуша В. В. - № у 2013 06919 ; заявл. 03.06.2013 ; опубл. 25.11.2013, Бюл. № 22. – 2 с.
12. Глазов А. А. Строительная, дорожная и специальная техника отечественного производства : крат. справ. / А. А. Глазов, Н. А. Манаков, А. В. Понкратов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ЗАО «Бизнес-Арсенал», 2000. – 815 с.
13. Технологічна схема розробки ділянки Солониманського родовища - лікувальних мулових грязей / Придніпровська гідрогеологічна партія. – Павлоград : КЗ «Південурггеологія», 2003. – 108 с.
14. Шатов С. В. Комплекси з розробки лікувальних грязей медичних об'єктів / С. В. Шатов, В. М. Корольов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпро, 2018. - № 3. – С. 52–58.
15. Шивов Л. Г. Дистанционное и автоматическое управления скреперными лебедками / Л. Г. Шивов, В. П. Гусарова. – Москва : Машиностроение, 1967. – 181 с.
16. Добыча лечебной грязи на Куяльницком лимане // YouTube. – 23 авг. 2015 г. – Режим доступа: https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=7PCs3UX_2us. – Проверено 01.02.2019.

REFERENCES

1. Anur'ev V.I. *Spravochnik konstruktora – mashinostroitel'ya : v 3kh. t.* [Reference book of constructor-mechanical engineer: in 3 vol.]. Ed. 5, Moscow: Mashinostroenie, 1980, vol. 1, 728 p. (in Russian).
2. *Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnnykh ob'ektiv. Zahalni pryntsyipy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel, sporud, budivelnnykh konstrukttsii ta osnov.* DBN V. 1.2-14-2008 [System of providing reliability and safety of construction objects. General principles of ensuring the reliability and constructive safety of buildings, structures and foundations : the State Building Regulations V. 1.2-14-2008]. Dated on 2009-12-01. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2008, 28 p. (in Ukrainian).
3. *Budynky i sporudy. Zaklady okhorony zdorovia : DBN V. 2.2-10-2001* [Building and structures. Healthcare facilities : the State Building Regulations V. 2.2-10-2001]. Dated on 2001-04-01. Kyiv: Derzhbud Ukrainy, 2002, 166 p. (in Ukrainian).
4. *Vyshukuvannia, proektuvannia i terytorialna diialnist. Vyshukuvannia. Inzhenerni vyshukuvannia dlia budivnytstva: DBN A. 2.1-1-2008* [Researchers, designing and territorial activities. Surveying. Engineering surveys for

- construction: the State Building Regulations A. 2.1-1-2008]. Dated on 2008-07-01. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2008, 72 p. (in Ukrainian).
5. *Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh ob'ektiv. Navantazhennia i vplyvy. Normy proektuvannia: DBN V. 1.2-2-2006* [System of ensuring the reliability and safety of construction objects. Load and effects. Design standards DBN V. 1.2-2-2006]. Dated on 2007-01-01. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2006, 75 p. (in Ukrainian).
 6. *Systema proektnoi dokumentatsii dlia budivnytstva. Osnovni vymohy do proektnoi ta robochoi dokumentatsii : DSTU B A.2.4-4-99* [Design documentation system for construction. Basic requirements for design and working documentation]. Dated on 1999-05-11. Kyiv: Derzhbud Ukrainy, 1999, 79 p. (in Ukrainian).
 7. *Rekonstruktsiia, remont, restavratsiia ob'ektiv budivnytstva. Zhytlovi budynky. Rekonstruktsiia ta kapitalnyi remont: DBN V. 3.2-2-2009* [Reconstruction, repair, restoration of construction objects. Residential buildings. The reconstruction and capital repair: DBN V. 3.2-2-2009]. Dated on 2010-01-01. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2009, 17 p. (in Ukrainian).
 8. *Sklad, poriadok rozroblennia, pohodzhennia ta zatverdzhennia proektnoi dokumentatsii dlia budivnytstv : DBN A. 2.2-3-2004* [Drawing up, development, coordination and approval of project documentation for construction]. Dated on 2004-07-01. Kyiv: Derzhbud Ukrainy, 2004, 35 p. (in Ukrainian).
 9. *Proektuvannia. Sklad i zmist materialiv otsinky vplyviv na navkolyshnie seredovyshe pry proektuvanni i budivnytstvi pidpriemstv, budynkiv i sporud : DBN A. 2.2-1-95* [Designing. The composition and content of the materials of assessment of influence on environment for the design and construction of enterprises, buildings and structures : DBN A. 2.2-1-95]. Dated on 2004-04-01. Kyiv: Derzhbud Ukrainy, 2004, 23 p. (in Ukrainian).
 10. Khmara L.A., Kravets S.V., Skobliuk N.P., Nikitin V.H., Derevianchuk M.I. and Suponiev V.M. *Mashyny dlia zemlianykh robot* [Machines are for earthworks]. Kharkiv: Kharkivskiy natsionalnyi avtomobilno-dorozhnyi universitet Favor, 2014, 548 p. (in Ukrainian).
 11. Shatov S.V., Golubchenko A.I., Derevianchuk M.I. and Garkusha V.V. *Sposib zaboru likuvalnykh gryazei* [Method of extraction therapeutic mud]. Patent No. 85631, Ukraine, IPC A61K9/06; zayavl. 03.06.2013; opubl. 25.11.2013.
 12. Glazov A.A., Manakov N.A. and Pankratov A.V. *Stroitel'naya, dorozhnaya i spetsial'naya tekhnika otechestvennogo proizvodstva. Kratkij spravochnik* [Build, travelling and special technique of domestic production. Short reference book]. Ed. 3, Moscow: Business-Arsenal, 2000, 815 p. (in Russian).
 13. *Prydniprov's'ka hidroheolohichna partiia. Tekhnolohichna skhema rozrobky dilianky Solonolymanskoho rodovyscha - likuvalnykh mulovykh hriazei* [Technological scheme of development of areas of Solonolyi Lyman deposits of silt therapeutic mud]. Pavlohrad: KZ "Pivdenukrheolohiia", 2003, 108 p. (in Ukrainian).
 14. Shatov S.V. and Korolov V.M. *Kompleksy z rozrobky likuvalnykh griazei medichnykh ob'ektiv* [Complexes for development medical muds of medical objects]. *Visnyk Prydniprovskoi derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of the Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipro, 2018, no. 3, pp. 52–58. (in Ukrainian).
 15. Shivov L.H. and Husarova V.P. *Distantcionnoe i avtomaticheskoe upravleniya skrepernymi lebedkami* [Remote and automatic control of scraper winches]. Moscow: Mashinostroenie, 1967, 181 p. (in Russian).
 16. *Dobycha lechebnoj gryazi na Kuyal'nitskom limane* [Extraction of medical mud on Kuyal'nitskom limane]. YouTube 23 august, 2015. Available at: https://www.youtube.com/watch?time_continue=9&v=7PCs3UX_2us [Accessed 1 February 2019].

Рецензент: Білоконь А. І., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 16.07.2018 р.

УДК [69.059.7:711.4]:373.2

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.37.309

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗШИРЕННЯ МЕРЕЖІ ДОШКІЛЬНИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДІВ ПІД ЧАС КОМПЛЕКСНОЇ РЕКОНСТРУКЦІЇ МІСЬКОЇ ЗАБУДОВИ

КРАВЧУНОВСЬКА Т. С.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

РАЗУМОВА О. В.², *канд. техн. наук, доц.*,

ДАНИЛОВА Т. В.³, *канд. техн. наук, доц.*,

МІШИНА Ю. Є.⁴, *асп.*

¹Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 635-36-08, e-mail: kts789d@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

²Кафедра архітектури, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 636-78-79, e-mail: o.v.raz888@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8342-2636

³Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (050) 454-68-88, e-mail: piop@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0297-9473

⁴Кафедра архітектури, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (067) 561-14-03, e-mail: mishyna982@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8163-7369

Анотація. Постановка проблеми. Перевантажені дитячі садки, які переважно розташовані у спальних районах міст, становлять 60 % від загальної кількості. Проблему становить нерівномірність розташування дошкільних закладів та відставання їх будівництва у нових житлових масивах, а також виведення деяких закладів із сфери діяльності в районах існуючої забудови. **Мета статті** - обґрунтування доцільності розширення мережі дошкільних навчальних закладів під час комплексної реконструкції міської забудови. **Висновок.** Для створення умов нормативної забезпеченості дітей дошкільними закладами необхідне повернення площ переданих в оренду дитячих садків, збільшення обсягу будівництва нових та модернізація існуючих. Необхідно проводити моніторинг будівель дитячих закладів, що наразі не використовуються за призначенням, але відповідають санітарним вимогам за площею території та умовами дотримання радіусів доступності, з подальшим розглядом можливості відновлення їх основної функції та відповідною компенсацією організаціям на площах існуючої забудови.

Ключові слова: комплексна реконструкція; соціальна інфраструктура; об'єкти громадського обслуговування; дошкільний навчальний заклад; організація будівництва

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАСШИРЕНИЯ СЕТИ ДОШКОЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ ПРИ КОМПЛЕКСНОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

КРАВЧУНОВСКАЯ Т. С.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

РАЗУМОВА О. В.², *канд. техн. наук, доц.*,

ДАНИЛОВА Т. В.³, *канд. техн. наук, доц.*,

МИШИНА Ю. Е.⁴, *асп.*

¹Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (067) 635-36-08, e-mail: kts789d@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

²Кафедра архитектуры, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (067) 636-78-79, e-mail: o.v.raz888@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8342-2636

³Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (050) 454-68-88, e-mail: piop@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0297-9473

⁴Кафедра архитектуры, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (067) 561-14-03, e-mail: mishyna982@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8163-7369

Аннотация. Постановка проблемы. Перегруженные детские сады, расположенные, в основном, в спальнях районах городов, составляют 60 % от общего количества. Проблемой является неравномерность расположения дошкольных учреждений и отставание их строительства в новых жилых массивах, а также

выведение некоторых заведений из сферы деятельности в районах существующей застройки. **Цель статьи** - обоснование целесообразности расширения сети дошкольных учебных заведений при комплексной реконструкции городской застройки. **Вывод.** Для создания условий нормативной обеспеченности детей детскими дошкольными учреждениями необходим возврат площадей переданных в аренду детских садов, увеличение объема строительства новых и модернизация существующих. Необходимо проводить мониторинг использования зданий детских учреждений, на сегодня не используемых по назначению, но соответствующих требованиям по площади территории и условиям соблюдения радиусов доступности, с последующим рассмотрением возможности восстановления их основной функции и соответствующей компенсацией организациям на площадях существующей застройки.

Ключевые слова: комплексная реконструкция; социальная инфраструктура; объекты общественного обслуживания; дошкольное учебное заведение; организация строительства

SUBSTANTIATION OF THE EXPEDIENCY OF THE EXPANSION OF THE NETWORK OF PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS IN THE COMPLEX RECONSTRUCTION OF URBAN DEVELOPMENT

KRAVCHUNOVSKA T. S.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

RAZUMOVA O. V.², *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

DANYLOVA T. V.³, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

MISHYNA Yu. Ye.⁴, *Ph. D. candidate.*

¹ Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (067) 635-36-08, e-mail: kts789d@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

² Department of architecture, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (067) 636-78-79, e-mail: o.v.raz888@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8342-2636

³ Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (050) 454-68-88, e-mail: piop@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0002-0297-9473

⁴ Department of architecture, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (067) 561-14-03, ORCID ID: 0000-0001-8163-7369

Annotation. Formulation of the problem. Overwhelmed kindergartens, located mainly in residential areas of cities, make up 60% of the total. The problem is the uneven location of preschool establishments and the delay of their construction in new residential areas, as well as the removal of some establishments from the sphere of activity in the areas of existing development. **Purpose of the article.** Substantiation of the expediency of the expansion of the network of preschool educational institutions in the complex reconstruction of urban development. **Conclusion.** In order to create conditions for the normative provision of children with preschool institutions, it is necessary to return the areas which were leased for kindergartens, the increase in the volume of new constructions and the modernization of existing ones. It is necessary to monitor the use of the buildings of children's institutions that are not currently used for their intended purpose, but meet the relevant requirements for the area of the territory and the conditions for compliance with the radius accessibility, with subsequent consideration of the possibility of restoring their main function and appropriate compensation to the organizations in the areas of the existing buildings.

Keywords: complex reconstruction; social infrastructure; public service objects; preschool educational institution; organization of construction

Постановка проблеми. Формування якісного довкілля та створення сприятливих умов життєдіяльності людини, які враховують її потреби, запити та інтереси, складає основу соціально-економічної ефективності та сталого розвитку міських поселень [1–4; 6; 7; 18; 19].

Розвиток та ефективне функціонування об'єктів соціальної інфраструктури багато в чому визначає рівень і якість життя населення, формуючи ключові показники для розрахунку рейтингу розвитку регіону або країни. Один із таких показників

забезпеченість населення об'єктами соціальної інфраструктури, який розраховується на підставі трьох параметрів:

– кількість студентів, що навчаються в державних вищих навчальних закладах на 1 000 чоловік населення;

– кількість дитячих садків і шкіл на 1 000 чоловік населення;

– кількість спортивних майданчиків на 1 000 чоловік населення [12].

Не менш важливий показник, що характеризує якість життя і рівень розвитку людського потенціалу – це ступінь освіченості населення та доступність освітніх послуг [15].

Однією з обов'язкових умов існування високорозвиненої сучасної держави бачиться наявність ефективної системи освіти і виховання дітей та молоді.

На сучасному етапі соціально-економічного розвитку нашого суспільства освіта стає пріоритетним напрямком державної політики України.

До основних ланок системи освіти України належать дошкільна, загальна середня, професійно-технічна, вища та позашкільна освіта, а також аспірантура та докторантура.

Таким чином, в Україні освіта визнається однією з найважливіших складових системи загальнолюдських цінностей.

В останні роки в системі освіти відбулися значні зміни, пов'язані зі змінами економічних умов і переходом до ринкової економіки.

Наразі відмічається стабільне зростання народжуваності, разом із цим збільшився попит у послугах дошкільної освіти.

Виникли черги в дошкільні навчальні заклади (ДНЗ), оскільки кількість ДНЗ в країні не дозволяє повною мірою задовольнити потреби населення, а їх наповнюваність перевищує допустимі норми.

Ситуація, що склалася, в першу чергу пов'язана зі скороченням кількості ДНЗ, яке було зумовлене, з одного боку, спадом народжуваності, характерним для кінця ХХ – початку ХХІ століття, і зі збільшенням тривалості декретної відпустки матерям по догляду за дитиною після досягнення нею трирічного віку, з іншого боку, з 1992 р. процес скорочення ДНЗ посилювала соціально-економічна криза, наслідком якої стало важке економічне становище і навіть банкрутство підприємств, які утримували відомчі ДНЗ. Таким чином, майже половина міських дитсадків припинила своє існування. Ці будівлі підлягали

перепрофілюванню і використовувалися на законній юридичній основі як офіси приватних фірм, стоматологічні клініки, автошколи, юридичні контори, комп'ютерні клуби, об'єкти фонду державного майна, комунальні установи тощо [16].

З іншого боку, нове будівництво в більшості міст України здійснюється в ущільненій міській забудові, в умовах реконструкції житлових мікрорайонів (кварталів). Модернізується наявний житловий фонд, будуються нові багатоквартирні комплекси. Збільшується навантаження на існуючі об'єкти ДНЗ, що часто не відповідають запитам мешканців і сучасним вимогам до комплексного формування системи обслуговування [8].

Аналізуючи розвиненість мережі дошкільної освіти, недостатньо оцінювати лише кількість об'єктів, необхідно також враховувати потребу в послугах, доступність і динаміку короткострокового і довгострокового попиту [12].

Згідно з даними Державної служби статистики України, ще в 1990 р. в Україні функціонувало понад 24,0 тис. ДНЗ, тоді як вже в 2004 році ця цифра впала до 14,9 тис., а в 2013 р. кількість дошкільних навчальних закладів становила 16,7 тис. одиниць. За період 2004-2013 рр. кількість ДНЗ збільшилася на 8 %, тобто відмічається незначне збільшення їх мережі.

Починаючи з 2014 р. статистичні дані наводяться без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим і м. Севастополя та частини зони проведення операції об'єднаних сил, і на травень 2017 р. кількість садочків усіх форм власності, типів і підпорядкування становила 14,9 тис. одиниць, а охоплення дітей, які їх відвідують, становить в середньому по Україні близько 55 %.

Проблема забезпечення населення України мережею ДНЗ залишається відкритою. В чергах в українські дитячі садки перебувають майже 47 тис. дітей, також зберігається тенденція перевантаженості. Незначне збільшення кількості ДНЗ (на 8 %), говорить про

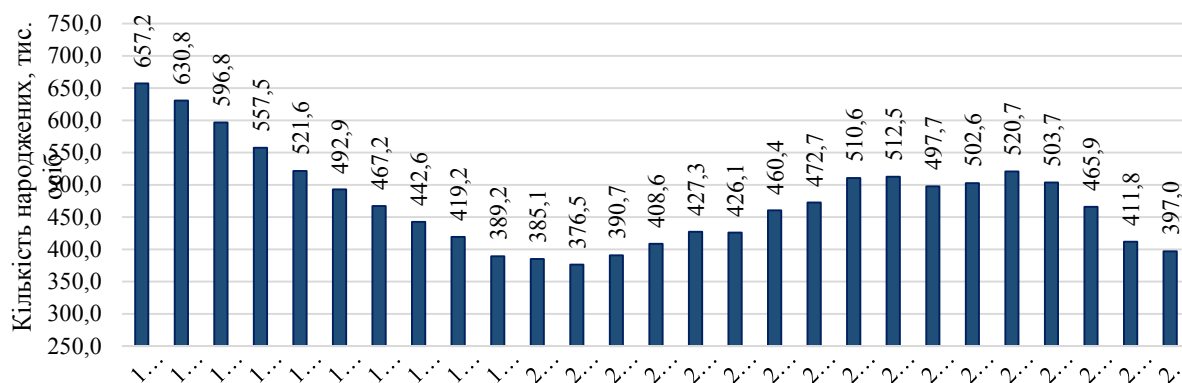
старіння таких об'єктів, адже основна частина функціонуючих садков була побудована в 60-80-ті роки ХХ століття.

Аналіз публікацій. Як свідчить аналіз публікацій [9; 13; 17], в системі громадського обслуговування основною проблемою становить нерівномірність її розвитку в окремих районах та планувальних зонах міст, недостатня забезпеченість дитячими дошкільними установами, школами, об'єктами фізичної культури і спорту, установами культури й дозвілля у новозбудованих масивах.

Перевантажені дитячі садки, які переважно розташовані у спальних районах міст, становлять 60% від загальної кількості. Проблема полягає в нерівномірності розташування дошкільних закладів та відставанні їх будівництва у нових житлових масивах, а також виведенні деяких закладів із сфери діяльності у районах існуючої

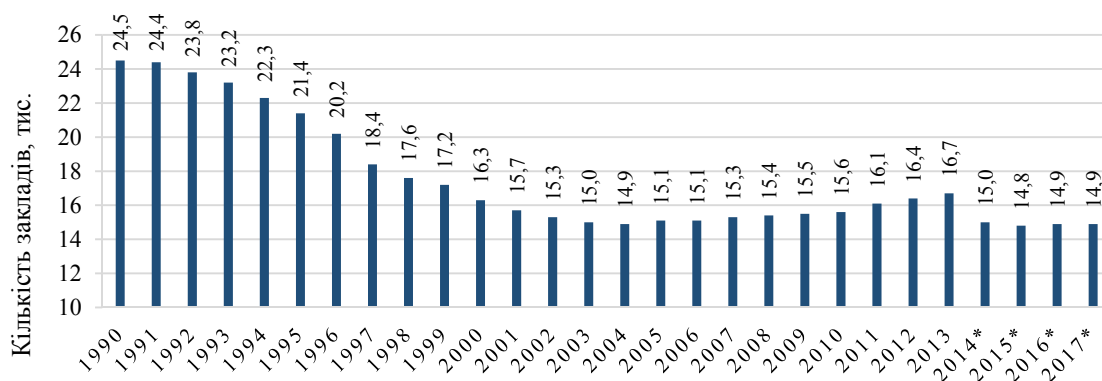
забудови. Протягом останніх двох років проводиться реорганізація шкіл-дитячих садків у дошкільні заклади освіти.

Отже, збалансовий розвиток міст зумовлює необхідність створення умов безперервного функціонування та постійного розвитку соціальної інфраструктури, що передбачає, зокрема, наявність достатньої кількості дошкільних навчальних закладів, у тому числі за рахунок як будівництва нових дошкільних навчальних закладів під час вторинної забудови міст, так і під час комплексної реконструкції міської забудови. Особливо важливо це у зв'язку з тим, що, розглядаючи проблеми комплексної реконструкції міської забудови, переважну увагу спеціалісти приділяють реконструкції будівель, а об'єкти соціальної інфраструктури залишаються поза увагою.



* Без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим і м. Севастополь та частини зони проведення операції об'єднаних сил

Рис. 1. Кількість народжених в Україні в період 1990-2016 рр., тис. осіб



* Без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим і м. Севастополь та частини зони проведення операції об'єднаних сил. У 1990-2014рр. враховані дошкільні навчальні заклади, які не працювали протягом року або більше з будь-якої причини, починаючи з 2015р. – заклади, які працювали протягом року.

Рис. 2. Кількість дошкільних навчальних закладів в Україні

Мета статті - обґрунтування доцільності розширення мережі дошкільних навчальних закладів під час комплексної реконструкції міської забудови.

Результати досліджень. Доступність для кожного громадянина освітніх послуг, що надаються системою дошкільної освіти, закріплена законодавчо в статті 3 Закону України «Про дошкільну освіту» [1]. Проте останнім часом забезпечення доступності дошкільної освіти стало одним із найважливіших завдань держави, виконання якого впливає не тільки на систему освіти, а й на соціально-економічну ситуацію в країні.

Ситуація на ринку дошкільної освіти багато в чому залежить від чисельності дітей дошкільного віку і від тенденції її зміни.

Проблема нестачі місць у ДНЗ, яка виникла сьогодні в Україні, пов'язана, в першу чергу, зі скороченням числа дошкільних організацій, яке відбулося на тлі спаду народжуваності в кінці ХХ – на початку ХХІ ст.

У 1990-х роках число дітей дошкільного віку зменшувалося, в цей час відмічається значний спад народжуваності, аж до 2001 р. (рис. 1), коли число народжених дітей склало 376,5 тис. осіб, що практично вдвічі менше порівняно з 1990 р. – 657,2 тис. осіб [14].

У зв'язку з фінансовою неспроможністю утримувати напівзаповнені установи, багато дитячих закладів були закриті і перепрофільовані під інші функції. Скорочення кількості ДНЗ здійснювалося за рахунок ліквідації дитсадків, перепрофільовання (шляхом надання приміщень під початкові класи шкіл або комерційним структурам) і приватизації цих установ (рис. 2).

На рисунках 3 та 4) наведено дані про кількість місць і кількість дітей в ДНЗ України [11]. Шляхом накладення графіків на рисунках 5 виявлено критичні області із забезпеченості дітей місцями в дошкільних навчальних закладах, в яких можна простежити тенденції зміни попиту на

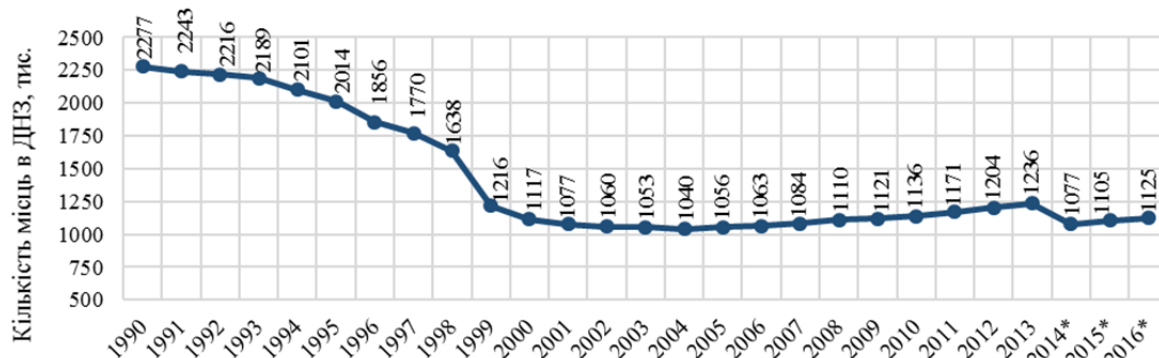
послуги дошкільної освіти. Найвищі показники забезпеченості дітей кількістю місць в ДНЗ спостерігалися в період 1991-2004 рр. (рис. 5, область 1), кількість дітей була значно меша, ніж кількість місць у ДНЗ. Ця ситуація була характерна для періоду спаду народжуваності в Україні, зниження попиту на послуги дошкільної освіти та відповідно скорочення кількості садочків (рис. 2). Переломний момент припав на 2005 р., коли кількість дітей дошкільного віку і кількість місць в ДНЗ перебували практично в балансі, з наявністю невеликої кількості резервних місць на перспективу. Але починаючи з 2005 р. і до цього часу в Україні відмічається стабільне зростання народжуваності, а разом із тим населення зіткнулося з нестачею кількості місць в ДНЗ (рис. 5, область 2).

Починаючи з 2002 р. народжуваність в Україні поступово стала збільшуватися. Однак, якщо кількість дітей з 2002 р. почала зростати, то кількість ДНЗ продовжила скорочуватись до 2004 р. (рис. 2) [11].

До кінця 2000-х років, коли покоління 1980-1985 рр. досягло репродуктивного віку, спостерігалось деяке збільшення народжуваності, що спровокувало зростання попиту на послуги дошкільних установ. Виникли черги, оскільки кількість дитсадків у країні не дозволяла повною мірою задовольняти потреби населення.

Перший час питання нестачі кількості місць у ДНЗ вирішувалось шляхом ущільнення груп, що часто перевищувало допустимі норми. Починаючи з 2005 р. вводяться нові місця, що проявилось в збільшенні охоплення дітей установами ДНЗ, але при цьому збереглася тенденція переповненості груп за кількістю дітей в розрахунку на 100 місць (табл. 1). У таблиці 1 наведено дані Державної служби статистики України на кінець 2015 року, коли в Україні працювало 14,8 тис. дошкільних закладів різних типів на 1 105,0 тис. місць, які відвідувало 1291,2 тис. дітей, що на 3,7 тис. осіб менше порівняно з 2014 роком.

Найбільша переповненість груп у ДНЗ Рівненській та Івано-Франківській областях спостерігається у Львівській, Волинській, (табл. 1).



У 1990-2014 рр. не враховані місця у дошкільних навчальних закладах, які не працювали протягом року або більше з будь-якої причини.

Рис. 3. Кількість місць у дошкільних навчальних закладах України

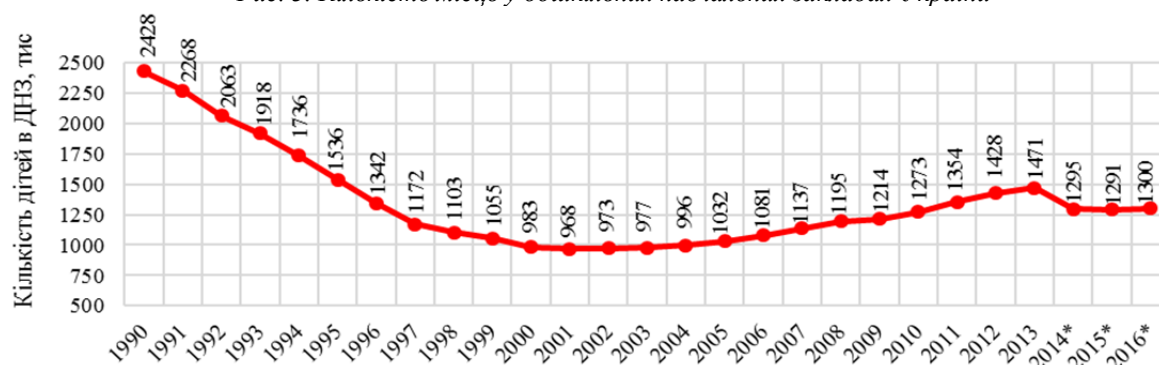


Рис. 4. Кількість дітей в дошкільних навчальних закладах України

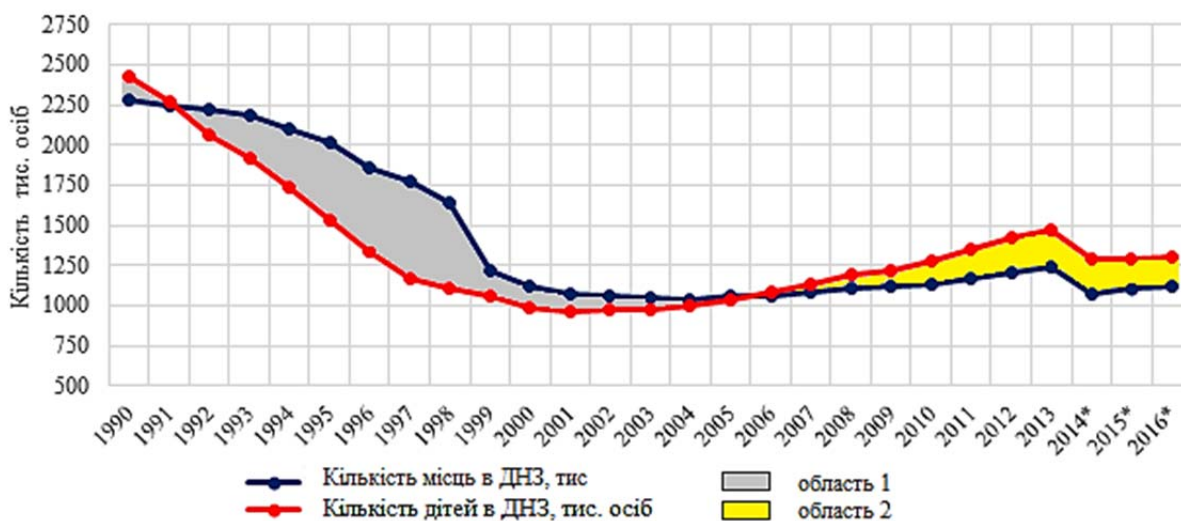


Рис. 5. Співвідношення динаміки наявності існуючих місць у дитячих закладах із кількістю наявних у них дітей у 1990-2016 рр.

За статистичними даними Міністерства освіти і науки України, на кінець 2017 р. в Україні працювало 14 907 дошкільних навчальних закладів різних типів із кількістю місць 1 140,6 тис. (на кінець

2016 р. відповідно 14 949 установ і 1 124,9 тис. місць). Кількість дітей у них становила 1303,8 тис. осіб (на кінець 2016 р. – 1 300,1 тис. дітей).

Таблиця 1

Наповнюваність груп у ДНЗ на кінець 2015 р.

Області	Кількість закладів, од.	В них		Кількість дітей у розрахунку на 100 місць, осіб
		кількість місць, од.	кількість дітей, осіб	
Україна	14 813	1 105 029	1 291 207	117
Вінницька	777	50 181	56 261	112
Волинська	483	27 274	37 882	139
Дніпропетровська	964	100 683	113 870	113
Донецька*	559	57 623	55 118	96
Житомирська	687	39 041	46 568	119
Закарпатська	572	37 504	47 476	127
Запорізька	522	48 437	57 407	119
Івано-Франківська	402	25 736	33 621	131
Київська	735	64 159	69 806	109
Кіровоградська	508	30 042	32 570	108
Луганська*	237	14 618	14 998	103
Львівська	783	48 529	70 350	144
Миколаївська	568	36 234	42 439	117
Одеська	756	62 013	74 591	120
Полтавська	619	37 739	47 871	127
Рівненська	510	30 143	41 081	136
Сумська	516	33 383	37 301	112
Тернопільська	577	27 216	31 769	117
Харківська	712	73 560	79 014	107
Херсонська	468	37 293	37 671	101
Хмельницька	784	40 075	46 847	117
Черкаська	664	41 936	43 186	103
Чернівецька	379	25 468	32 183	126
Чернігівська	435	26 804	31 107	116
м. Київ	596	89 038	110 220	124

*Без урахування тимчасово окупованої території Автономної Республіки Крим, м. Севастополь та частини зони проведення операції об'єднаних сил

Незважаючи на велику кількість і різноманітність типів закладів дошкільної освіти, діти з різних регіонів мають нерівномірну забезпеченість місцями. Одним із напрямків вирішення проблеми дисбалансу і нестачі місць у закладах дошкільної освіти було введення електронної черги – відкритого і прозорого сервісу для запису до дошкільних навчальних закладів, що дозволило частково вирішити проблему, надавши рівні можливості всім дітям незалежно від можливостей їх батьків.

За даними на травень 2017 р., проблема повністю вирішена тільки в Житомирській області, де в черзі немає жодної дитини. Задовільна ситуація склалася в Кіровоградській, Сумській, Чернігівській, Луганській, Івано-Франківській та Донецькій областях, де в черзі перебуває менше тисячі дітей. Практично збалансована ситуація в Черкаській, Київській, Харківській і Вінницькій областях (від 100 до 110 дітей на 100 місць). Однак в Одеській області претендують на місце в закладах дошкільної освіти 18 910 дітей, в Києві – 11 134 дитини, в Закарпатській – 6 000 дітей. Проте в деяких областях у закладах дошкільної освіти є вільні місця, наприклад, у Луганській (90 дітей на 100 місць), Донецькій (97 дітей на 100 місць) або Херсонській (97 дітей на 100 місць) [10].

У більшості регіонів України в закладах дошкільної освіти залишається певна нестача місць, а саме: в Івано-Франківській області (131 дитина на 100 місць), у Львівській області (129 дітей на 100 місць), в Полтавській області (127 дітей на 100 місць), у Волинській області (126 дітей на 100 місць), інших областях, а також у м. Київ (125 дітей на 100 місць).

На початок 2018 р. майже у всіх регіонах країни зберігалась тенденція перевантаженості дошкільних навчальних закладів, зокрема, найбільше у Волинській, Львівській, Івано-Франківській і Чернівецькій областях.

Міністерство освіти і науки України продовжує шукати шляхи вирішення цієї

проблеми з нестачею місць у закладах дошкільної освіти залежно від реальних можливостей кожного регіону і населеного пункту [10]. У зв'язку із цим протягом 2017 р. було прийнято низку нормативних актів, які розширили права і можливості приватних дошкільних навчальних закладів, унормували певні фінансові відносини між їх власниками і державою. Також 6 грудня 2017 р. розпорядженням Кабінету Міністрів України було затверджено план дій на 2017-2019 рр. про поетапне створення додаткових місць у закладах освіти для дітей дошкільного віку [5].

Очікується, що найближчим часом ці та інші введені зміни позитивно позначаться на розвитку мережі дошкільної освіти.

Висновки. Наразі в Україні відмічається стабільне зростання народжуваності, разом із цим збільшився попит на послуги дошкільної освіти. Україна зіткнулася з проблемою виникнення черг у ДНЗ, оскільки існуюча мережа дошкільної освіти не дозволяє повною мірою задовольнити потреби населення.

Аналіз існуючої мережі ДНЗ показав, що діти з різних регіонів мають нерівномірну забезпеченість місцями. Одні області мають великі черги з бажаних отримати місце в дитсадку, інші області мають вільні місця.

Проблема забезпечення населення України мережею ДНЗ залишається відкритою. У чергах в українські дитячі сади перебувають майже 47 тис. дітей, також зберігається тенденція перевантаженості цих закладів.

Для створення умов нормативної забезпеченості дітей дитячими дошкільними закладами необхідне повернення площ переданих в оренду дитячих садків, збільшення обсягу будівництва нових та модернізація існуючих. Необхідно проводити моніторинг використання будівель дитячих закладів, що наразі не використовуються за призначенням, але відповідають санітарним вимогам за площею території та умовами дотримання радіусів доступності, з подальшим розглядом можливості відновлення їх

основної функції та відповідною компенсацією організаціям на площах існуючої забудови.

На нових житлових масивах одними з найважливіших об'єктів соціальної інфраструктури мікрорайонного значення повинні стати дитячі дошкільні заклади. Особливу увагу слід приділити моніторингу територій, на яких здійснено вибіркову забудову, оскільки у зв'язку з введенням в експлуатацію житлових будинків

збільшується навантаження на вже існуючі освітні заклади.

Актуальним завданням постало створення та забезпечення рівних стартових можливостей для дітей з різних соціальних груп та верств населення перед початком навчання у школі, що вимагає пошуку можливостей гарантованого забезпечення дошкільними закладами всіх сімей міста, які мають дітей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Про дошкільну освіту : Закон України від 11 липня 2001 р. № 2628-III : за станом на 04.11.2018 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. Офіційний веб-портал. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2628-14>. – Перевірено: 14.02.2019.
2. Про освіту : Закон України від 5 вересня 2017 р. № 2145-VIII : за станом на 19.01.2019 р. / Верховна Рада України // Законодавство України. Офіційний веб-портал. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#n1235>. – Перевірено: 14.02.2019.
3. Про Державну національну програму «Освіта» («Україна XXI століття») : Постанова Кабінету Міністрів України від 3 листопада 1993 р. № 896 : за станом на 29.05.1996 р. / Кабінет Міністрів України // Законодавство України. Офіційний веб-портал. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-%D0%BF>. – Перевірено: 14.02.2019.
4. Про затвердження Державної цільової соціальної програми розвитку дошкільної освіти на період до 2017 року : Постанова Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. № 629 / Кабінет Міністрів України. – [Втрата чинності від 20.03.2014 на підставі Постанови Кабінету Міністрів України № 71 від 05.03.2014] // Законодавство України. Офіційний веб-портал. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/629-2011-%D0%BF>. – Перевірено: 14.02.2019.
5. Про затвердження плану дій на 2017-2019 роки поетапного створення додаткових місць у закладах освіти для дітей дошкільного віку : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 6 грудня 2017 р. № 871-р : за станом на 23.01.2019 р. / Кабінет Міністрів України // Законодавство України. Офіційний веб-портал. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/871-2017-%D1%80>. – Перевірено: 14.02.2019.
6. Рішення Конституційного Суду України у справі за конституційним поданням 50 народних депутатів України про офіційне тлумачення положень частини третьої статті 53 Конституції України "держава забезпечує доступність і безоплатність дошкільної, повної загальної середньої, професійно-технічної, вищої освіти в державних і комунальних навчальних закладах" (справа про доступність і безоплатність освіти) : Рішення Конституційного Суду України № 5-рп/2004 від 4 березня 2004 року по справі № 1-4/2004 // Офіційний вісник України. – 2004. – № 11. – Ст. 674. – С. 72. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/v005p710-04>. – Перевірено: 14.02.2019.
7. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року (редакція 2011 року) / Департамент економіки та інвестицій виконав. органу Київ. міської Ради (Київ. міської держадмін.) // Департамент економіки та інвестицій виконавчого органу Київської міської Ради (Київської міської державної адміністрації) – Режим доступу: <https://dei.kyivcity.gov.ua/content/strategiya-rozvytku-mista-kyieva-do-2025.html>. – Назва з екрану. – Перевірено: 14.02.2019.
8. Андріанова Г. А. Принципи архітектурно-планувальної організації об'єктів громадського обслуговування в умовах реконструкції житлових кварталів : дис. ... канд. архітектури : спец. 18.00.02 / Андріанова Ганна Анатоліївна. – Одеса, 2006. – 206 с.
9. Генеральний план м. Києва. Основні положення / [Броневицький С., Присяжнюк В., Дьомін М., Целовальник С., Куделін А., Нечаєва Т.] ; Виконав. орган Київ. міської ради (Київ. міс. держ. адмін.), Департамент містобудування та архітектури, Ін-т генер. плану м. Києва. – Київ : КМДА, 2015. – 134 с.
10. Дошкільна освіта // Міністерство освіти і науки України. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/tag/doshkilna-osvita>. – Назва з екрану. – Перевірено: 14.02.2019.
11. Дошкільні навчальні заклади. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/osv_rik/osv_u/dz_u.html. – Назва з екрану. – Перевірено: 14.02.2019.
12. Косарева А. В. Развитие социальной инфраструктуры как фактор регионального развития / А. В. Косарева // Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2014. – № 6. – Режим доступа: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/06/5126>. – Проверено: 14.02.2019.

13. Кравчуновська Т. С. Комплексна реконструкція житлової забудови : організаційно-технологічні аспекти : монографія / Т. С. Кравчуновська. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. – 230 с.
14. Населення // Держстат України, 1998-2018. – Дата останньої модифікації: 25.07.2018. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/ds/nas_rik/nas_u/nas_rik_u.html. – Назва з екрану. – Перевірено: 14.02.2019.
15. Хаджалова Х. М. Развитие социальной инфраструктуры региона в повышении качества жизни / Х. М. Хаджалова // Труд и социальные отношения. – 2011. – № 2. – С. 105–112.
16. Юрчишин О. М. Об'єкти дитячого дошкільного та позашкільного виховання надмалої місткості в житловому середовищі : автореф. дис. ... канд. архітектури : спец. 18.00.02 / Юрчишин Оксана Михайлівна ; Нац. ун-т «Львів. політехніка». – Львів, 2009. – 19 с.
17. Lambeck R. Urban construction project management / R. Lambeck, J. Eschemuller. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 480 p – Режим доступу: <https://www.amazon.com/Urban-Construction-Project-Management-McGraw-Hill/dp/0071544682>. – Перевірено: 14.02.2019.
18. Sidney M. L. Project management in construction / Sidney M. L. – New York : McGraw-Hill, 2006. – 402 p. – Режим доступу: https://www.amazon.com/Project-Management-Construction-Seventh-Sidney/dp/1259859703/ref=dp_ob_image_bk. – Перевірено: 14.02.2019.
19. System of project multicriteria decision synthesis in construction / V. Sarka, E. K. Zavadskas, L. Ustinovicus, E. Sarkiene, C. Ignatavicius // Technological and Economic Development of Economy : Baltic Journal on Sustainability. – 2008. – Vol. 14. – № 4. – P. 546–565.

REFERENCES

1. Verkhovna Rada Ukrainy. *Pro doshkilnu osvitu: zakon Ukrainy vid 11 lypnia 2001 r. №2628-III: za stanom na 04.11.2018 r.* [On approval of preschool education: Ukrainian law dated July 11, 2001, no. 2628-III: as of November 4, 2018]. *Zakonodavstvo Ukrainy. Ofitsiyni veb-portal* [Legislation of Ukraine. Official web portal]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2628-14> [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
2. Verkhovna Rada Ukrainy. *Pro osvitu: zakon Ukrainy vid 5 veresnia 2017 r. №2145-VIII: za stanom na 19.01.2019 r.* [On approval of education: Ukrainian law dated September 5, 2017, no. 2145-VIII: as of January 19, 2019]. *Zakonodavstvo Ukrainy. Ofitsiyni veb-portal* [Legislation of Ukraine. Official web portal]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#n1235> [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
3. *Pro Derzhavnu natsionalnu prohramu "Osvita": "Ukraina XXI stolittia"* [On approval of the State National Program "Education": "Ukraine of XXI Century"]. *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 3 lystopada 1993 r. № 896: za stanom na 29.05.1996 r.* [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated November 3, 1993, no. 896: as of May 29, 1996]. *Zakonodavstvo Ukrainy. Ofitsiyni veb-portal* [Legislation of Ukraine. Official web portal]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/896-93-%D0%BF> [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
4. *Pro zatverdzhennia Derzhavnoi tsilovoi sotsialnoi prohramy rozvytku doshkilnoi osvity na period do 2017 roku* [On Approval of the State Target Social Program for the development of preschool education for the period until 2017] *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 13 kvitnia 2011 r. № 629* [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated April 13, 2011, no. 629]. *[Vtrata chynnosti vid 20.03.2014 na pidstavi Postanovy Kabinetu Ministriv Ukrainy №71 vid 05.03.2014]*. [Invalid as of March 20, 2014 on the basis of the Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine no. 71 dated March 5, 2014]. *Zakonodavstvo Ukrainy. Ofitsiyni veb-portal* [Legislation of Ukraine. Official web portal]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/629-2011-%D0%BF> [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
5. *Pro zatverdzhennia planu dii na 2017-2019 roky poetapnoho stvorennia dodatkovykh mist u zakladakh osvity dlia ditei doshkilnogo viku* [On approval of the action plan for 2017-2019 phased creation of additional places in educational institutions for preschool children]. *Rozporiadzhennia Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 6 hrudnia 2017 r. №871-r: za stanom na 23.01.2019 r.* [Regulation of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 6, 2017 no. 871-r: as of January 23, 2019]. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/871-2017-%D1%80> [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
6. *Rishennia Konstytutsiinoho Sudu Ukrainy u spravi za konstytutsiinym podanniam 50 narodnykh deputativ Ukrainy pro ofitsiine tlumachennia polozhen chastyny tretoi statti 53 Konstytutsii Ukrainy «derzhava zabezpechuie dostupnist i bezoplatnist doshkilnoi, povnoi zahalnoi serednoi, profesiino-tekhnichnoi, vyshchoi osvity v derzhavnykh i komunalnykh navchalnykh zakladakh» (sprava pro dostupnist i bezoplatnist osvity)* [Decision of the Constitutional Court of Ukraine in the case on the constitutional submission of 50 people's deputies of Ukraine on the official interpretation of the provisions of part three of the Article 53 of the Constitution of Ukraine "the state ensures the availability and free of charge of pre-school, full secondary, vocational, higher education in state and municipal educational institutions" (the case of accessibility and free education)]. *Rishennia Konstytutsiinoho Sudu Ukrainy № 5-rp/2004 vid 4 bereznia 2004 po spravi № 1-4/2004* [Decision of the Constitutional Court of Ukraine no. 5-rp/2004 dated March 4, 2004 of the case no. 1-4/2004]. *Ofitsiyni visnyk Ukrainy* [Official Bulletin of

- Ukraine], 2004, iss. 11, item 674, 72 p. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/card/v005p710-04> [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
7. *Stratehiia rozvytku mista Kyieva do 2025 roku (redactsiia 2011 roku)* [Strategy of Kyiv development until 2025 (editorship of 2011)]. *Departament ekonomiky ta investysii vykonavchoho orhanu Kuivskoi miskoi rady (Kyivskoi miskoi derzhavnoi administratsii)* [Department of Economics and Investment of the executive body of the Kyiv City Council (Kyiv City State Administration)]. Available at: <https://dei.kyivcity.gov.ua/content/strategiya-rozvytku-mista-kyieva-do-2025.html> [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
 8. Andrianova H.A. *Pryntsypy arkhitekturno-planivalnoi organizatsii ob'ektiv hromadskoho obsluhovuvannia v umovakh rekonstruksii zhytlovykh kvartaliv: dys. ...Kand. arkhitektury: spec. 18.00.02* [Principles of architectural and planning organization of objects of public service in conditions of reconstruction of residential quarters: D. Ph.thesis in architecture: spec. 18.00.02]. Odesa, 2006, 206 p.
 9. Bronevytskyi S., Prysiazhniuk V., Domin M., Tselovalnyk S., Kudelin A. and Nechaieva T. *Heneralnyi plan m. Kyiva. Osnovni polozhennia* [General plan of the Kyiv. The main regulations]. Kyiv: KMDA Publ., 2015, 134 p. (in Ukrainian).
 10. *Doshkilna osvita* [Preschool education]. *Ministerstvo osvity i nauky Ukrainy* [Ministry of education and science of Ukraine]. Available at: <https://mon.gov.ua/ua/tag/doshkilna-osvita> [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
 11. *Doshkilni navchalni zaklady* [Preschool educational institutions]. Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2005/osv_rik/osv_u/dz_u.html [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
 12. Kosareva A.V. *Razvitiye sotsialnoi infrastruktury kak factor regionalnogo razvitiya* [Development of social infrastructure as a factor of regional development]. *Ekonomika i menedzhment innovatsionnykh tekhnologiy* [Economics and management of innovative technologies], 2014, iss. 6. Available at: <http://ekonomika.snauka.ru/2014/06/5126> [Accessed 14 February 2019]. (in Russian).
 13. Kravchunovska T.S. *Kompleksna rekonstruksiiia zhytlovoi zabudovy: organizatsiino-tekhnolohichni aspekty* [Complex reconstruction of residential development: organizational and technological aspects]. Dnipropetrovsk: Nauka i osvita, 2010, 230 p. (in Ukrainian).
 14. *Naselennia* [Population] *Derzhstat Ukrainy* [State Statistics Service of Ukraine]. Available at: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2007/ds/nas_rik/nas_u/nas_rik_u.html [Accessed 14 February 2019]. (in Ukrainian).
 15. Khadzhalova Kh.M. *Razvitiye sotsialnoy infrastruktury regiona v povyshenii kachestva zhizni* [The development of social infrastructure in the region to improve the quality of life]. *Trud i sotsialnyye otnosheniya* [Labour and social relationships], 2011, iss. 2, pp. 105–112.
 16. Yurchyshyn O.M. *Ob'ekty dytiachoho doshkilnoho ta pozashkilnoho vykhovannia nadmaloi mistkosti v zhytlovomu seredovyshchi: avtoref. diss... kand. arkhitektury: spets. 18.00.02* [Objects of preschool and alternative education of a super-large capacity in a living environment: extended abstract of D. Ph. thesis in architecture: spec. 18.00.02]. Lviv, 2009, 19 p.
 17. Lambeck R. and Eschemuller J. *Urban construction project management*. N.Y., McGraw-Hill Publ., 2008. 480 p. Available at: <https://www.amazon.com/Urban-Construction-Project-Management-McGraw-Hill/dp/0071544682> [Accessed 14 February 2019].
 18. Sidney M.L. *Project management in construction*. N.Y., McGraw-Hill Publ., 2006, 402 p. Available at: https://www.amazon.com/Project-Management-Construction-Seventh-Sidney/dp/1259859703/ref=dp_ob_image_bk [Accessed 14 February 2019].
 19. 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.

Рецензент: Заяць Є. І., д-р техн. наук, доц.

Надійшла до редколегії: 15.08.2018 р.

УДК 69-5:608.32]-049.6

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.48.310

ВИМОГИ ДО ІНСТРУМЕНТАРІЮ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО СУПРОВОДУ ПРОЕКТІВ БІОСФЕРОСУМІСНОГО БУДІВНИЦТВА

ЧЕРНИШЕВ Д. О.¹, канд. техн. наук, доц.,

ЗАЯЦЬ Є. І.², д-р техн. наук, доц.,

КОВАЛЬОВ В. В.³, канд. техн. наук, доц.

¹Кафедра водопостачання та водовідведення, Київський національний університет будівництва та архітектури, просп. Повітрофлотський, 31, 03037, Київ, тел. +38 (044) 241-55-78, e-mail: denis01011978@ukr.net, ORCIDID: 0000-0002-1946-9242

²Кафедра планування та організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (096) 091-62-44, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

³Кафедра основ і фундаментів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

Анотація. *Постановка проблеми.* Важливим питанням в реалізації концепції біосферосумісного будівництва стало виявлення його практичних і вимірюваних індикаторів. За умови, що будівництво будь-якого об'єкта виконується із запланованою якістю, тобто всі можливі відмови впливають на тривалість будівництва, але ніяк не впливають на його якість, організаційно-технологічна надійність та безпека будуть забезпечуватися через економічну, фінансову, управлінську, виробничу надійність та надійність генерального підрядника будівельної організації. **Мета статті** - визначення відмінностей організаційно-технологічної надійності будівництва від надійності інших складних технічних систем. **Висновок.** Доведено, що основна принципова відмінність організаційно-технологічної надійності в будівництві від надійності інших складних технічних систем - те, що надійність будівельного виробництва характеризується, в першу чергу, як надійність результатів діяльності, коли надійність технічних систем розглядається як надійність функціонування технічних елементів та складових цих систем. Саме тому, на відміну від більшості складних систем, які розглядаються загальною теорією надійності, системи будівельного виробництва характеризуються не повними, а частковими відмовами (збоями у будівельних та пов'язаних із ними процесах, зазвичай із порушенням календарних строків та вартості виробництва), які усуваються в процесі функціонування системи.

Ключові слова: будівництво; проект; організаційно-технологічна надійність; управлінська надійність; біосферосумісність

ТРЕБОВАНИЯ К ИНСТРУМЕНТАРИЮ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТОВ БИОСФЕРОСОВМЕСТИМОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

ЧЕРНЫШЕВ Д. О.¹, канд. техн. наук, доц.,

ЗАЯЦЬ Е. И.², д-р техн. наук, доц.,

КОВАЛЕВ В. В.³, канд. техн. наук, доц.

¹Кафедра водоснабжения и водоотведения, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, просп. Воздухофлотский, 31, 03037, Киев, тел. +38 (044) 241-55-78, e-mail: denis01011978@ukr.net, ORCIDID: 0000-0002-1946-9242

²Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38(096) 091-62-44, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

³Кафедра оснований и фундаментов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

Аннотация. *Постановка проблемы.* Важным вопросом в реализации концепции биосферосовместимого строительства является выявление его практических и измеряемых индикаторов. При условии, что строительство любого объекта выполняется с запланированным качеством, то есть все возможные отказы влияют на продолжительность строительства, но никак не влияют на его качество, организационно-технологическая надежность и безопасность будут обеспечиваться через экономическую, финансовую, управленческую, производственную надежность и надежность генерального подрядчика строительной организации. **Цель статьи** - определение различий организационно-технологической надежности строительства от надежности других сложных технических систем. **Вывод.** Доказано, что основным

принципиальным отличием организационно-технологической надежности в строительстве от надежности других сложных технических систем является то, что надежность строительного производства характеризуется, в первую очередь, как надежность результатов деятельности, когда надежность технических систем рассматривается как надежность функционирования технических элементов и составляющих этих систем. Именно поэтому, в отличие от большинства сложных систем, которые рассматриваются общей теорией надежности, системы строительного производства характеризуются не полными, а частичными отказами (сбоями в строительных и связанных с ними процессах, обычно с нарушением календарных сроков и стоимости производства), которые устраняются в процессе функционирования системы.

Ключевые слова: *строительство; проект; организационно-технологическая надежность; управленческая надежность; биосферосовместимость*

REQUIREMENTS TO THE TOOLS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SUPPORT OF PROJECTS OF BIOCOMPATIBILITY BUILDINGS

CHERNYSHEV D. O.¹, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*,

ZAIATS Ye. I.², *Dr. Sc. (Tech.), Assoc. Prof.*,

KOVALOV V. V.³, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹ Department of water supply and drainage, Kyiv National University of Construction and Architecture, 31, Povitroflots'kyi ave., Kyiv 03037, Ukraine, tel. +38 (044) 241-55-78, e-mail: denis01011978@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-1946-9242

² Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (096) 091-62-44, e-mail: zei83dici@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-7382-919X

³ Department of Basements and Foundations, State Higher Educational Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro 49600, Ukraine, tel. +38 (068) 906-86-42, e-mail: kovvyach12@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6731-4192

Annotation. Formulation of the problem. An important issue in the implementation of the concept of biocompatibility buildings is the identification of its practical and measurable indicators. On conditions that the building of any object is performed with the planned quality, that means all possible failures affect the duration of the building, but do not influence its quality, then organizational and technological reliability and safety will be ensured through economic, financial, managerial, production reliability and safety of general contractor of a building company. **Purpose of the article.** Identification of differences in the organizational and technological reliability of construction from the reliance of other complex technical systems. **Conclusion.** It is proved that the basic fundamental difference of organizational and technological reliability in building from the credibility of other complex technical systems is that the reliability of the construction industry is characterized, first of all, as the reliability of performance, when the reliance of technical systems is viewed as the reliability of the technical elements and components of these systems. That is why, unlike most complex systems, which are considered by the general theory of reliability, building production systems are characterized by incomplete, but by partial failures (crashes in building and related processes, usually with violation of the calendar terms and cost of production), which are eliminated in the process system functioning.

Key words: *building; project; organizational and technological reliability; managerial reliability; biocompatibility*

Постановка проблеми. Формування в Україні економіки ринкового типу зумовило суттєві зміни в організаційних, виробничих і економічних стосунках між усіма учасниками інвестиційно-будівельної діяльності. Інвестувати все частіше доводиться в умовах високої невизначеності і невпевненості в завершенні проекту, зокрема, отриманні очікуваного кінцевого прибутку. Завжди залишається можливість того, що проект спортивно-оздоровчого комплексу (СОК), визнаний спроможним, виявиться збитковим, оскільки досягнуті в ході інвестиційного процесу значення параметрів відхиляться

від планових або ж які-небудь чинники взагалі не були враховані [2; 4; 8; 9; 11–13].

Тому організаційно-технологічна надійність (ОТН) будівництва СОК може бути досягнута за умови ефективного перспективного планування та, в подальшому, підготовки будівельного виробництва, проектування зведення об'єктів на будівельному майданчику, ув'язки інтересів учасників будівництва тощо [1; 3; 7].

Аналіз публікацій. Хоча дослідники [5, 6, 8, 10] зазначають, що в будівництві, яке являє собою складну ймовірнісну систему, неможливо завчасно передбачити всі обставини, за яких порушується

функціонування потоку (технологічного процесу), збирання інформації про його надійність являє собою завдання реєстрації (фіксації) випадкових подій: моментів появи відмов, їх тривалості, причин і обставин втрати працездатності, відхилення інтенсивності будівельних потоків від заданих розрахункових значень; відхилення в термінах виконання запланованих обсягів робіт, закінчення технологічних стадій і етапів робіт, містобудівних комплексів і введення об'єктів в експлуатацію від запроєктованих у проектах поточного будівництва, графіках виконання будівельно-монтажних робіт.

Мета статті - визначення відмінностей організаційно-технологічної надійності будівництва від надійності інших складних технічних систем.

Результати досліджень. Можна припустити, що організаційно-технологічна надійність та безпека будуть забезпечуватися через:

- економічну надійність;
- фінансову надійність;
- управлінську надійність;
- виробничу надійність;
- надійність генерального підрядника, будівельної організації (БО) тощо.

Планування організаційних заходів щодо будівництва завжди пов'язане зі значною невизначеністю ситуації в майбутньому, що в рамках економічної та фінансової надійності має високий рівень імовірності ризику, тобто невиконання інвестиційної програми будівництва СОК з тих або інших причин. Такими факторами можуть стати можливість нездійснення запланованих цілей (відхилення термінів виконання робіт від планових, збільшення вартості, порушення технології будівництва, зменшення якості або отримання грошових збитків). Відповідно надійність характеризується тим, що кожна дія приводить до одного з множини результатів, причому кожен результат має свою, визначену експертним шляхом або розраховану, імовірність появи.

Серед заходів із забезпечення фінансово-економічної надійності реалізації

проекту, тобто зменшення впливу ризику, науковці виділяють [5, 6, 8]:

- ухилення від ризику, тобто відмова від здійснення заходів або проектів, що пов'язані з ризиками;

- передача ризиків шляхом укладання договорів на постачання, оренду, факторинг тощо;

- розподіл і диверсифікація ризиків – використання альтернативних можливостей для отримання доходів і участі в бізнесі;

- об'єднання ризиків – залучення інших партнерів, що мають додаткові ресурси або володіють інформацією;

- лімітування ризиків шляхом установлення на підприємстві системи обмежень, що допомагає зменшити ступінь ризику (строків, витрат, інвестицій тощо);

- компенсація ризиків шляхом використання різних видів фінансових гарантій, страхування і хеджування;

- резервування коштів на покриття непередбачених витрат;

- локалізація і попередження ризиків через створення спеціальних підрозділів, які займаються управлінням ризикованими проектами, або підрозділів, які будуть здійснювати з метою попередження ризику маркетингові дослідження чи моніторинг зовнішнього середовища.

Укладаючи договори підряду необхідно розподілити фінансово-економічні ризики між учасниками інвестиційного проекту, щоб була можливість диверсифікувати збиток відповідно до можливостей організацій і фінансової компенсації наслідків їх прояву. Розподіл ризику здійснюється на стадії узгодження взаємин і закріплюється в договорі. Для реалізації завдання, за допомогою якого можлива оптимізація будівельних процесів під час зведення об'єкта СОК, може бути використаний пропонований підхід, за якого ОТН визначається алгоритмами пошуку імовірнісних відхилень параметрів будівельних потоків у мережевій структурі будівельних робіт [6].

Управлінська надійність реалізується через здатність виконавців організувати будівельне виробництво шляхом планування

і регулювання ресурсів (трудових, матеріальних, фінансових, технічних) та зміни правил їх взаємодії (інтенсивність, послідовність, суміщення) з метою досягнення заданого результату, тобто здійснювати заплановані обсяги робіт і ввести об'єкт в експлуатацію у визначені терміни.

При цьому надійність технологічних рішень повинна забезпечувати безперебійне функціонування будівельного процесу, вибір способу виробництва робіт, що дозволяє виробничому будівельному процесу функціонувати із заданою інтенсивністю та іншими параметрами таким чином, щоб відхилення, викликані випадковими виробничими факторами, не перевищували певних меж. Процес будівельного виробництва на будь-якому підприємстві здійснюється у разі визначеної взаємодії трьох визначальних його факторів: персоналу (робочої сили), засобів праці і предметів праці.

Використовуючи наявні засоби виробництва, персонал виробляє будівельну продукцію, тобто, з одного боку, мають місце витрати живої й упредметненої праці, а з іншого – результати виробництва, які залежать від масштабів застосовуваних засобів виробництва, робочої сили й рівня їх використання.

Організаційно-технологічна надійність генерального підрядника, БО залежить від удосконалення організаційних структур, яке на сьогодні в більшості БО відстало від темпів підвищення рівня технологічності і використовуваних технологій будівництва. Це, у свою чергу, спричинює втрати керованості над БО, коли фактичні терміни проведення робіт не відповідають запланованим, коли розрахункова інтенсивність робіт не відповідає запланованій, що знижує організаційно-технологічну надійність БО.

Визначити організаційно-технологічну надійність БО науковці пропонують за допомогою використання таких показників як [2; 5; 6]: коефіцієнт готовності, інтенсивність відмов на монтажі, коефіцієнт вимушеного простою.

У свою чергу, науковці сутність техніко-технологічної безпеки та надійності підприємства визначають у рівні відповідності застосовуваних на підприємстві технологій найкращим світовим аналогам за оптимізацією витрат, відповідно, техніко-технологічна безпека підприємства характеризується такими ознаками як [2; 5; 6–8]:

-якість і відповідність технологічного процесу виробництва та основного капіталу потребам ринку;

- захищеність техніко-технологічної сфери підприємства від негативного впливу зовнішніх і внутрішніх загроз;

- здатність техніко-технологічної сфери підприємства забезпечувати його високу конкурентоспроможність;

- забезпечення за рахунок високої ефективності використання основного капіталу сталого розвитку підприємства.

На підставі аналізу сучасного стану робіт у галузі організаційно-технологічної надійності в будівництві встановлено, що, незважаючи на проведені за останні десятиліття дослідження, надійність планів залишається досить низькою. Одна з причин полягає в тому, що оцінка надійності кінцевого результату тільки на підставі рішень, закладених у календарні плани на етапі їх розроблення, недостатня. Необхідна умова - врахування режиму подальшого управління як активної складової процесу підвищення надійності в будівництві, для чого використовують карту оцінки управлінської реалізованості, на основі якої здійснюється вибір варіанта управлінських рішень по етапах виконання плану [6].

Методи підвищення організаційно-технологічної надійності розроблення і реалізації календарних планів у будівництві завжди викликали інтерес у науковців. В. Р. Млодецький [5; 6] у своїх працях обґрунтував раціональний рівень ОТН у будівельних проектах. Управлінські рішення в підвищенні надійності в будівництві спрямовані переважно на оптимізацію ресурсів під час освоєння об'єкта. А за умови, що об'єктів може бути кілька, розроблено алгоритм оптимізації черговості

освоєння об'єктів із урахуванням обмежень на порядок їх освоєння та моделі розподілу організаційно-технологічного навантаження між підрозділами будівельної організації.

Здатність до побудови ефективних планів, що ґрунтуються на раціональній участі і виконанні запланованих будівельних проектів, - одна зі складових успішного розвитку будівельної організації. А модель оптимального розподілу будівельно-монтажних робіт між підрозділами будівельної організації забезпечує максимально рівномірне завантаження всіх її підрозділів і впливає на надійність організаційної системи будівельного підприємства.

Це зумовлено тим, що надійність організаційної системи визначається ймовірністю того, що в довільний момент часу значення контрольованих параметрів (наприклад, обсяг виконаних робіт у натуральних одиницях) не виходять за межі допустимих відхилень. Відповідно до положень теорії надійності, виробничі системи у процесі цілеспрямованого функціонування можуть перебувати у двох станах: працездатному (що відповідає визначенню надійності) та непрацездатному (що відповідає визначенню ризику). Перехід системи з працездатного стану в непрацездатний характеризується відмовою.

На відміну від технічних систем, в організаційних системах цей перехід не миттєвий (раптовий), а плавний, «параметричний». За параметричних відмов поступово накопичуються негативні тенденції в системі і завдання управління полягає у виявленні стійких негативних тенденцій на ранній стадії їх появи, в результаті чого збільшується час для їх компенсації ще до досягнення межі допустимих відхилень. Отже, управління виключає або зменшує ймовірність появи відмови, підвищуючи загалом надійність функціонування системи.

Відомо, що будівельні системи значно складніші за технічні системи. Головна відмінна особливість будівельних систем – їх організаційний характер, об'єднання у виробничому процесі не лише технічних

систем (конструкцій, будівель, машин), а і соціологічних (робітників, бригад). Взаємодія цих систем між собою і з зовнішнім середовищем має імовірнісний характер [2; 5–8], який, проте, до останнього часу не враховувався організаційно-технологічною документацією зі зведення будівель і комплексів, заснованою на детермінованій нормативній базі.

Основна принципова відмінність організаційно-технологічної надійності у будівництві від надійності інших складних технічних систем допомагає в тому, що надійність будівельного виробництва характеризується, в першу чергу, як надійність результатів діяльності, коли надійність технічних систем розглядається як надійність функціонування технічних елементів та складових цих систем. Саме тому, на відміну від більшості складних технічних систем, які розглядаються загальною теорією надійності, системи будівельного виробництва характеризуються не повними, а частковими відмовами (збоями у будівельних та пов'язаних із ними процесах, зазвичай із порушенням календарних строків та вартості будівництва), які усуваються в процесі функціонування системи.

Як показують досвід роботи і відповідні розрахунки, простої менше як 2 години на добу несуттєво впливають на роботу монтажного потоку, тому що таке відставання може бути ліквідоване за рахунок періодичного зростання продуктивності праці і використання резервів робочого часу.

Але складність такої природи та типу відмов полягає в тому, що параметри системи істотно відхиляються від проектних, але для визначення величини цих відхилень математичні методи згаданої теорії надійності неприйнятні. А кількість та різноманітність характеристик, параметрів, елементів і складових будівельного проекту, які потребують урахування на стадії обґрунтування та розроблення проектною документації і проектних пропозицій пояснює те, що будівельні системи значно складніші технічних систем, отож

потребують спеціалізованих методів та моделей аналізу, оцінювання і забезпечення ОТН будівельних проектів.

На першому етапі важливим завданням постало створення точної організаційно-технічної моделі будівництва СОК і відповідної їй математичної моделі. Причому точна відповідність моделі в дійсності багато в чому визначається точністю і достовірністю вихідних даних, тобто інформації, на основі якої здійснюються управлінські дії, а рівень ОТН залежить від кількості та точності потрібної для цього інформації.

З огляду на те, що організація будівництва включає цілий цикл різноманітних процесів, забезпечення організаційно-технологічної безпеки та надійності будівництва СОК залежатиме від спрямування організаційних, технічних, технологічних рішень і заходів суб'єктів будівельного виробництва на дотримання вимог щодо:

- раціональної організації виробничого процесу та управління будівництвом СОК;

- узгодженої діяльності виконавців робіт із будівництва, врахування їх виробничо-господарських та економічних можливостей і інтересів;

- виконання робіт із врахування індивідуальних характеристик СОК (архітектурно-планувальні та конструктивні рішення), умов його будівництва (особливі умови будівельного майданчика та умови виконання робіт), складу та обсягів робіт, виділення в будові черг будівництва або пускових комплексів тощо;

- раціональної технології виконання будівельно-монтажних робіт (технологічна послідовність, правила виконання, енергоефективність, підбір виконавців, матеріалів, технічних засобів);

- виконання робіт сезонного характеру, включаючи окремі види підготовчих робіт, у найбільш сприятливу пору року (якщо вимогами замовника не передбачено інше);

- забезпечення якості будівельної продукції;

- строків та вартості будівництва об'єктів (з урахуванням умов фінансування);

- забезпечення комплексної безпеки будівництва;

- приймання виконаних робіт і закінчених будівництвом об'єктів.

Якість організаційно-технологічних рішень щодо забезпечення надійності та безпеки СОК залежить від готовності команди до управління проектом до його успішного втілення. З наукової точки зору, основні процедури організаційних рішень побудови та розрахунку моделей організації будівництва СОК можна розглядати на основі опису зовнішніх та внутрішніх умов упровадження будівельного проекту, які створені за схемою мережевих моделей та залучають ряд семантичних параметрів.

У побудові моделей будівельного проекту широке розповсюдження отримали графічні методи, як найбільш універсальні, що дають доступну для огляду інформацію про хід робіт. До таких організаційно-технологічних моделей відносять: лінійні графіки (діаграми) Ганта, циклограми, мережеві моделі [2, 6].

Для графічного подання сукупності будівельно-монтажних робіт під час реалізації проекту СОК безпосередньо потрібно застосовувати організаційно-технологічне моделювання, яке матиме певну структуру, організаційну та технологічну послідовність виконання в часі і просторі.

Інформаційну основу управління становлять результати прояву різних імовірнісних процесів як у виробничій сфері, так і в управлінні. Очевидно, це викликає до необхідності переходу від переважно детермінованих оцінок досліджуваних процесів до імовірнісного.

Висновки. Доведено, що основна принципова відмінність організаційно-технологічної надійності у будівництві від надійності інших складних технічних систем допомагає в тому, що надійність будівельного виробництва характеризується, в першу чергу, як надійність результатів діяльності, коли надійність технічних систем розглядається як надійність функціонування технічних елементів та складових цих систем. Саме тому, на

відміну від більшості складних систем, які розглядаються загальною теорією надійності, системи будівельного виробництва характеризуються не повними, а частковими відмовами (збоями у будівельних та

пов'язаних із ними процесах, зазвичай із порушенням календарних строків та вартості виробництва), які усуваються у процесі функціонування системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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. Інноваційні концептуальні та формально-аналітичні інструменти обґрунтування, підготовки та впровадження будівельних інвестиційних проектів : монографія / В. О. Поколенко, С. А. Ушацький, Г. В. Лагутін, О. А. Тугай, Н. О. Рубцова, О. С. Борисова ; за наук. ред. В. О. Поколенка. – Київ : Вид-во Європ. ун-ту, 2008. – 208 с.
3. Ковальов В. В. Обґрунтування доцільності функціонального переосвоєння територій великих міст / В. В. Ковальов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпро, 2017. – № 4. – С. 71–76.
4. Крижановская Н. Я. Принципы гуманизации архитектурно-градостроительной инфраструктуры в крупнейших городах Украины (на примере города Харькова) : монография / Н. Я. Крижановская, М. А. Вотинов ; Харьков. нац. ун-т гор. хоз-ва им. А. Н. Бекетова.. – Харьков : ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2016. – 186 с.
5. Млодецкий В. Р. Управленческая реализуемость строительных проектов / В. Р. Млодецкий. – Днепропетровск : Наука і освіта, 2005. – 261 с.
6. Организационно-технологическая и экономическая надежность в строительстве : монография / В. Р. Млодецкий, Р. Б. Тянь, В. В. Попова, А. А. Мартыш ; под. ред. Р. Б. Тяня. – Днепропетровск : Наука и образование, 2013. – 194 с.
7. Осипов О. Ф. Система обґрунтування та вибору організаційно-технологічних рішень реконструкції будівель : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.08 / Осипов Олександр Федорович ; Одеська держ. акад. буд-ва та архітектури. – Одеса, 2015. – 43 с.
8. Системи технологій життєвого циклу інвестиційно-будівельної сфери діяльності : монографія / [Р. Б. Тянь, П. Є. Уваров, С. В. Іванов, М. О. Прилєпова]. – Дніпропетровськ : Вид-во Маковецький Ю. В., 2010. – 344 с.
9. Стратегія розвитку міста Києва до 2025 року : додаток до рішення Київради від 15.12.2011 р. № 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: 04.02.2019.
10. Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment / Ye. I. Zaiats, T. S. Kravchunovska, V. V. Kovalov, O. V. Kirnos // Науковий вісник Національного гірничого університету = Scientific bulletin of National Mining University. – 2018. – № 2 (164). – P. 123–129. (DOI: 10.29202/nvngu/2018-2/24).
11. Lambeck R. Urban construction project management / R. Lambeck, J. Eschemuller. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 480 p.
12. Sidney M. L. Project management in construction / Sidney M. L. – New York : McGraw-Hill, 2006. – 402 p.
13. System of project multicriteria decision synthesis in construction / V. Sarka, E. K. Zavadskas, L. Ustinovicus, E. Sarkiene, C. Ignatavicius // Technological and Economic Development of Economy: Baltic Journal on Sustainability. – 2008. – Vol. 14, № 4. – P. 546–565.

REFERENCES

1. Bronevytskyi S.P. *Rozvytok organizatsiino-tehnologichnykh osnov budivnytstva dostupnogo zhytla z urakhuvanniam mistoformuiuchykh osoblyvostei terytorii velykykh mist: avtoref. dis. d-r tekhn. nauk: 05.23.08* [Development of the organizational and technological bases of affordable housing construction taking into account town-planning design characteristics of the territories of large cities: extended abstract of Dr. of Technical Sciences: 05.23.08]. Dnipropetrovsk, 2016, 32 p. (in Ukrainian).
2. Ushatskyi S.A., Pokolenko V.O., Tuhai O.A., Lahutin H.V., Rubtsova N.O. and Borisova O.S. *Innovatsiini kontseptualni ta formalno-analitychni instrumenty obgruntuvannia, pidhotovky ta vprovadzhennia budivelnykh investytsiinykh proektiv* [Innovative conceptual and formal analytical tools for substantiation, preparation and implementation of construction investment projects]. Kyiv: Yevrop. un-tu Publ., 2008, 208 p. (in Ukrainian).
3. Kovalov V.V. *Obgruntuvannia dotsilnosti funktsionalnoho pereosvoiennia terytorii velykykh mist* [The substantiation of the expediency of functional re-assimilation of the territories of big cities]. *Visnyk Prydniprovskoi*

derzhavnoi akademii budivnytstva ta arkhitektury [Bulletin of Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipro, 2017, iss. 4, pp. 71–76. (in Ukrainian).

4. Krizhanovskaya N.Ya., Votinov M.A. *Printsipy gumanizatsii arkhitekturno-gradostroitel'noy infrastruktury v krupneyshikh gorodakh Ukrainy (na primere goroda Khar'kova)* [Principles of humanization of the architectural and town-planning infrastructure in the largest cities of Ukraine (on the example of the Kharkov)]. Kharkov: Khar'kovskiy natsional'nyj universitet gorodskogo khozyaystva im. A.N. Beketova, 2016, 186 p. (in Russian).
5. Mlodetskiy V.R. *Upravlencheskaya realizuyemost' stroitelnykh proektov* [Management realization of construction projects]. Dnipropetrovsk: Nauka i osvita, 2005, 261 p. (in Russian).
6. Mlodetskiy V.R., Tyan R.B., Popova V.V., Martysh A.A. *Organizatsionno-tehnologicheskaya i ekonomicheskaya nadezhnost' v stroitelstve* [Organizational-technological and economic reliability in construction]. Dnepropetrovsk: Nauka i obrazovaniye, 2013, 194 p. (in Russian).
7. Osypov O.F. *Systema obgruntuvannia ta vyboru organizatsiino-tehnologichnykh rishen rekonstruktsii budivel: avtoref. dis. d-r tekhn. nauk.: 05.23.08* [System of substantiation and selection of organizational and technological solutions of buildings' reconstruction: extended abstract of Dr. of Technical Sciences: 05.23.08]. Odesa: Odeska derzhavna akad. bud. i arkhitektury, 2015, 43 p. (in Ukrainian).
8. Tian R.B., Uvarov P.Ye., Ivanov S.V. and Pryliepova M.O. *Systemy tekhnolohii zhyttievoho tsykladu investytsiino-budivelnoi sfery diialnosti* [Systems of technology of the life cycle of the investment and construction activity sphere]. Dnipropetrovsk: Yu.V. Makovetskyi Publ., 2010, 344 p. (in Ukrainian).
9. *Strategiia rozvytku mista Kyieva do 2025 roku: dodatok do rishennia Kyivrady vid 15.12.2011 № 824/7060* [Strategy of the development of Kyiv until 2025: an addition to the decision of the Kyiv City Council, 15 December 2011, № 824/7060]. Available at: http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/alldocWWW/3CF55D4ECB51FCD9C22579B4006DEE04?OpenDocument (Accessed 4 February 2019). (in Ukrainian).
10. Zaiats Ye.I., Kravchunovska T.S., Kovalov V.V. and Kirnos O.V. *Risk level assessment while organizational-managerial decision making in the condition of dynamic external environment. Naukovyi visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu* [Scientific Bulletin of National Mining University], 2018, no 2(164), pp. 123–129. (DOI: 10.29202/nvngu/2018-2/24).
11. Lambeck R. and Eschemuller J. *Urban construction project management*, N.Y., McGraw-Hill, 2008, 480 p.
12. Sidney M.L. *Project management in construction*, N.Y., McGraw-Hill, 2006, 402 p.
13. 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.

Рецензент: Кравчуновська Т. С., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 07.08.2018 р.

УДК 693.546.4+666.97.033.16

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.56.311

ОПТИМАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ УПЛОТНЕНИЕМ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ВИБРАЦИОННЫМ СПОСОБОМ И ЕГО ОСОБЕННОСТИ

СТОРОЖУК Н. А.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ДЕХТА Т. Н.², *канд. техн. наук, доц.*

¹Кафедра 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) 46-93-07, e-mail: storozhukpsacea@gmail.com, ORCID ID:0000-0002-3132-8864

²Кафедра 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 (096) 242-64-41, e-mail: dehta.tatyana75@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5023-3070

Аннотация. Постановка проблемы. Первые сведения о практическом применении вибрирования при уплотнении бетонных смесей относятся к 1890 году. Применяли пневматические и храповиковые виброустройства различных типов. После этого до 1915 г. научные работы и новые сведения о практическом применении виброуплотнения бетонных смесей не известны. В 1915 г. начаты исследования виброуплотненного бетона и бетона ручной кладки, сравнительная оценка их свойств. Появились публикации в различных научно-технических изданиях [1]. В работах [2; 3] проведен детальный анализ различных способов виброуплотнения бетонных смесей, которые применялись или применяются в настоящее время на производстве. В основном, уплотнение бетонных смесей вибрационным способом производится при принятых постоянных параметрах, характеризующих эффективность вибрационных воздействий. Такими параметрами для синусоидальных колебаний являются амплитуда перемещения A , частота f и их производные [4]. Каждый из перечисленных параметров может в определенной степени характеризовать вибрационное воздействие на бетонную смесь. **Цель статьи** – выполнение теоретических и экспериментальных исследований по оптимальному управлению уплотнением бетонных смесей при производстве бетонных и железобетонных изделий и конструкций. **Выводы.** Разработано и теоретически обосновано оптимальное управление процессом виброуплотнения (по быстродействию) с использованием принципа максимума академика Л. С. Понтрягина, позволяющее эффективно уплотнять бетонную смесь с минимальными затратами времени. На основании этого предложен новый режим уплотнения бетонных смесей вибрационным способом, который позволяет значительно повысить физико-механические свойства бетонов. Экспериментальными исследованиями подтверждены выводы, полученные при теоретических разработках по совершенствованию режима уплотнения бетонных смесей. Сравнительная оценка различных способов и режимов уплотнения показала, что лучшие результаты получены при применении оптимального управления формованием, т. е. при использовании режима с многократными вибрационными воздействиями. В этом случае повышение прочности бетона составило 25...30 % в сравнении с показателями бетона, уплотненного традиционным способом.

Ключевые слова: оптимальное управление; многократные вибрационные воздействия; режим уплотнения бетонных смесей; активное давление в бетонной смеси; физико-механические свойства бетона

ОПТИМАЛЬНЕ КЕРУВАННЯ УЩІЛЬНЕННЯМ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ ВІБРАЦІЙНИМ СПОСОБОМ І ЙОГО ОСОБЛИВОСТІ

СТОРОЖУК М. А.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ДЕХТА Т. М.², *канд. техн. наук, доц.*

¹Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-07, e-mail: storozhukpsacea@gmail.com, ORCID ID:0000-0002-3132-8864

²Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел.+38 (096) 242-64-41, e-mail: dehta.tatyana75@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5023-3070

Анотація. Постановка проблеми. Перші відомості про практичне застосування вібрації для ущільнення бетонних сумішей належать до 1890 року. Застосовували пневматичні і храповикові вібропристрої різних типів. Після цього до 1915 р наукові праці і нові відомості про практичне застосування віброущільнення бетонних сумішей не відомі. У 1915 р. розпочато дослідження віброущільненого бетону і бетону ручної укладки, порівняльна оцінка їх властивостей. З'явилися публікації в різних науково-технічних виданнях [1]. У працях [2; 3] проведено детальний аналіз різних способів віброущільнення бетонних сумішей, які застосовувалися або застосовуються в даний час на виробництві. В основному, ущільнення бетонних сумішей вібраційним способом здійснюється за прийнятих постійних параметрів, що характеризують ефективність вібраційних впливів. Такими параметрами для синусоїдальних коливань є амплітуда переміщення A , частота f і їх похідні [4]. Кожен із перерахованих параметрів може певною мірою характеризувати вібраційний вплив на бетонну суміш. **Мета статті** – виконання теоретичних і експериментальних досліджень з оптимального керування ущільненням бетонних сумішей під час виробництва бетонних і залізобетонних виробів і конструкцій. **Висновки.** Розроблено та теоретично обґрунтовано оптимальне керування процесом віброущільнення (за швидкодією) бетонних сумішей з використанням принципу максимуму академіка Л. С. Понтрягіна, що дозволяє ефективно ущільнювати суміші з мінімальними витратами часу. На підставі виконаних теоретичних досліджень для практичного використання запропоновано новий спосіб ущільнення бетонних сумішей вібраційним

способом. Експериментальними дослідженнями підтвержені висновки, отримані під час теоретичних розробок. Порівняльна оцінка різних способів і режимів ущільнення показала, що кращі результати отримані у разі застосування оптимального керування формуванням, тобто за використання режиму з багаторазовими вібраційними впливами. У цьому випадку підвищення міцності бетону склало 25...30 % порівняння з показниками бетону, ущільненого традиційним способом. При цьому значно скорочена тривалість ущільнення.

Ключові слова: оптимальне керування; багаторазові вібраційні впливи; режим ущільнення бетонних сумішей; активний тиск у бетонній суміші; фізико-механічні властивості бетону

OPTIMAL CONTROL OF CONCRETE MIXTURES COMPACTING BY VIBRATION METHOD AND ITS FEATURES

STOROZHUK N. A.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

ДЕХТА Т. Н.², *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹ Department of building materials, products and structures technology, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-93-07, e-mail: storozhukpsacea@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3132-8864

² Department of building materials, products and structures technology, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, tel. +38 (096) 242-64-41, e-mail: dehta.tatyana75@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-5023-3070

Annotation. Formulation of the problem. The first information about the practical application of vibration during compacting concrete mixtures dates back to 1890. Pneumatic and ratchet vibrating devices of various types were used. After this, until 1915, scientific work and new information on the practical application of vibrocompaction of concrete mixtures are not known. In 1915, studies of vibrated concrete and hand-laid concrete as well as comparative assessment of their properties are started. The publications are appeared in various scientific and technical editions [1]. In works [2, 3], a detailed analysis of various methods of vibrocompaction of concrete mixtures, which have been used or are currently used in production, is carried out. Basically, the compaction of concrete mixtures by the vibration method is carried out with the adopted constant parameters characterizing the effectiveness of vibration effects. Such parameters for pure oscillations are the amplitude of the displacement A , the frequency f , and their derivatives [4]. Each of the listed parameters can in a certain degree characterize the vibration impact on the concrete mixture. **Purpose of the article** – implementation of theoretical and experimental investigations in accordance with the optimal control of concrete mixtures compaction during the production of concrete and reinforced concrete products and structures. **Conclusions.** The optimal control of concrete mixtures vibrocompaction process (in rapidity) has been developed and theoretically justified with using the maximum principle of academician L. S. Pontryagin, which allows effectively compacting mixtures with minimal time. On the basis of this, a new method of concrete mixtures compaction by the vibration method is offered, which can significantly improve the physical and mechanical properties of concrete. Experimental studies have confirmed the conclusions obtained during theoretical researchers to improve the concrete mixtures compaction. A comparative assessment of different methods and modes of compaction showed that the best results were obtained by applying optimal control of molding, i.e. when using the mode with multiple vibration effects. In this case, the increase in the concrete strength was 25 ... 30% in comparison with the performance of concrete compacted in the traditional way.

Keywords: optimal control; repeated vibration effects; mode of concrete mixtures compaction; active pressure in the concrete mixture; physical and mechanical properties of concrete.

Постановка проблеми. Первые сведения о практическом применении вибрирования при уплотнении бетонных смесей относятся к 1890 году. Применяли пневматические и храповиковые виброустройства различных типов. После этого до 1915 г. научные работы и новые сведения о практическом применении виброуплотнения бетонных смесей не известны.

В 1915 году начаты исследования виброуплотненного бетона и бетона ручной кладки, сравнительная оценка их свойств. Появились публикации в различных научно-технических изданиях [1].

В работах [2, 3] проведен детальный анализ различных способов виброуплотнения бетонных смесей, которые применялись или применяются в настоящее время на производстве. В основном, уплотнение бетонных смесей вибрационным способом производится при принятых постоянных параметрах, ха-

рактеризующих эффективность вибрационных воздействий.

Такими параметрами для синусоидальных колебаний являются амплитуда перемещения A , частота f и их производные [4]:

- амплитуда скорости - $V = A\omega$;
- ускорение - $a = A\omega^2$;
- величина резкости - $U = A\omega^3$;
- мощность по гипотезе вязкого сопротивления - $W_B = A^2\omega^3$;

- мощность по гипотезе о сопротивлении, пропорциональном ускорению при сдвиге силы сопротивления по фазе относительно перемещения на угол 90° - $W = A^2\omega^3$,

где ω - угловая частота или число полных колебаний за 2π единицы времени, рад/сек.

Каждый из перечисленных параметров может в определенной степени характеризовать

вать вибрационное воздействие на бетонную смесь. Однако результаты исследований, приведенные в работах [5; 6] показали, что такое воздействие достаточно надежно выражает величина, которую для синусоидальных колебаний можно представить в виде зависимости:

$$I = A^2 f^3 \quad (1)$$

Для несинусоидальных (поличастотных колебаний):

$$I = \frac{aR}{8\pi^2 T}, \quad (2)$$

где R – величина размаха;
 T – период колебаний;
 a – ускорение ($a = A\omega^2$).

Эту величину, в виде совместной функции скорости и ускорений (уравнения 1 и 2), пропорциональную мощности потока энергии, затрачиваемой на колебания, называют интенсивностью вибрации [5].

Большое внимание режимам уплотнения с управляющим динамическим воздействием уделял Б. И. Зыков [7]. Им установлено, что в условиях объемизменения среды без возможности бокового расширения происходит диссипация энергии, а внутренние ее превращения обусловлены тиксотропными явлениями в зонах межчастичных взаимодействий и деформационным упрочнением структуры в объеме.

Автором работы определена целевая функция для определения внутреннего напряженного состояния деформируемой среды, которое имеет временной характер развития и зависит от силы тяжести, статической и динамической нагрузок, амплитудно-частотного фона и его направленности. Обоснованы закономерности регулирования управляемых вибрационных режимов, критерии оценки эффективности назначаемых режимов и проектируемых машин.

Б. В. Гусев [8] предложил три плавных режима формования с начальной частотой 10 Гц и ускорением 2 g. В первом режиме за время формования плавно изменяли частоту до 25 Гц и ускорение до 2,5 g; во втором – до частоты 50 Гц и ускорения 3,5 g и в третьем – до 75 Гц и 4,5 g. По данным автора переменные режимы обеспечивают надлежащее

уплотнение бетонных смесей средней и даже повышенной жесткости, а также способствуют повышению морозостойкости.

Выполненные ранее исследования по виброуплотнению бетонных смесей посвящены следующим вопросам:

- исследованию влияния интенсивности вибрации на качество уплотнения бетонных смесей (В. Н. Шмигальский, Г. Я. Куннос, Ю. Сторк);
- созданию режимов уплотнения бетонных смесей с различной последовательностью изменения интенсивности во времени (Б. В. Гусев, В. Г. Зазимко, А. С. Файвусович);
- созданию нового формовочного оборудования с управляемыми режимами вибрирования (Б. И. Зыков);
- созданию разночастотного оборудования (Н. И. Орды).

Цель статьи – выполнение теоретических и экспериментальных исследований по оптимальному управлению уплотнением бетонных смесей при производстве бетонных и железобетонных изделий и конструкций.

Основной материал. В общем случае вопросам оптимального управления процессом уплотнения бетонных смесей практически не уделялось внимания. Отсутствует теоретическое обоснование оптимального режима уплотнения бетонных смесей. И, как следствие этому, продолжительность формования (уплотнения бетонных смесей) является весьма значительной.

Нами при разработке основ теории оптимального управления процессом виброуплотнения бетонной смеси использованы достижения теоретической физики и аналитической механики [9, 10]. Известно, что задание энергии как функции координат и импульсов частиц полностью определяет динамику системы. При этом уравнения имеют вид:

$$\frac{d\bar{X}^y}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \bar{\psi}^y}; \quad \frac{d\bar{\psi}^y}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial \bar{X}^y}, \quad (3)$$

где \bar{X}^y – вектор фазового пространства (термины «теории оптимального управления»);

$\bar{\psi}^y$ – вектор количества движения частиц системы (импульс системы);
 H – величина, характеризующая энергию системы.

В таком виде эта зависимость называется уравнением Гамильтона, а энергия, как функция координат и импульсов, называется функцией Гамильтона.

Указанные закономерности нами использованы при применении принципа максимума Л. С. Понтрягина для вывода уравнений, необходимых для оптимального управления по быстрдействию процессом уплотнения бетонных смесей вибрационным способом [10; 12].

Сущность принципа максимума Л. С. Понтрягина заключается в следующем.

Пусть $\bar{P}(t)$ – допустимое управление, переводящее фазовую точку из положения \bar{X}_o^y в положение \bar{X}_k^y . Для оптимальности (по быстрдействию) управления $\bar{P}(t)$ и траектории $\bar{X}^y(t)$ необходимо существование такой ненулевой непрерывной вектор-функции $\bar{\psi}^y(t) = \psi_1^y(t), \psi_2^y(t) \dots \psi_n^y(t)$, соответствующей функциям $\bar{P}(t), \bar{X}^y(t)$ и уравнениям:

$$\frac{dX_i^y}{dt} = \frac{\partial H}{\partial \psi_i^y}; \quad \frac{d\psi_i^y}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial X_i^y}, \quad (4)$$

при которой:

- для всех $t, t_0 \leq t \leq t_k$, функция $H(\bar{\psi}^y(t), \bar{X}^y(t), P)$ переменного $P \in P_{\max}$ достигает в точке $P = \bar{P}(t)$ максимума:

$$H(\bar{\psi}^y(t), \bar{X}^y(t), \bar{P}(t)) = \max H(\bar{\psi}^y(t), \bar{X}^y(t), P); \quad (5)$$

- в конечный момент t_k выполняется соотношение:

$$H(\bar{\psi}^y(t_k), \bar{X}^y(t_k), \bar{P}(t_k)) \geq 0. \quad (6)$$

В уравнении (4) функция H характеризует энергию частиц бетонной смеси при виброуплотнении, а функция $\bar{\psi}^y$ – вектор количества движения частиц бетонной смеси (импульс системы). Существенными факторами, характеризующими качество и скорость уплотнения бетонной смеси, являются изменение объема уплотняемой смеси и скорость удаления воздушной фазы. Поэтому, используя термины «теории оптимального управления», фазовую плоскость будем характеризовать координатой X_1^y – объем уплотняемой бетонной смеси, а координатой X_2^y – скорость удаления воздушной фазы; начало координат будет характеризоваться минимально возможным объемом уплотненной смеси и скоростью удаления воздушной фазы, равной нулю. Фазовое состояние бетонной смеси в начальный момент времени $(X_1^y(t_0), X_2^y(t_0))$ и управляющая функция $\bar{P}(t)$ – давление в бетонной смеси во время виброуплотнения – однозначно определяют фазовую траекторию состояния бетонной смеси при уплотнении (рис. 1).

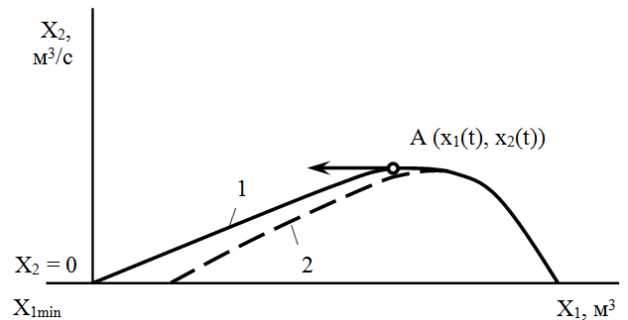


Рис. 1. Фазовая траектория уплотнения бетонной смеси: 1 – при оптимальном управлении формированием; 2 – при традиционном способе формирования / Phase trajectory of the concrete mixture compaction: 1 – with optimal control of molding; 2 – with the traditional method of molding

Точку A с координатами $(X_1(t), X_2(t))$ на плоскости $X_1 O X_2$ (рис. 1) называют фазовой точкой системы (уплотняемой бетонной смеси). С изменением времени t точка A изменяет свое положение и образует фазовую траекторию системы (уплотняемой бетонной смеси).

Что касается характеристики управления, принято следующее определение: в бетонной смеси активное давление, вызываемое потоком энергии (при работающем виброустройстве), характеризуется $P = +1$, а давление, возникающее при инерционном потоке энергии (при отключенном виброустройстве) – $P = -1$. Таким образом, управляющее воздействие изменяется в пределах:

$$-1 \leq P \leq +1. \quad (7)$$

Среди всех допустимых управлений $\bar{P}(t)$, переводящих бетонную смесь из заданного начального состояния \bar{X}_o^y в конечное положение \bar{X}_k^y , необходимо найти такое управление $\bar{P}(t)$, для которого функционал

$$I = \int_{t_o}^{t_k} dt = t_k - t_o = T_o \quad (8)$$

принимает наименьшее значение. Искомое управление $\bar{P}(t)$, минимизирующее время уплотнения бетонной смеси T_o , является оптимальным управлением.

В соответствии с принципом максимума Понтрягина функция H имеет вид:

$$H = \psi_1^y X_2^y + \psi_2^y K^y(t) P_b. \quad (9)$$

Из выражения (9) следует, что функция H достигает максимальной величины, если управляющее воздействие в каждый момент времени имеет максимальное по модулю значение и знак, совпадающий со знаком функции $\psi_2^y(t)$.

Для функций ψ_1^y и ψ_2^y , с учетом (4) и (9), мы получим систему уравнений:

$$\frac{d\psi_1^y}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial X_1^y} = 0; \quad \frac{d\psi_2^y}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial X_2^y} = -\psi_1^y. \quad (10)$$

Путем интегрирования (10) находим:

$$\psi_1^y = C_1^y; \quad \psi_2^y = C_2^y - C_1^y t \quad (11)$$

где C_1^y, C_2^y – постоянные интегрирования,

зависящие от свойств

- уплотняемой бетонной смеси,
- режима уплотнения.

На основании соотношения максимума (5), с учетом (7) и (9) для управляющего воздействия \bar{P} и функции $\bar{\psi}^y$ получено:

$$\begin{aligned} \bar{P}(t) &= +1 \quad \text{при} \quad \psi_2^y(t) > 0 \\ \bar{P}(t) &= -1 \quad \text{при} \quad \psi_2^y(t) < 0. \end{aligned} \quad (12)$$

Таким образом, в нашем случае H есть линейная функция от P , ее наибольшее значение при прочих равных условиях достигается при $P = +1$ или при $P = -1$, т. е. $P = +1$ при $\psi_2 > 0$ ($\psi_2 P > 0$), $P = -1$ при $\psi_2 < 0$. Это значит, что:

$$\bar{P}(t) = \text{sign} \psi_2(t) = \text{sign}(C_2^y - C_1^y t). \quad (13)$$

Соотношение (13) дает искомое оптимальное по быстродействию управление, которое оказывается кусочно-постоянным (релейным) – периодически изменяющимся. Число переключений (или интервалов постоянства управления P) для линейных систем всегда конечно и зависит от области управления и от начальных и конечных условий \bar{X}_o^y, \bar{X}_k^y .

Постоянные интегрирования C_1^y и C_2^y определяем из граничных условий, при этом предполагаем, что промежуток времени работы виброустройства $t = 1$ при отключенном виброустройстве $t = 0$. Таким образом, с учетом (7) получим:

$$\text{при } t = 1, P = 1, \quad \text{при } t = 0, P = -1$$

$$\bar{P}(t) = \text{sign}(2t - 1); \quad (14)$$

С учетом работы [13]

$$\bar{H}(t) = \text{sign}(2t - 1). \quad (14a)$$

На основании полученных результатов теоретических исследований (уравнения 14 и 14a) разработана структурная схема управления виброуплотнением бетонной смеси с обратной связью (рис. 2).

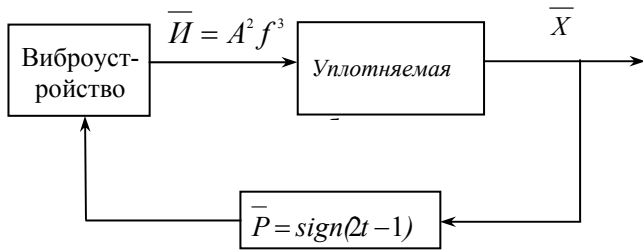


Рис. 2. Структурная схема управления виброуплотнением бетонной смеси с обратной связью / Structural control circuit vibrating compaction of concrete mix with feedback

Таким образом, оптимальное управление формированием осуществляется рациональным регулированием давления внутри уплотняемой вибрационным способом бетонной смеси путем многократных вибрационных воздействий (многократных импульсов интенсивности).

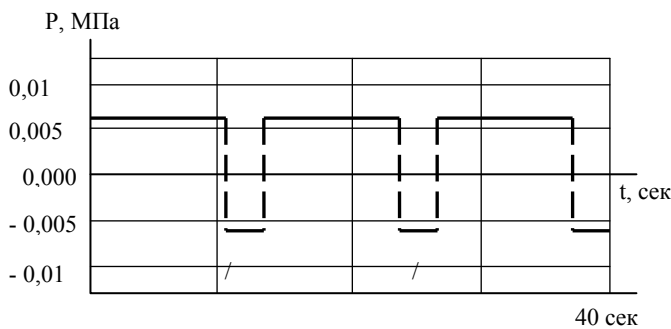


Рис. 3. Схема оптимального управления активным давлением при уплотнении бетонной смеси: 1 – при включенном виброустройстве; 2 – то же при отключенном виброустройстве / Optimum control of active pressure during compaction concrete mix: 1 – with the vibrating device turned on; 2 – also with unplugged vibrator

При выполнении экспериментальных исследований, следуя основным принципам оптимального управления технологическими процессами, мы сделали одно весьма существенное для дальнейших исследований предложение о характере управления. Как и принято в теории оптимального управления предполагаем, что «рули», положение которых характеризуется управляющими параметрами P_1, P_2, \dots, P_n , безынерционны, так что есть возможность, если нужно, мгновенно переключить эти «рули» из одного положения в другое, т. е. мгновенно (скачком)

менять значения управляющих параметров P_1, P_2, \dots, P_n . В соответствии с этим рассматриваются не только непрерывное, но и произвольные кусочно-непрерывные управления $P(t)$, т. е. управления, состоящие из конечного числа непрерывных кусков. В нашем случае такое управление приведено на рисунке 3.

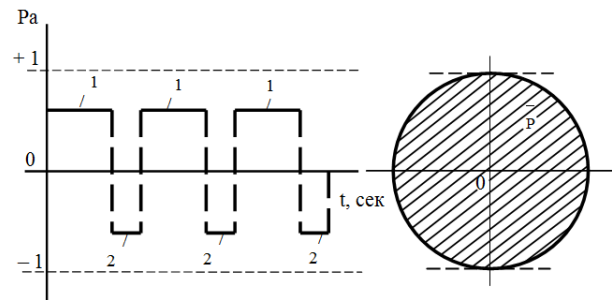


Рис. 4. Область управления при оптимальном управлении уплотнением бетонных смесей: 1 – при включенном виброустройстве; 2 – то же при отключенном виброустройстве / Management area with optimal control of compaction of concrete mixtures: 1 – when the vibrating control is on; 2 – also with the vibration device disabled

Что касается области управления, то следует отметить следующее.

В нашем случае параметры P_1, P_2, \dots, P_n характеризуют векторную величину на плоскости, модуль которой не превосходит единицы, а направление произвольно, поэтому, эти параметры подчинены только одному условию $(P_1)^2 + (P_2)^2 - 1 \leq 0$ и область управления \bar{P} представляет собой круг (рис. 4).

При выполнении экспериментальных исследований применяли бетонные смеси состава 1:2,24:4,99:0,76 (Ц:П:Щ:В), подвижность которых характеризовалась ОК = 3...4 см.

Результаты измерения активного давления в бетонной смеси с учетом принятых допущений приведены в таблице 1 и на рисунке 5.

Установлено, что при включении виброустройства в результате воздействия потока энергии (потока интенсивности) на бетонную смесь активное давление увеличивается до некоторой величины (0,005 МПа), а затем

стабилизируется. При такой стабилизации возникают сводообразования за счет заклинивания заполнителей, что приводит к резкому уменьшению скорости уплотнения, а также к образованию направленных капилляров удаляемым воздухом и перераспределяющимся цементным тестом (растворной составляющей). В случае отключения потока интенсивности (потока энергии) на короткий промежуток времени наблюдается инерционный всплеск интенсивности, выраженной в резком повышении активного давления (0,007 МПа) (табл. 1).

При таком воздействии происходит разрушение сводообразований, направленных капилляров, что способствует значительному повышению степени уплотнения бетонной смеси. Особенно это проявляется при многократном повторении таких воздействий.

Таблица 1

Активное давление (МПа) в бетонной смеси при вибрационном воздействии / Active pressure (MPa) in concrete mix under vibration exposure

№ опытов	При работе виброустройства (продолжительностью 6 с)	При отключенном виброустройстве (продолжительностью 3 с)	При работе виброустройства (продолжительностью 6 с)	При отключенном виброустройстве (продолжительностью 3 с)	При работе виброустройства (продолжительностью 6 с)
1	0,005	0,007	0,005	0,0057	0,005
2	0,005	0,007	0,006	0,0065	0,0055
3	0,005	0,006	0,005	0,0055	0,0045

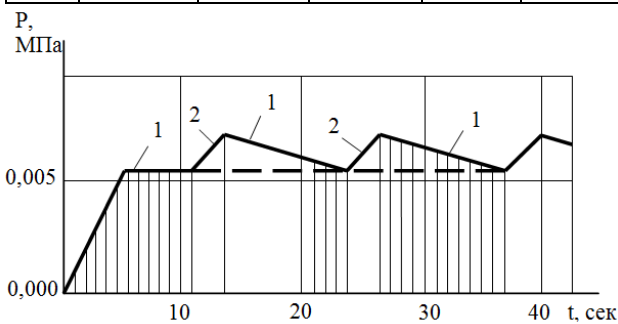


Рис. 5. Активное давление при вибрационных воздействиях на уплотняемую бетонную смесь: 1 – при включенном виброустройстве; 2 – при отключенном виброустройстве / Active pressure during vibrocompaction on compacted concrete mix: 1 – when the vibration device is on; 2 – when the vibration device is off

отрежимауплотнения / Density and strength of concrete depending from compaction mode

Вид уплотнения	Продолжительность вибровоздействия, с	Количество вибровоздействий	Плотность бетонной смеси ρ_0 , кг/м ³	Прочность бетона R_{28}^{28} , МПа
Существующий способ виброуплотнения (при постоянной интенсивности)	20	1	2 376	19,3
Предлагаемый способ виброуплотнения (при многократных вибровоздействиях)	8	2	2 441	22,6
То же	6	3	2 478	25,1
Существующий способ виброуплотнения (при постоянной интенсивности)	30	1	2 384	19,4
Предлагаемый способ виброуплотнения (при многократных вибровоздействиях)	13	2	2 466	23,0
То же	8	3	2 505	25,8
То же	6	4	2 507	25,9
Существующий способ виброуплотнения (при постоянной интенсивности)	40	1	2 386	19,3
Предлагаемый способ виброуплотнения (при многократных вибровоздействиях)	18	2	2 475	24,0
То же	13	3	2 511	26,0
То же	8	4	2 513	26,2

Таблица 2

Плотность и прочность бетонов в зависимости

Это подтверждено нашими дальнейшими исследованиями. Продолжительность фор-

мования образцов была различной и составляла 20, 30 и 40 с. Количество вибровоздействий изменялось от одного (при постоянной интенсивности уплотнения) до четырех в пределах указанной продолжительности. Промежуток времени между вибровоздействиями составил 2...3 с. Результаты исследований приведены в табл 2.

Приведенные экспериментальные данные показывают, что при двух вибровоздействиях повышение прочности бетона в 28-суточном возрасте составляет 16...18 %, при трех вибровоздействиях прочность бетона оказывается на 25...30 % выше, в сравнении с бетонами, уплотненными по традиционному режиму формования.

При этом высокие показатели по плотности и по прочностным характеристикам получены уже при продолжительности формования 20 св случае применения оптимального управления формованием. Дальнейшее увеличение количества вибровоздействий (больше трех) не приводит к существенному увеличению ни плотности бетона, ни его прочности.

Выводы. Разработано и теоретически обосновано оптимальное управление процессом виброуплотнения (по быстродействию) бетонных смесей с использованием принципа максимума академика Л. С. Понтрягина, позволяющее эффективно уплотнять смеси с минимальными затратами времени. На основании выполненных теоретических исследований для практического использования предложен новый способ уплотнения бетонных смесей вибрационным способом.

Экспериментальными исследованиями подтверждены выводы, полученные при теоретических разработках. Сравнительная оценка различных способов и режимов уплотнения показала, что лучшие результаты получены при применении оптимального управления формованием, т. е. при использовании режима с многократными вибрационными воздействиями. В этом случае повышение прочности бетона составило 25...30 % в сравнении с показателями бетона, уплотненного традиционным способом. При этом значительно сокращена продолжительность уплотнения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Десов А. Е. Вибрированный бетон / А. Е. Десов. – Москва : Госстройиздат, 1956. – 229 с.
2. Десов А. Е. О рациональных режимах виброуплотнения бетонных смесей / А. Е. Десов // Сборник трудов научно-исследовательского института бетона и железобетона. – Москва : Госстройиздат, 1959. – Вып. 11 : Технология и свойства тяжелых бетонов. – С. 12–25.
3. Десов А. Е. Состояние и перспективы развития технологии и теории формования сборного железобетона / А. Е. Десов, И. Ф. Руденко // Формование бетона : матер. координац. совещания. – Москва, 1973. – С. 8–25.
4. Иориш Ю. И. Виброметрия. Измерение вибрации и ударов. Общая теория, методы и приборы / Ю. И. Иориш. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Гос. науч.-техн. изд-во машиностроит. лит., 1963. – 773 с.
5. Шмигальский В. Н. Формование изделий на виброплощадках : монография / В. Н. Шмигальский. – Москва : Стройиздат, 1968. – 104 с.
6. Куннос Г. Я. Вибрационная технология бетона / Г. Я. Куннос. – Ленинград : Стройиздат, 1967. – 168 с.
7. Зыков Б. И. Уплотняющие машины с управляемым динамическим воздействием: Теория, эксперимент, практика : монография / Б. И. Зыков. – Ярославль, 1990. – 88 с.
8. Гусев Б. В. Вибрационная технология бетона / Б. В. Гусев, В. Г. Зазимко. – Київ : Будівельник, 1991. – 160 с.
9. Ландау Л. Д. Теоретическая физика : в 10 т. / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – 3-е изд., доп. – Москва : Наука, 1976. – Т. V : Статистическая физика. Ч. 1. – 584 с.
10. Астахов А. В. Курс физики : в 3 т. / А. В. Астахов. – Москва : Наука, 1977. – Т. 1 : Механика. Кинетическая теория материи. – 384 с.
11. Математическая теория оптимальных процессов : монография / Л. С. Понтрягин, В. Г. Болтянский, Р. В. Гамкрелидзе, Е. Ф. Мищенко. – 3-е изд. – Москва : Наука, 1976. – 392 с.
12. Болтянский В. П. Математические методы оптимального управления / В. П. Болтянский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Наука, 1969. – 408 с.
13. Лермит Р. Проблемы технологии бетона / Р. Лермит. – Москва : Госстройиздат, 1959. – 294 с.

REFERENCES

1. Desov A.E. *Vibrirovannyj beton* [Vibrated concrete]. Moscow: Gosstrojizdat, 1956, 229 p. (in Russian).
2. Desov A.E. *O ratsional'nykh rezhimakh vibrouplotneniya betonnykh smesey* [On the issue of rational modes of vibro-compaction of concrete mixtures]. *Sbornik trudov nauchno-issledovatel'skogo instituta betona i zhelezobetona* [Works' collection of the Scientific Research Institute of concrete and reinforced concrete]. Moscow: Gosstrojizdat,

- 1959, iss. 11: *Tekhnologiya i svoystva tyazhelykh betonov* [Technology and properties of heavy concrete], pp. 12–25. (in Russian).
3. Desov A.E. and Rudenko I.F. *Sostoyanie i perspektivy razvitiya tekhnologii i teorii formovaniya sbornogo zhelezo-betona* [The state and prospects of the development of technology and the theory of the molding precast concrete]. *Formovanie betona: mater. koordinats. soveshchaniya* [Concrete forming: coordinate materials of meetings]. Moscow, 1973, pp. 8–25. (in Russian).
 4. Iorish Yu.I. *Vibrometriya. Izmerenie vibratsii i udarov. Obshchaya teoriya, metody i pribory* [Vibrometry. Measurement of vibration and shock. General theory, methods and devices]. Ed. 2, Moscow: Gos. nauch.-tekhn. izd-vo mashinostroit. lit., 1963, 773 p. (in Russian).
 5. Shmigal'skiy V.N. *Formovanie izdeliy na vibroploshchadkakh* [Forming products on vibrating-plate compactor]. Moscow: Stroyizdat, 1968, 104 p. (in Russian).
 6. Kunnos G.Ya. *Vibratsionnaya tekhnologiya betona* [Vibration technology of concrete]. Leningrad: Strojizdat, 1967, 168 p. (in Russian).
 7. Zykov B.I. *Uplotnyayushchie mashiny s upravlyaemym dinamicheskim vozdeystviem: teoriya, eksperiment, praktika* [Dynamic Impact Sealing Machines: theory, experiment, practice]. Yaroslavl, 1990, 88 p. (in Russian).
 8. Gusev B.V. and Zazimko V.G. *Vibratsionnaya tekhnologiya betona* [Vibration technology of concrete]. Kyiv: Budivelnik, 1991, 160 p. (in Russian).
 9. Landau L.D. and Lifschitz E.M. *Teoreticheskaya fizika* [Theoretical physics]. Ed. 3, Moscow: Nauka, 1976, vol. 5: *Statisticheskaya fizika* [Statistical physics], part 1, 584 p. (in Russian).
 10. Astakhov A.V. *Kurs fiziki* [Physics course]. Moscow: Nauka, 1977, vol. 1: *Mekhanika. Kineticheskaya teoriya materii* [Mechanics. Kinetic theory of substance], 384 p. (in Russian).
 11. Pontryagin L.S., Boltyanskiy V.G., Gamkrelidze R.V. and Mishchenko E.F. *Matematicheskaya teoriya optimal'nykh protsessov* [Mathematical theory of optimal processes]. Ed. 3, Moscow: Nauka, 1976, 392 p. (in Russian).
 12. Boltyanskiy V.P. *Matematicheskie metody optimal'nogo upravleniya* [Mathematical methods of optimal control]. Ed. 2, Moscow: Nauka, 1969, 408 p. (in Russian).
 13. Lermi R. *Problemy tekhnologii betona* [Problems of concrete technology]. Moscow: Gosstroyizdat, 1959, 294 p. (in Russian).

Рецензент: Слободянюк С. О., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 13.08.2018 р.

УДК 621.879.41:622.583

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.65.312

РОЗРОБКА ШНЕКОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ СТВОРЕННЯ ЗАХИСНОГО ЕКРАНУ

МЕНЕЙЛЮК О. І.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ПЕТРОВСЬКИЙ А. Ф.², *д-р техн. наук, проф.*,

БОРИСОВ О. О.³, *канд. техн. наук, доц.*,

КИРИЛЮК С. В.⁴, *канд. техн. наук*

¹Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +380487236151, E-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

²Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +380487236151, E-mail: paf2012@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8232-1245

³Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +380487989083, E-mail: etinvest@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6930-3243

⁴Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 4, 65029, Одеса, Україна, тел. +380678433770, E-mail: kirilstani@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8871-8302

Анотація. Постановка проблеми. Дослідження присвячене розробленню шнекової технології створення захисного екрана. З кожним роком в Україні зростає обсяг будівельних робіт, виконуваних із метою охорони навколишнього середовища від фільтрації шкідливих промислових відходів і речовин з різного роду відстійників, накопичувачів і сховищ. У великій різноманітності існуючих технологій влаштування захисних екранів, основне місце відводиться екранам, які влаштовуються відкритим способом. Однак цілий ряд вищеназваних споруд не можна перенести або осушити. Виконання таких робіт в умовах спорудження відкритим способом неможливе. Альтернативними стають закриті технології будівництва екранів. Хоча такі технології також не позбавлені недоліків, існують ґрунтові умови, в яких застосування закритих способів може бути обмежене, наприклад, присутність твердих включень, розмір яких не дасть можливості пройти по заданій траєкторії робочому органу, або неоднорідність складу ґрунтів, що, у свою чергу, не забезпечить рівномірного розповсюдження ізолювального або зміцнювального складу. Зазначені фактори зумовлюють необхідність розроблення інноваційної технології улаштування горизонтального протифільтраційного екрана закритим способом на базі горизонтально-направленого буріння. **Мета** дослідження - розроблення технології захисту підземного простору від забруднень та влаштування гідроізоляційного шару екрана за наявності у ґрунті твердих включень, неоднорідності складу ґрунтів і відсутності водоупора на досяжній глибині. **Висновок.** Розроблена технологія дозволить зробити протифільтраційний екран під існуючими джерелами забруднення, в ґрунтах із твердими включеннями та в неоднорідних ґрунтах, що не дозволяють застосовувати існуючі технології проведення таких робіт.

Ключові слова: захисний екран; водонепроникність; горизонтально-направлене буріння; будівельні технології

РАЗРАБОТКА ШНЕКОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЗАЩИТНОГО ЭКРАНА

МЕНЕЙЛЮК А. И.¹, *д-р техн. наук, проф.*,

ПЕТРОВСКИЙ А. Ф.², *д-р техн. наук, проф.*,

БОРИСОВ А. А.³, *канд. техн. наук, доц.*,

КИРИЛЮК С. В.⁴, *канд. техн. наук*

¹Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +380487236151, e-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

²Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +380487236151, e-mail: paf2012@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8232-1245

³Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +380487989083, e-mail: etinvest@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6930-3243

⁴Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 4, 65029, Одесса, Украина, тел. +380678433770, e-mail: kirilstani@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8871-8302

Аннотация. Постановка проблемы. Исследование посвящено разработке шнековой технологии создания защитного экрана. С каждым годом в Украине растет объем строительных работ, выполняемых с целью охраны окружающей среды от фильтрации вредных промышленных отходов и веществ с различного рода отстойников, накопителей и хранилищ. В большом разнообразии существующих технологий устройства защитных экранов основное место отводится экранам, которые устраиваются открытым способом. Однако

целый ряд вышеназванных сооружений не представляется возможным перенести или осушить. Выполнение этих работ в условиях сооружения открытым способом невозможно. Альтернативными становятся закрытые технологии строительства экранов. Хотя такие технологии также не лишены недостатков, существуют грунтовые условия, в которых применение закрытых способов может быть ограничено, например присутствие твердых включений, размер которых не позволит пройти по заданной траектории рабочего органа, или неоднородность состава грунта, что, в свою очередь, не обеспечит равномерного распространения изолирующего или укрепляющего состава. Указанные факторы обуславливают необходимость разработки инновационной технологии устройства горизонтального противодиффузионного экрана закрытым способом на базе бурения. **Цель** исследования - разработка технологии защиты подземного пространства от загрязнений и устройство гидроизоляционного слоя экрана при наличии в грунте твердых включений, неоднородности состава грунтов и отсутствии водоупора на достижимой глубине. **Вывод.** Разработанная технология позволит сделать противодиффузионный экран под существующими источниками загрязнения, в грунтах с твердыми включениями и в неоднородных грунтах, которые не позволяют применять существующие технологии проведения таких работ.

Ключевые слова: защитный экран; водонепроницаемость; горизонтально-направленное бурение; строительные технологии

DEVELOPMENT OF AUGER TECHNOLOGY FOR CREATING PROTECTIVE SCREEN

MENEILIUK O. I.¹, *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

PETROVSKIY A. F.², *Dr. Sc. (Tech.), Prof.*

BORYSOV O. O.³, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

KYRYLIUK S. V.⁴, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

¹Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38(048)7236151, E-mail: pr.mai@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-1007-309X

²Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38(048)7236151, E-mail: paf2012@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-8232-1245

³Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38(048)7989083, E-mail: etinvest@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6930-3243

⁴Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 4, 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38(067)8433770, E-mail: kirilstani@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-8871-8302

Annotation. Formulation of the problem. This work is devoted to the development of auger technology for creating a protective screen. Every year the volume of construction activities performed to protect the environment from the filtration of harmful industrial wastes and substances from various decanters, storage devices and storage facilities is increasing in Ukraine. In a large variety of existing technologies of security screens installation, the main place is allocated to screens, which are arranged in an open way. However, a number of the above-mentioned structures is not possible to move or drain. In order to perform such works, in such circumstances construction in an open way is impossible. Alternative technologies are becoming closed construction technologies of building screens. Although such technologies have also disadvantages, there are ground conditions in which the use of closed methods may be limited, such as the presence of solid inclusions, the size of which will not allow the passage of a given path of the working body, or nonhomogeneity of the soil structure, which in turn will not ensure equal distribution of an isolating or strengthening compound. These factors determine the necessity of developing an innovative technology for the arrangement a horizontal impervious screen in a closed way based on a horizontal directional drilling. **Goal.** The purpose of this study is to develop a technology for protecting the underground space from contamination, and the installation of a waterproofing layer of the screen if there are solid inclusions in the ground, soil nonhomogeneity and absence of water resistance at an achievable depth. **Conclusion.** The developed technology will allow to make impervious screen under existing sources of pollution, in soils with solid inclusions and in non-uniform ground that do not allow to apply existing technologies of carrying out such works.

Keywords: protective screen; water resistance; horizontal directional drilling; construction technologies

Постановка проблеми. З кожним роком На території України міститься зростає обсяг будівельних робіт, величезна кількість радіоактивних виконуваних із метою охорони матеріалів, що обчислюється багатьма навколишнього середовища від фільтрації тисячами тонн. Тільки на території шкідливих промислових відходів і речовин з відчуження в Чорнобилі нараховується різного роду відстійників, накопичувачів і понад 800 траншей з радіоактивними сховищ.

матеріалами, які не оснащені засобами довготривалої ізоляції [1-3].

Також необхідно відмітити наявність великої кількості сховищ, відстійників, природних водойм, ставків-накопичувачів стічних вод, сміттєзвалищ, бурових майданчиків і відвалів. У більшості випадків вони споруджені без достатнього забезпечення їх герметичності або і зовсім без неї. Наслідок цього – фільтрація шкідливих речовин у ґрунті.

У великій різноманітності існуючих технологій влаштування протифільтраційних екранів основне місце відводиться екранам, які влаштовуються відкритим способом [4; 5]. Однак цілий ряд вищевказаних споруд не можливо перенести або осушити.

Технологія улаштування горизонтального протифільтраційного екрана закритим способом може знайти широке застосування під час зведення найрізноманітніших гідротехнічних і водопровідно-каналізаційних споруд, таких як водопровідні та каналізаційні насосні станції, ємнісні споруди і споруди для очищення води і стоків, канали і дренажні колектори, а також для захисту споруд і будівель від підтоплення [6].

Також актуальним постає питання зміцнення ґрунтів під існуючими спорудами.

Хоча такі технології також не позбавлені недоліків, існують ґрунтові умови, в яких застосування закритих способів може бути обмежене, наприклад, присутність твердих включень, розмір яких не дасть можливості пройти по заданій траєкторії робочого органа, або неоднорідність складу ґрунтів, що, у свою чергу, не забезпечить рівномірного розповсюдження ізолюювального або зміцнювального складу.

Зазначені фактори зумовлюють необхідність розроблення інноваційної технології улаштування горизонтального протифільтраційного екрана закритим способом на базі горизонтально-направленого буріння.

Аналіз публікацій. Огляд цього питання показав, що за масштабами впливу і необхідними фінансовими і технічними

ресурсами провідне місце посідає локалізація забруднень і зниження емісій радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Аналіз інших технологій показав низьку економічну й екологічну ефективність та низьку надійність, які потрібно усунути в майбутньому [7; 8]. Були запропоновані численні способи влаштування протифільтраційних екранів, у тому числі і авторами цієї роботи, але вони мають обмежену область застосування [9, 10]. Отже, розроблення нового інноваційного способу захисту підземного простору за шнековою технологією стало актуальним завданням.

Це дослідження має безсумнівну екологічну, а також соціальну значимість, тому що дозволить захистити населення від наслідків зараження забрудненої радіонуклідами водою.

Мета дослідження - розроблення технології захисту підземного простору від забруднень та улаштування гідроізоляційного шару екрана за наявності в ґрунті твердих включень, неоднорідності складу ґрунтів і відсутності водоупору на досяжній глибині.

Виклад матеріалу. Зведення екрана під спорудою виконується за допомогою двонапрявленого шнека, який дозволяє використання нового способу в ґрунтах із твердими включеннями, розміри яких не перевищують діаметра двонапрявленого шнека, або міцність твердих включень дозволяє розробити їх, роздробивши на дрібніші частки. За рахунок обертання шнека та його двонапрявленості, ґрунт розробляється та транспортується, одночасно, до напрямних свердловин. Свердловини більші за діаметром, ніж двонапрявлений шнек, і дозволяють тимчасово зберігати розроблений ґрунт та тверді включення. Двонапрявленість також дозволяє уникнути зміщення шнека під час обертання між напрямними свердловинами.

Важливим результатом винаходу стало те, що ґрунт розробляється частково, а основним завданням двонапрявленого шнека є змішування ґрунту з твердіючими розчинами для створення

протифільтраційного екрана. Обертання шнека у зворотному напрямку транспортує твердіючий розчин із напрямних свердловин разом із розробленим ґрунтом та одночасно змішує їх.

Суть технологічної моделі пояснюється кресленнями.

Модель реалізується таким чином:

На відстані від споруди 1 на денній поверхні 4 за допомогою бурової установки 5 під захистом прохідницької рідини 6 бурять наскрізь аутентично площині підосви 3 споруди принаймні дві паралельні крайні напрямні свердловини 7 (рис. 1).

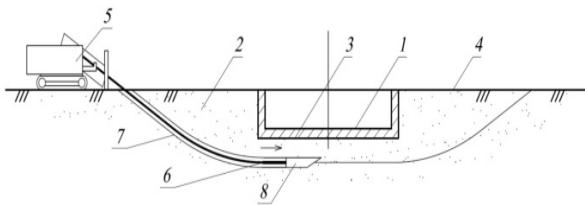


Рис. 1. Вертикальний переріз осі напрямної свердловини: 1-споруда; 2-ґрунт; 3-підосва споруди; 4-денна поверхня; 5-бурова установка; 6-прохідницька рідина; 7-напрямна свердловина; 8-бур

До бура 8, що виходить на денну поверхню 4, прикріплюють розширювач свердловин 9, гнучкі тяги 10 та заводять їх у напрямні свердловини у міру витягнення бура в пілотну свердловину (рис. 2). Усе це буріння виконується під захистом бурового розчину. Замість будь-якої споруди може бути розміщений центр забруднення чи будь-яке інше небезпечне джерело отруєння ґрунту.

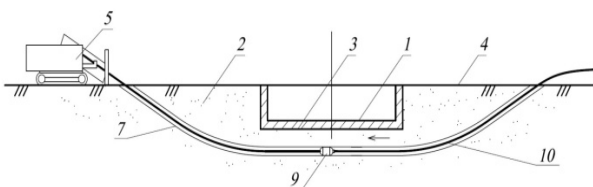


Рис. 2. Вертикальний переріз осі напрямної свердловини з уведенням гнучких тяг: 1-споруда; 2-ґрунт; 3-підосва споруди; 4-денна поверхня; 5-бурова установка; 7-напрямна свердловина; 9-розширювач свердловин; 10-гнучкі тяги

До вільних кінців тяг прикріплюють двонаправлений шнек 11 (рис. 3) із кутовим редуктором.

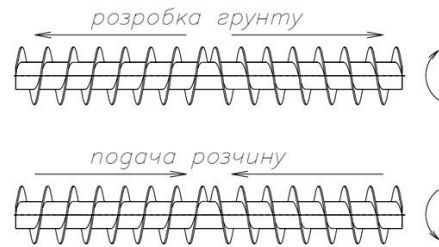


Рис. 3. Схема обертання двонаправленого шнека

Прикріплений до вільних кінців тяг двонаправлений шнек підтягують за допомогою натяжних пристроїв, розробляючи ґрунт, що міститься між напрямними свердловинами, при цьому шнек обертається роблячи його більш пухким. Услід за шнеком подається розчин 12, підготовлений міксерною станцією 13, та змішується з ґрунтом 2 за допомогою зворотного обертання шнека (рис. 4).

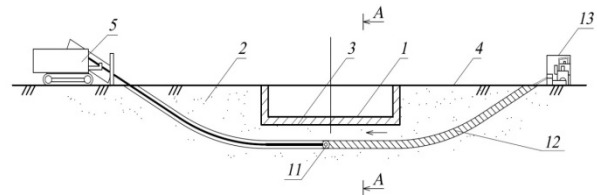


Рис. 4. Повздовжній переріз екрана: 1-споруда; 2-ґрунт; 3-підосва споруди; 4-денна поверхня; 5-бурова установка; 11-двонаправлений шнек; 12-подача твердіючого розчину; 13-міксерна станція

Затверділий розчин спільно з ґрунтом створюють екран 14 (рис. 5).

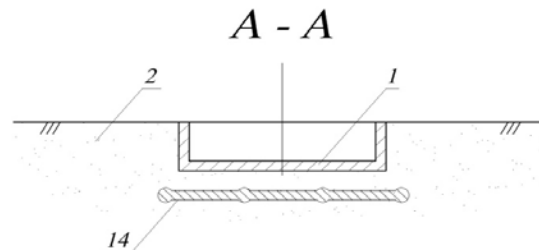


Рис. 5. Переріз захисного екрана: 1-споруда; 2-ґрунт; 14-захисний екран

Спосіб установа екрана під спорудою включає створення наскрізних напрямних свердловин, розробку ґрунту між

суміжними свердловинами двонапрямленим шнеком та змішування ґрунту з твердіючим розчином. Ґрунту розробляється двонапрямленим шнеком з одночасним транспортуванням у порожнини напрямних свердловин. Розробка ґрунту виконується частково, щоб його залишок використати як заповнювач для розчину, який змішується з розробленим ґрунтом за допомогою зворотного обертання двонапрямленого

шнека. Використання цього способу не обмежується ґрунтами з твердими включеннями, меншими за діаметр шнека.

Висновки. Розроблена технологія дозволить зробити протифільтраційний екран під існуючими джерелами забруднення, у ґрунтах із твердими включеннями та в неоднорідних ґрунтах, що не дозволяють застосовувати існуючі технології проведення таких робіт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вальков В. Ф. Екологія почв. Ч. 3. Загрязнение почв : учеб. пос. для студ. вузов / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. – Ростов-на-Дону : УПЛ РГУ, 2004. – 54 с.
2. Чернобыльская катастрофа / Нац. акад. наук Украины ; гл. ред. В. Г. Барьяхтар – Киев : Наук. думка, 1995. – 560 с.
3. Чернобыль: післяаварійна програма будівництва : монографія / О. В. Горіцький, В. Я. Пінчук, В. П. Сабалдир, Г. К. Злобін, І. П. Лось, В. О. Величко, О. М. Лівінський, Г. В. Желудков ; ред. К. Г. Злобін, В. Я. Пінчук. – Київ : Іван Федорів, 1998. – 456 с.
4. Бойко Г. А. Применение тонких противофильтрационных диафрагм в условиях Белоруссии / Г. А. Бойко, Г. Г. Азбель, Г. Н. Никольская // Строительство и архитектура Белоруссии. – 1980. – № 4. – С. 31.
5. Бунтман А. Д. Об использовании противофильтрационных завес для защиты котлованов от притока грунтовых вод / А. Д. Бунтман // Энергетическое строительство. – 1978. – № 2. – С. 86–87.
6. Пособие по проектированию полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов (к СНиП 2.01.28–85) / Госстрой СССР. – Москва : Центр. ин-т типового проектирования, 1990. – 48 с.
7. Способ создания противофильтрационной завесы в лессовом грунте : пат. 2015248 С1 Рос. Федерация : МПК5 Е 02 Д 3/12 / Осипов В. И., Филимонов С. Д., Мельников Б. Н., Кайль Е. В. ; заявл. 27.12.91 ; опубл. 30.06.94.
8. Способ возведения ограждающей противофильтрационной инженерно-защитной конструкции (варианты) : пат. 2206663 С1 Рос. Федерация : МПК7 Е 02 Д 5/56, 5/20, 7/22 / А. Н. Басиев, М. В. Зелов, А. Г. Икусов ; заявл. 21.12.2001 ; опубл. 20.06.2003.
9. Спосіб улаштування екрана під спорудою : пат. 73600 Україна на корисну модель : МПК Е 02 Р 29/00 / О. М. Галінський, О. М. Менейлюк, А. Ф. Петровський ; заявл. 13.04.2012 ; опубл. 25.09.2012, Бюл. № 18.
10. Спосіб улаштування протифільтраційної завіси під спорудою: пат. 91704 Україна на корисну модель : МПК Е 02 В 3/00 / О. М. Галінський, О. І. Менейлюк, А. Ф. Петровський ; заявл. 26.02.2014 ; опубл. 10.07.2014, Бюл. № 13.

REFERENCES

1. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh. and Kolesnikov S.I. *Ekologiya pochv. Ch. 3. Zagryaznenie pochv* [Soil Ecology. Part 3. Soil pollution], Rostov-na-Donu : UPL RGU Publ., 2004, 54 p.
2. *Chernobyl'skaya katastrofa* [Chernobl accident]. *Nats. akad. nauk Ukrainy* [National Academy of Sciences of Ukraine] ; ch. edit. Bar'yakhtar V.G., Kiev : Nauk. Dumka Publ., 1995, 560 p.
3. Goritskiy O.V., Pinchuk V.Ya., Sabaldyr V.P., Zlobin H.K., Los I.P., Velychko V.O., Livinskiy O.M. and Zheludkov H.V. ; ed. Zlobin K.H., Pinchuk V.Ya. *Chornobyl: pisliaavariina programa budivnytstva* [Chernobyl: post-emergency building program], Kyiv : Ivan Fedoriv Publ., 1998, 456 p.
4. Boyko G.A., Azbel' G.G. and Nikol'skaya G.N. *Primenenie tonkikh protivofil'tratsionnykh diafragm v usloviyakh Belorussii* [The use of thin anti-filtration diaphragms in the conditions of Belarus]. *Stroitel'stvo i arkhitektura Belorussii* [Construction and Architecture of Belarus], 1980, no. 4, p. 31. (in Russian).
5. Buntman A.D. *Ob ispol'zovanii protivofil'tracionnykh zaves dlya zashchity kotlovanov ot pritoka gruntovykh vod* [Using of impervious curtain to protect the pits from groundwater inflow]. *Energeticheskoe stroitel'stvo* [Energy construction], 1978, no. 2, pp. 86–87. (in Russian)
6. Gosstroy SSSR. *Posobie po proektirovaniyu poligonov po obezvrezhivaniyu i zakhoroneniyu toksichnykh promyshlennykh otkhodov (k SNiP 2.01.28–85)* [The allowance on the landfills designing for the disposal and dumping toxic industrial wastes (to the State Building Codes 2.01.28-85)]. Moscow : Tsentral'nyi institut tipovogo proektirovaniya Publ., 1990, 48 p. (in Russian).

7. Osipov V.I., Filimonov S.D., Melnikov B.N. and Kayl' E.V. *Sposob sozdaniya protivofil'tracionnoy zavesy v lessovom grunte* [A method for creating grout curtain in the loess soils], Patent No. 2015248 C1, RU, IPC 5E02D3/12 ; zayavl. 27.12.91 ; opubl. 30.06.94.
8. Basiev A.N., Zelow M.V. and Ikusov A.G. *Sposob vozvedeniya ograzhdayushchey protivofil'tratsionnoy inzhenerno-zashchitnoy konstruktsii (varianty)* [A method of fencing erecting of an anti-protection engineering construction (variants)], Patent No. 2206663 C1, RU, IPC 7E02D5/56, 5/20, 7/22 ; zayavl. 21.12.2001 ; opubl. 20.06.2003.
9. Halinskyi O.M., Meneilyuk O.M. and Petrovskyi A.F. *Sposib ulashtuvannia ekrana pid sporudoiu* [The method of arranging the screen under construction], Patent No. 73600 Ukraine for the utility model, IPC E02R29/00 ; zayavl. 13.04.2012 ; opubl. 25.09.2012.
10. Halinskyi O.M., Meneilyuk O.M. and Petrovskyi A.F. *Sposib ulashtuvannia protyfilntatsiinoi zavisy pid sporudoiu* [The method of installation the anti-drainage curtain under the construction], Patent No. 91704 Ukraine for the utility model, IPC E02B3/00 ; zayavl. 26.02.2014 ; opubl. 10.07.2014.

Рецензент: Білоконь А. І., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 10.08.2018 р.

УДК 692.82:699.86

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.71.313

ИССЛЕДОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДВУХРАМНЫХ МЕТАЛЛОПЛАСТИКОВЫХ ОКОН

СОПИЛЬНЯК А. М.¹, канд. техн. наук, доц.,

КОЛОХОВ В. В.², канд. техн. наук, доц.,

ШЛЯХОВ К. В.³, канд. техн. наук, доц.,

СЕНЧИШАК Д. В.⁴, студ.,

КОБЗАРЬ И. И.⁵, студ.

¹Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: artem_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

²Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (056) 756-33-76, e-mail: kolokhovdnepr@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8223-1483

³Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: blyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

⁴Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 32-44-51, e-mail: senchishak95@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4783-5252

⁵Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепро, Украина, тел. +38 (0562) 32-44-51, e-mail: kobzar.inna2017@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3789-0209

Аннотация. Постановка проблемы. В наше время актуальной проблемой становится непрерывное повышение стоимости энергоресурсов для населения. Эффективные технологии помогут минимизировать тепловые потери внутри помещения и сохранить сбережения. В развитых странах уже есть много примеров зданий с нулевым потреблением энергии, одним из ключевых аспектов которых являются энергосберегающие высокоэффективные светопрозрачные конструкции. **Цель статьи** - опытным путем на основании термограмм доказать целесообразность применения двухрамных металлопластиковых окон в сравнении с однорамными. **Методика** - проведение съемки тепловизором, а также выполнение расчетов теплопроводности ограждающих светопрозрачных металлопластиковых конструкций массового применения двух типов – однорамных и двухрамных с воздушной прослойкой в 200 мм с использованием программного комплекса «Elcut 5». **Результаты.** В результатах тепловизора присутствуют некоторые незначительные отличия в показаниях температурных величин по сравнению с расчетными значениями, полученными в ПК «Elcut». Это можно объяснить несовершенством программного комплекса, а также погрешностью точности определения температуры поверхности тепловизором. **Выводы.** Применение двухрамных металлопластиковых окон в сравнении с однорамными повышает сопротивление теплопередачи и тем самым снижает тепловые потери. Двухрамные металлопластиковые светопрозрачные конструкции - это энергосберегающие, высокоэффективные и бюджетные термически однородные ограждающие конструкции, что, безусловно, является лучшим вариантом в наши дни.

Ключевые слова: двухрамная металлопластиковая светопрозрачная конструкция

ДОСЛІДЖЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДВОРАМНИХ МЕТАЛОПЛАСТИКОВИХ ВІКОН

СОПІЛЬНЯК А. М.¹, канд. техн. наук, доц.,

КОЛОХОВ В. В.², канд. техн. наук, доц.,

ШЛЯХОВ К. В.³, канд. техн. наук, доц.,

СЕНЧИШАК Д. В.⁴, студ.,

КОБЗАР І. І.⁵, студ.

¹Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: artem_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

²Кафедра технології будівельних матеріалів, виробів та конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (056) 756-33-76, e-mail: kolokhovdnepr@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8223-1483

³Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна, тел. +38 (0562) 47-02-98, e-mail: blyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

⁴Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна. тел. +38 (0562) 32-44-51, e-mail: senchishak95@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4783-5252

⁵Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпро, Україна. тел. +38 (0562) 32-44-51, e-mail: kobzar.inna2017@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3789-0209

Анотація. Постановка проблеми. Наразі актуальною проблемою стає безперервне підвищення вартості енергоресурсів для населення. Ефективні технології допоможуть мінімізувати теплові втрати зсередини приміщення і зберегти заощадження. У розвинених країнах вже є багато прикладів будівель із нульовим споживанням енергії, одним із ключових аспектів яких стали енергозберігальні високоефективні світлопрозорі конструкції. **Мета статті** - дослідним шляхом на підставі термограми довести доцільність застосування дворамних металопластикових вікон порівнянно з однорамними. **Методика.** Проведення зйомки тепловізором, а також виконання розрахунків теплопровідності огорожувальних світлопрозорих металопластикових конструкцій масового застосування двох типів - однорамної та дворамної з повітряним прошарком в 200 мм з використанням програмного комплексу «Elcut 5». **Результати.** В результатах тепловізора присутні деякі незначні відмінності в показаннях температурних величин порівнянно з розрахунковими значеннями, отриманими в ПК «Elcut 5». Це можна пояснити недосконалістю програмного комплексу, а також похибкою точності визначення температури поверхні тепловізором. **Висновки.** Застосування дворамних металопластикових вікон порівнянно з однорамними підвищує опір теплопередачі, і тим самим знижує теплові втрати. Дворамні металопластикові світлопрозорі конструкції є енергозберігальними, високоефективними і бюджетними термічно однорідними огорожувальними конструкціями, що, безумовно, стало найкращим варіантом у наші дні.

Ключові слова: дворамна металопластикові світлопрозора конструкція

RESEARCH OF THE VIABILITY OF APPLICATION OF DOUBLE GLAZING METAL-PLASTIC WINDOWS

SOPIL'NYAK A. M.¹, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

KOLOKHOV V. V.², *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

SHLYAKHOV K. V.³, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

SENGHISHAK D. V.⁴, *student*

KOBZAR' I. I.⁵, *student*

¹Department of reinforced and masonry constructions, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (0562) 47-02-98, e-mail: artem_sopilnyak@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-3067-0529

²Department of building materials, products and structures technology, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (056) 756-33-76, e-mail: kolokhovdnepr@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-8223-1483

³Department of reinforced and masonry constructions, State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (0562) 47-02-98, e-mail: 6lyahov@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-6493-6201

⁴State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (0562) 32-44-51, e-mail: senchishak95@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-4783-5252

⁵State Higher Education Establishment «Pridneprovskaya State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskogo str., Dnepr 49600, Ukraine, +38 (0562) 32-44-51, e-mail: kobzar.inna2017@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-3789-0209

Annotation. Formulation of the problem. Nowadays, the current problem becomes the continuous increasing of the energy cost for the population. Efficient technologies will help minimize heat losses inside the building and save money. In developed countries, there are already a lot of examples of zero-energy buildings, one of the main aspects of which are energy-conservative high-performance translucent structures. **Purpose.** Experimentally, based on the thermograms, to prove the expediency of application of double glazing metal-plastic windows in comparison with one-frame windows. **The technique.** Carrying out shooting with a thermographic camera, as well as performing calculations of thermal conductivity of enclosure translucent metal-plastic structures of two types for wide use - one-frame and dual screen frame with an air layer of 200 mm using the “Elcut 5” software package. **Results.** There are some insignificant differences in the results of the thermographic camera in the statement of temperature values compared with the calculated values obtained in the PC “Elcut”. This can be explained by the imperfection of the software package, as well as by the uncertainty of the determination of the surface temperature by the thermographic camera. **Conclusions.** The application of double glazing metal-plastic windows in comparison with the one-frame window increases the resistance to heat transfer, and thereby reduces heat losses. Double glazing metal-plastic translucent structures are energy-conservative, highly-efficient and low-budget thermally homogeneous enclosing structures, which, of course, are the best option these days.

Key words: double glazing metal-plastic windows; translucent structures

Введение. В наше время актуальной проблемой становится непрерывное повышение стоимости энергоресурсов для населения. Эффективные технологии помогут минимизировать тепловые потери изнутри помещения и сохранить сбережения.

В развитых странах уже есть много примеров зданий с нулевым потреблением энергии, одним из ключевых аспектов которых являются энергосберегающие высокоэффективные светопрозрачные конструкции.

История пластиковых окон началась в Европе, где цены на энергоносители стали заметно расти и содержать жилье, оплачивая теплопотери, стало крайне накладно. Предприимчивые европейцы искали способы сохранения тепла и результатом таких поисков стала новинка на рынке — окна из пластика. Изобретение стало очень успешным и оправдало возложенные на него надежды, прекрасно справляясь с задачей теплосбережения.

Цель статьи - опытным путем на основании термограмм доказать целесообразность применения двухрамных металлопластиковых окон в сравнении с однорамными.

Изложение материала. С использованием программного комплекса «Elcut 5» были произведены расчеты теплопроводности ограждающих светопрозрачных металлопластиковых конструкций массового применения.

Для определения приведенного сопротивления теплопередачи всех типов конструкций были приняты следующие материалы:

- материал несущей стены – кирпич силикатный полуторный, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,76$ Вт/(м·К) и $\lambda = 0,87$ Вт/(м·К) для условий эксплуатации А и Б соответственно [1; 2];
- утеплитель – плитный пенополистирол, толщина 100 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,04$ Вт/(м·К) [2];
- окно – оконный трех камерный ПВХ профиль, коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,63$ Вт/(м·К) [3];

➤ окно – стандартное оконное стекло, толщина 4 мм, коэффициент теплопроводности $\lambda = 1,0$ Вт/(м·К) [4];

➤ воздушная прослойка — 0,15 Вт/(м·К) согласно таблице 12 (при ширине замкнутой прослойки 5-30 см) [5] с учетом явлений конвекции и излучения.

Во время исследования были рассмотрены следующие типы конструктивного решения ограждающих конструкций и светопрозрачных конструкций (окон):

1. Несущая стена из силикатного кирпича толщиной.

Светопрозрачная конструкция – однорамное окно.

Окно с однокамерным стеклопакетом (4-16-4 мм) и трехкамерным оконным профилем.

2. Несущая стена из силикатного кирпича толщиной 510 мм с утеплением пенополистирольными плитами толщиной 100мм и плотностью $\rho = 25$ кг/м³.

Светопрозрачная конструкция – однорамное окно.

Окно с однокамерным стеклопакетом (4-16-4 мм) и трехкамерным оконным профилем.

3. Несущая стена из силикатного кирпича толщиной 510 мм с утеплением пенополистирольными плитами толщиной 100 мм и плотностью $\rho = 25$ кг/м³.

Светопрозрачная конструкция – двухрамное окно.

Окна с однокамерными стеклопакетами (4-16-4 мм) и трехкамерными оконными профилями.

При этом второй оконный блок устанавливается в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя.

Воздушная прослойка между внутренними гранями стеклопакетов – 200 мм.

4. Несущая стена из силикатного кирпича толщиной 510 мм с утеплением пенополистирольными плитами толщиной 100 мм и плотностью $\rho = 25$ кг/м³.

Светопрозрачная конструкция – двухрамное окно.

Одно окно с однокамерными стеклопакетами (4-16-4 мм) и трехкамерными оконными профилями.

Второй оконный блок из одного слоя поликарбоната устанавливается в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя.

Воздушная прослойка между внутренними гранями стеклопакетов – 235 мм.



Рис. 1. Фрагмент ограждающей конструкции с однокорпусным оконным блоком и с установкой дополнительной оконной рамы из поликарбоната



Рис. 2. Фрагмент ограждающей конструкции с двухрамным оконным блоком, при установке второго оконного блока в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя/

Таблица 1 демонстрирует схемы конструктивных решений заполнения оконного проема первого типа – в однокорпусном исполнении массового применения, второго типа – с утеплением несущей стены пенополистирольными плитами, третьего типа – с установкой дополнительной оконной рамы в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя, и четвертого типа – с установкой дополнительной оконной рамы из одного слоя поликарбоната в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя, а также температурные изополя участка ограждающей стены со

светопрозрачной конструкцией и результаты расчётов приведенного сопротивления теплопередачи, полученные в программном комплексе «Elcut 5».

Для наглядного подтверждения данных, полученных в ПК «Elcut 5», касаемо всех типов ограждающих конструкций (согласно таблице 1) была выполнена тепловизионная съемка в зимний период при температуре воздуха окружающей среды -10°C (для варианта 2 и 4, рис. 1) и при температуре -7°C (для варианта 2 и 3, рис. 2).

В период выполнения тепловизионной съемки температура на поверхности утеплителя (плиты пенополистирола $\rho = 25\text{кг/м}^3$, толщиной 100 мм) несущей стены была -9°C . На однокорпусном окне, в средней части, температура на поверхности стекла была -3°C , а на окне (в средней части), с дополнительно установленной оконной рамой из поликарбоната (4 мм), температура на поверхности поликарбоната была $-6,5^{\circ}\text{C}$ (рис. 1, 3).

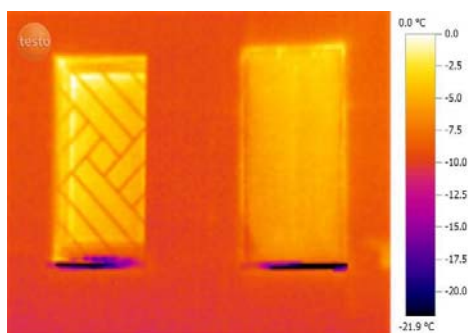
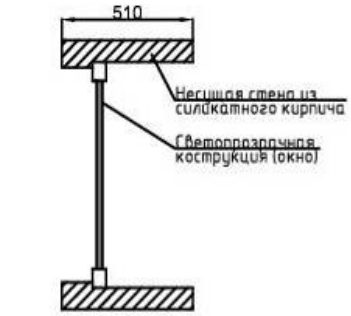
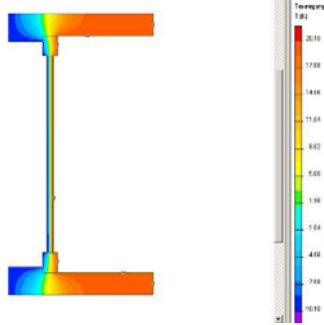
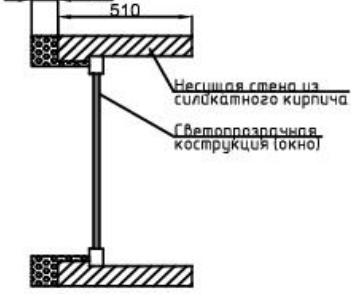
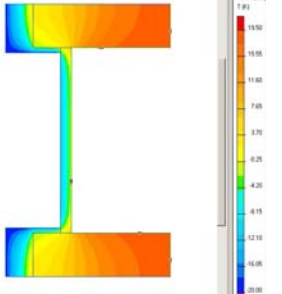
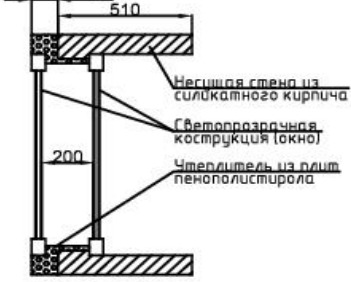
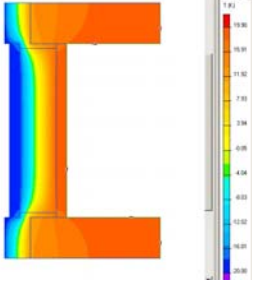
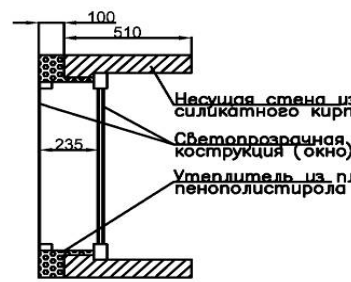
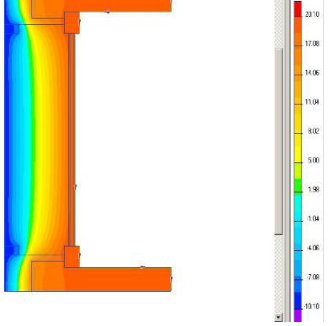


Рис. 3. Термограмма фрагмента ограждающей конструкции с однокорпусным оконным блоком и с установкой дополнительной оконной рамы из поликарбоната (4 мм)

В период выполнения тепловизионной съемки изнутри помещения (с внутренней стороны того же фрагмента ограждающей конструкции) для первого и последнего варианта (согласно таблице 1) ограждающей конструкции с установкой дополнительной оконной рамы с поликарбонатом температура воздуха в помещении была $+20^{\circ}\text{C}$, а на поверхности несущей стены $+18,5^{\circ}\text{C}$. На однокорпусном окне, в средней части, температура на поверхности стекла была $+10^{\circ}\text{C}$ (рис. 4), а на окне с дополнительно установленной оконной рамой (в средней части) из поликарбоната $+16^{\circ}\text{C}$ (рис. 5).

Таблиця 1

Сравнение приведенного сопротивления теплопередачи трехслойных стеновых панелей массового применения

№ п.п	Эскиз участка стены с осветопрозрачной конструкцией	Конструкция	Температурные изополя участка ограждающей стены со светопрозрачной конструкцией, полученные в ПК «Eicut»	Приведенное сопротивление теплопередачи, $m^2 \cdot C / Bt$
1	 <p>510 Несущая стена из силикатного кирпича Светопрозрачная конструкция (окно)</p>	Кирпичная стена 510 мм, однокорневое окно		0,46
2	 <p>100 510 Несущая стена из силикатного кирпича Светопрозрачная конструкция (окно)</p>	Кирпичная стена 510 мм, однокорневое окно, пенополистирол 100 мм $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$		0,50
3	 <p>100 510 Несущая стена из силикатного кирпича Светопрозрачная конструкция (окно) 200 Утеплитель из плит пенополистирола</p>	Кирпичная стена 510 мм, двухкорневое окно, пенополистирол 100 мм $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$, воздушная прослойка 200 мм		3,01
4	 <p>100 510 Несущая стена из силикатного кирпича Светопрозрачная конструкция (окно) 235 Утеплитель из плит пенополистирола</p>	Кирпичная стена 510 мм, однокорневое окно, пенополистирол 100 мм $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$, воздушная прослойка 235 мм		3,15

Также стоит отметить, что на окне с дополнительно установленной оконной рамой из поликарбоната полностью отсутствует конденсат, в отличие от однорамного окна, на котором конденсат образуется по всей площади стеклопакета (внизу большие капли, сверху мелкие). Соответственно становятся влажными откосы и появляются грибковые образования в виде черных пятен.

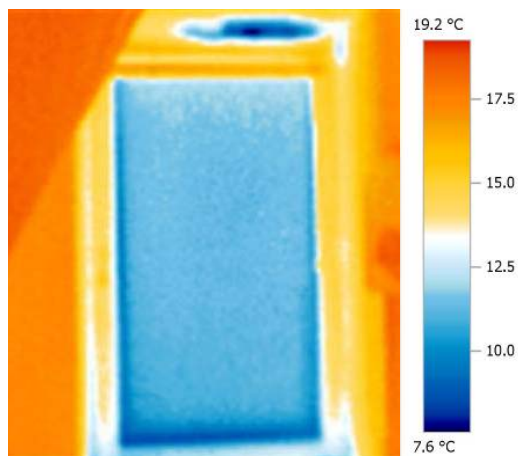


Рис. 4. Термограмма фрагмента ограждающей конструкции с однорамным оконным блоком с внутренней стороны

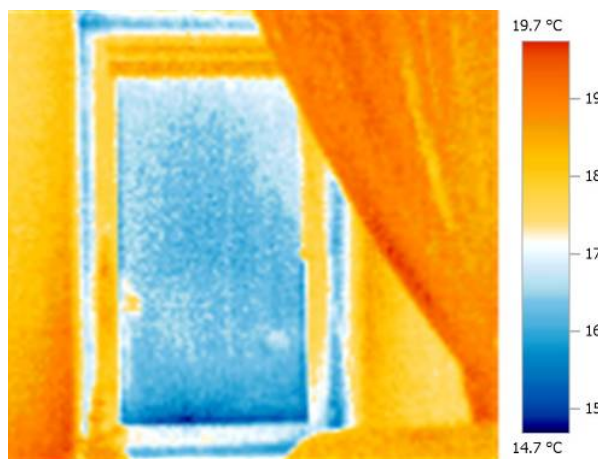


Рис. 5. Термограмма фрагмента ограждающей конструкции с установкой дополнительной оконной рамы из поликарбоната с внутренней стороны

В период выполнения тепловизионной съемки двурамных окон изнутри помещения (с внутренней стороны того же фрагмента ограждающей конструкции) для 3-го варианта (согласно таблице 1) ограждающей конструкции температура воздуха в помещении была +20°C (рис. 7, 8).

В таблице 2 приведены значения температуры в точках, указанных на

рисунке 6, наружной поверхности ограждающей конструкции.

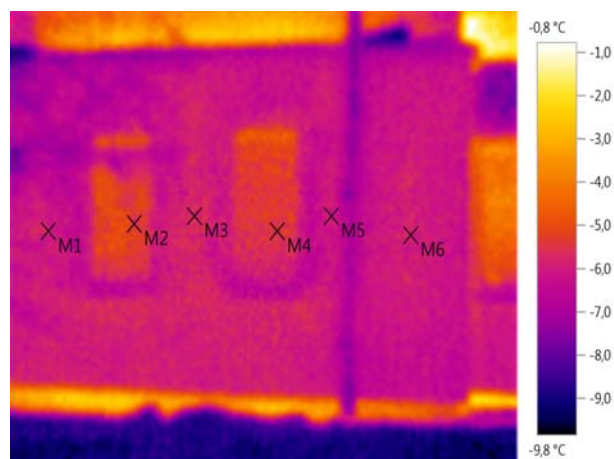


Рис. 6. Термограмма фрагмента ограждающей конструкции с двурамным оконным блоком при установке второго оконного блока в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя (фрагмент представлен снаружи помещения)

Таблица 2
Температура в наружных точках на поверхности элементов

№точек	Температура [°C]
M1	-5,9
M2	-5,7
M3	-6,0
M4	-5,8
M5	-6,0
M6	-5,9

В таблице 3 приведены значения температуры в точках, указанных на рисунке 7, внутренней поверхности ограждающей конструкции левого окна.

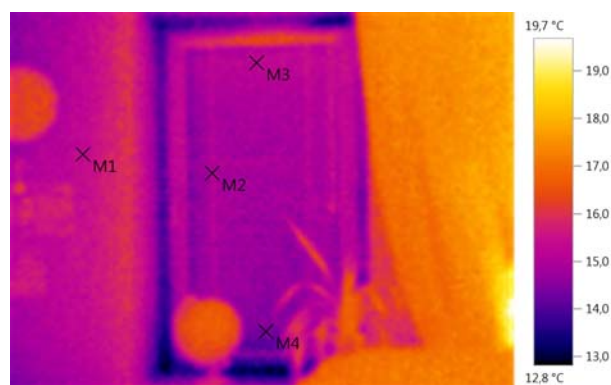


Рис. 7. Термограмма одного фрагмента ограждающей конструкции с внутренней стороны двурамным оконным блоком при установке второго оконного блока в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя

Таблиця 3
Температура на поверхності елементів
внутренних точек первого окна

№ точек	Температура [°C]
M1	+15,3
M2	+15,0
M3	+15,2
M4	+14,4

В таблице 4 приведены значения температуры в точках, указанных на рисунке 8, внутренней поверхности ограждающей конструкции правого окна.

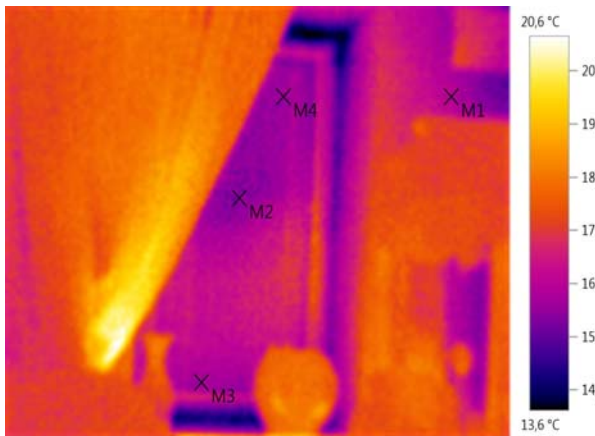


Рис. 8. Термограмма второго фрагмента ограждающей конструкции с внутренней стороны с установкой второго оконного блока в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя

Если проанализировать полученные результаты распределения температурных изополей в ПК «Elcut» и результаты исследований тепловизора, можно сказать, что они очень близки по значениям.

Таблиця 4
Температура на поверхности элементов
внутренних точек второго окна

№ точек	Температура [°C]
M1	+15,9
M2	+15,4
M3	+15,6
M4	+15,5

В результатах тепловизора присутствуют некоторые незначительные отличия в показаниях температурных величин по сравнению с расчетными значениями, полученными в ПК «Elcut». Это можно объяснить несовершенством программного комплекса, а также погрешностью точности определения температуры поверхности тепловизором.

При установке дополнительной оконной рамы в слое утеплителя вровень с наружной гранью утеплителя и появлении воздушной прослойки между рамами окон температурные изополя выравниваются и становятся похожими на изополя утепленных несущих стен.

Благодаря воздушной прослойке, имеющей низкий коэффициент теплопроводности, и второй оконной раме ограждающая светопрозрачная конструкция стала термически однородной со стеной, утепленной плитами пенополистирола $\rho = 25 \text{ кг/м}^3$, толщиной 100 мм, а также снизились тепловые потери из помещения.

Выводы. Результаты распределения температурных изополей, полученные в ПК «Elcut» для двухрамных металлопластиковых окон, подтвердились натурными исследованиями тепловизором.

Опытным путем на основании термограмм удалось доказать, что применение двухрамных металлопластиковых окон в сравнении с однорамными приводит к повышению сопротивления теплопередачи и тем самым снижает тепловые потери.

Двухрамные металлопластиковые светопрозрачные конструкции - это энергосберегающие, высокоэффективные и бюджетные ограждающие конструкции, что, безусловно, является лучшим вариантом в наши дни.

В данном случае ограждающая конструкция, включая и окно, стала термически однородной.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель : ДБН В.2.6-31:2016. – [Чинні від 2007-04-01] – Офіц. вид. – Київ : Мінрегіонбуд. України, 2017. – 30 с.
2. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель : ДСТУ Б В.2.6-189:2013. – [Чинний від 2014-01-01] – Київ : Мінрегіонбуд. України, 2014. – Додаток А, – 51 с.

3. Будівельні матеріали. Профілі полівінілхлоридні для огорожувальних будівельних конструкцій. Загальні технічні умови : ДСТУ Б.В.2.7-130:2007. – [Чинний від 2007-11-01] – Київ : Мінрегіонбуд. України, 2007. – 48 с.
4. Будівельні матеріали. Скло листове. Технічні умови (EN 572:2004; NEQ) : ДСТУ Б.В.2.7-122-2009. – [Чинний від 2010-07-01] – Київ : Мінрегіонбуд. України, 2010. – 87 с.
5. Малявина Е. Г. Теплопотери здания. Справочное пособие / Е. Г. Малявина. – Москва : АВОК-ПРЕСС, 2007. – 144 с.
6. Сопільняк А. М. Підвищення теплозахисту світлопрозорої огорожувальної конструкцій / А. М. Сопільняк // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднепр. гос. акад. стр-ва и архитектуры. – Днепр, 2017. – Вып. 98 : Энергетика, экология, компьютерные технологии в строительстве. – С. 161–165.

REFERENCES

1. *Konstruksii budynkiv i sporud. Teplova izoliatsia budivel: DBN V.2.6-31:2016* [Structures of buildings and structures. Thermal insulation of buildings: the State Building Regulations V. 2.6-31:2016]. Dated on 2007-04-01. Kyiv: Minregionbud. Ukraine, 2017, 30 p. (in Ukrainian).
2. *Metody vyboru teploizoliatsiinogo materialu dlia utepлення budivel: DSTU B V.2.6-189:2013* [Methods for choosing an insulation material for insulation of building: the State Standards of Ukraine V.2.6-189:2013]. Dated on 2014-01-01. Kyiv: Minregionbud. Ukraine, 2014, Appendix A, 51 p. (in Ukrainian).
3. *Budivelni materialy. Profili polivinilkhlorydni dlia ogorodzhvalnykh budivelnykh konstruksii. Zagalni tekhnichni umovy: DSTU B V.2.7-130:2007* [Building materials. Extruded sations from PVC for enclosure filding structures. General specifications: the State Standards of Ukraine V.2.7-130:2007]. Dated on 2007-11-01. Kyiv: Minregionbud. Ukraine, 2007, 48 p. (in Ukrainian).
4. *Budivelni materialy. Sklo lystove. Tekhnichni umovy (EN 572:2004, NEQ): DSTU B V.2.7-122-2009* [Building materials. Sheet glass. Specifications (EN 572: 2004; NEQ) : the State Standards of Ukraine V.2.7-122-2009]. Dated on 2010-07-01. Kyiv: Minregionbud. Ukraine, 2010, 48 p. (in Ukrainian).
5. Malyavina E.G. *Teplopoteri zdaniya. Spravochnoye posobiye* [Heat losses of building. Handbook]. Moscow: AVOK-PRESS, 2007, 144 p. (in Ukrainian).
6. Sopil'nyak A.M. *Povyshenie teplozashchity ograzhdayushchey svetoprozrachnoy konstruksii* [Increasing the thermal protection of the enclosing translucent structure]. *Stroitel'stvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, material science, mechanical engineering]. *Energetika, ekologiya, komp'yuternye tekhnologii v stroitel'stve* [Energy, ecology, computer technology in the construction], Dnepr, 2017, iss. 98, pp. 161–165. ISSN 2405-7031.

Рецензент: Савицький М. В., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 20.07.2018 р.

УДК 699.844:624.012.44

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.79.314

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ МЕЖДУЭТАЖНЫХ МОНОЛИТНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

БАБИЙ И. Н.¹ канд. техн. наук, доц.,

ГОСТРИК А. Н.² асп.,

КАЛЬЧЕНЯ Е. Ю.³ маг.

¹Кафедра технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 65029, Одесса, Украина, тел. +38 (048) 7716969, e-mail: igor7617@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8650-1751

²Кафедра технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 65029, Одесса, Украина, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: anna.gostryk16@gmail.com

³Кафедра технологии строительного производства, Одесская государственная академия строительства и архитектуры, ул. Дидрихсона, 65029, Одесса, Украина, тел. +38 (048) 7236151

Аннотация. Постановка проблемы. Решается важная проблема выбора рациональных технологических решений устройства звукоизоляции междуэтажных перекрытий в каркасно-монолитном домостроении путем проведения многокритериального анализа. Для этого использовались результаты сравнительного анализа организационно-технологических показателей при устройстве звукоизоляции перекрытий с использованием различных материалов и их конструктивных особенностей. **Цели статьи** - выбор и обоснование конструктивно-технологических решений звукоизоляции перекрытий в каркасно-монолитном домостроении. Для достижения цели определены следующие задачи: исследовать влияние конструктива пола на звукоизолирующие свойства; провести многокритериальный анализ, на основании которого выбрать рациональное технологическое решение устройства звукоизоляции междуэтажных перекрытий в каркасно-монолитном домостроении. Для этого необходимо выбрать материалы и конструктивно-технологические схемы при их устройстве, а также провести сравнительную оценку. **Вывод.** Многокритериальный анализ технологий устройства звукоизоляции перекрытий позволил определить наиболее рациональный вариант согласно единой балльной шкале. Результаты исследований на основании методики многокритериального анализа позволили определить рациональное и эффективное конструктивно-технологическое решение многослойной системы перекрытия на основе материала Isolon 500 – Тип 1.

Ключевые слова: звукоизоляция перекрытий; воздушный шум; ударный шум; многокритериальный анализ; многослойная система

БАГАТОКРИТЕРІЙНИЙ АНАЛІЗ ПІД ЧАС ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЇ ВЛАШТУВАННЯ ЗВУКОІЗОЛЯЦІЇ МІЖПОВЕРХОВИХ МОНОЛІТНИХ ПЕРЕКРИТТІВ

БАБИЙ І. М.¹, канд. техн. наук, доц.,

ГОСТРИК А. М.², асп.,

КАЛЬЧЕНЯ Є. Ю.³, маг.

¹Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 65029, Одеса, Україна, тел. +38(048)7716969, e-mail: igor7617@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8650-1751

²Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 65029, Одеса, Україна, тел. +38 (048) 7236151, e-mail: anna.gostryk16@gmail.com

³Кафедра технології будівельного виробництва, Одеська державна академія будівництва та архітектури, вул. Дідріхсона, 65029, Одеса, Україна, тел. +38 (048) 7236151,

Анотація. Постановка проблеми. Вирішується важлива проблема вибору раціональних технологічних рішень влаштування звукоізоляції міжповерхових перекриттів у каркасно-монолітному житловому будівництві шляхом проведення багатокритерійного аналізу. Для цього використовувалися результати порівняльного аналізу організаційно-технологічних показників під час влаштування звукоізоляції перекриттів із використанням різних матеріалів і їх конструктивних особливостей. **Мета дослідження** - вибір і обґрунтування конструктивно-технологічних рішень звукоізоляції перекриттів у каркасно-монолітному житловому будівництві. Для досягнення мети визначено такі завдання: дослідити вплив конструктиву підлоги на звукоізолювальні властивості; провести багатокритерійний аналіз, на підставі якого вибрати раціональне технологічне рішення влаштування звукоізоляції міжповерхових перекриттів у каркасно-монолітному житловому будівництві. Для цього необхідно вибрати матеріали і конструктивно-технологічні схеми для їх влаштування, а також провести порівняльне оцінювання. **Висновок.** Багатокритерійний аналіз технологій влаштування звукоізоляції перекриттів дозволив визначити найбільш раціональний варіант згідно з єдиною

бальною шкалою. Результати досліджень на підставі методики багатокритерійного аналізу дозволили визначити раціональне та ефективне конструктивно-технологічне рішення багатопарової системи перекриття на основі матеріалу Isolon 500 - Тип 1.

Ключові слова: звукоізоляція перекриттів; повітряний шум; ударний шум; багатокритерійний аналіз; багатопарова система

MULTIPLE CRITERIA ANALYSIS WHEN CHOOSING THE TECHNOLOGY OF THE SOUND INSULATION DEVICE OF THE MONOLITHIC INTERFLOORING

BABIY I.N.¹, *Cand. Sci. (Tech.), Assoc. Prof.*

GOSTRIK A.N.², *Grad. student*

KAL'CHENYA E.Yu.³, *M. S.*

¹Department of the building construction technology, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38 (048) 7716969, e-mail: igor7617@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-8650-1751

²Department of the building construction technology, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38 (048) 7236151, e-mail: anna.hostryk16@gmail.com

³Department of the building construction technology, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Didrikhsona str., 65029, Odessa, Ukraine, tel. +38 (048) 7236151

Annotation. Formulation of the problem. This work is devoted to the solution of an important problem of choosing rational technological solutions for the sound insulation device of interflooring in frame-monolithic house building by conducting multiple criteria analysis. For this purpose, we used the results of a comparative analysis of organizational and technological indicators for the sound insulations of floors using various materials and their design features. **Goals and targets.** The purpose of this work is the selection and justification of structural and technological solutions for sound insulation of floors in frame-monolithic housing construction. For achieving this goal, the following tasks are defined: to investigate the influence of the floor constructive on the sound-insulation values; to conduct a multiple criteria analysis, on the basis of which to choose a rational technological solution for the sound insulation device of interflooring in frame-monolithic housing construction. For achieving this, it is necessary to choose materials and constructive-technological schemes for their device, as well as to conduct a comparative evaluation. **Conclusion.** Multiple criteria analysis of the sound insulation technology of floors allowed to determine the most rational option, according to a single rating scale. The results of the studies on the basis of the multiple criteria analysis methodology allowed us to determine the rational and effective structural and technological solution of the multilayer overlap system based on the Isolon 500 material of the first type.

Keywords: sound insulation of floors; air noise; impact noise; multiple criteria analysis; multilayer system

Постановка проблеми. Работа посвящена решению важной проблемы выбора рациональных технологических решений устройства звукоизоляции междуэтажных перекрытий в каркасно-монолитном домостроении путем проведения многокритериального анализа. Для этого использовались результаты сравнительного анализа организационно-технологических показателей при устройстве звукоизоляции перекрытий с использованием различных материалов и их конструктивных особенностей.

Анализ публикаций. В процессе возрастания требований к увеличению конкурентоспособности помещений жилого и делового назначения, расположенных как во вновь строящихся, так и в ранее построенных зданиях, все больше места занимает проблема междуэтажной звукоизоляции перекрытий. В особенности

это относится к новым жилым домам со свободной планировкой, офисным помещениям, расположенным на их первых этажах, а также к офисно-деловым центрам.

В лучшем случае, стяжку на этапе строительства делают только в местах общего пользования, оставляя площади жилых и офисных помещений для отделки, в том числе и изготовления стяжки, самим жильцам и арендаторам, вследствие чего на некоторых этажах звукоизоляция может вообще не выполняться или выполняться с нарушениями [1]. На этапе строительства опасность устройства неправильной изоляции ударного шума гораздо меньше.

Поэтому комплексное решение вопроса производства звукоизолирующей стяжки по всем площадям строительства в целом значительно упрощает создание комфорта в жилых и офисных помещениях, что в немалой степени может

способствовать увеличению конкурентоспособности помещений жилого и делового назначения [2; 3].

Однако далеко не всегда эти проекты эффективны, потому что не до конца исследованы все возможности по оптимизации как в организации проектов, так и при выборе технологических решений [4].

Шум, проникающий из соседних по вертикали помещений, бывает воздушным, ударным и структурным [5]. Конструкция пола, расположенного над перекрытием, мало влияет на общую величину звукоизоляции. Здесь, прежде всего, важна величина общей массивности 1 м^2 перекрытия с полом, и если она больше 350 кг/м^2 , требуемая звукоизоляция воздушного шума в целом обеспечивается. Для изоляции ударного шума также важна массивность перекрытия, но для обеспечения нормативов она должна быть в несколько раз больше, чем для нормативов по воздушному шуму, что ни технически, ни экономически крайне нерационально. Для изоляции ударного шума более эффективно использование специальных конструкций пола [5; 6].

Цели и задачи. Целью данной работы является выбор и обоснование конструктивно-технологических решений звукоизоляции перекрытий в каркасно-монолитном домостроении.

Для достижения цели определены следующие задачи:

- исследовать влияние конструктива пола на звукоизолирующие свойства;
- провести многокритериальный анализ, на основании которого выбрать рациональное технологическое решение устройства звукоизоляции междуэтажных перекрытий в каркасно-монолитном домостроении. Для этого необходимо выбрать материалы и конструктивно-технологические схемы при их устройстве, а также провести сравнительную оценку.

Изложение материала. Известно [7; 8], что в перекрытиях эффективность защиты от воздушных шумов во многом зависит от массы материала конструкции на

единицу ее площади, т. е. необходимый уровень изоляции от воздушных шумов достигается конструкцией самого монолитного железобетонного перекрытия. Напротив, решить проблему изоляции от ударных и структурных шумов самым монолитным перекрытием или способом его утолщения не представляется возможным. Это конструктивно-технологическое решение может спровоцировать значительные материалоемкость и материальные затраты, а также привести к значительным нагрузкам на фундаменты и основания. Поэтому для изоляции от ударного и структурного шума необходим поиск более эффективных конструктивно-технологических решений перекрытий и пола.

Исследования проводились в натуральных условиях в помещениях построенного здания между вторым и третьим этажом, в которых полы устроены без финишной отделки с несколькими различными конструктивно-технологическими решениями на основе следующих материалов:

- рулонный материал «Акуфлекс», основу которого составляют специально обработанные полиэфирные волокна, разработанные в соответствии актуальным требованиям по акустике помещений и служащие для поглощения ударного шума. Материал используется в качестве звукоизолирующей подложки в конструкциях плавающих полов, которая является слоем между стяжкой и финишным напольным покрытием (линолеум, ламинат, паркет). Кроме этого, Акуфлекс может служить упругим слоем под выравнивающей стяжкой для дополнительной изоляции от ударного шума;

- эластичный закрытоячеистый пенополиэтилен со сшитой молекулярной структурой Isolon 500, представленный в широком диапазоне толщин (0,8-50 мм) и плотностей (от 25 до 20 кг/м^3), обладающий уникальным сочетанием физических и химических свойств. Преимущества Isolon 500 перед традиционно используемыми

минераловатными плитами, пенополистиролом, экструдированным полистиролом, пенополиуретаном, мягкими древесно-волоконистыми плитами и другими, заключаются прежде всего в необходимой толщине материала, в экологической чистоте и сохранении стабильности всех основных эксплуатационных свойств (теплоизоляционных и акустических показателей, влагостойкости и гидрофобности, упругости и эластичности) на длительный период при различных условиях эксплуатации;

- шумоизоляционный слой на основе материала Gum-Gum Spray. Используют для звукоизоляции от ударных шумов. Перемешивание двух компонентов изоляционного материала, а именно гранул каучука SBR с контролируемым размером зерна и полимерного связующего, выполняется непосредственно на строительной площадке. Готовая смесь наносится на поверхность основания напылением толщиной до 5-7 мм. Особенностью такого напыления является то, что на поверхности создается сплошной звукоизоляционный контур.

Таким образом, были устроены следующие конструктивно-технологические схемы полов, а именно: Тип 1 (76 мм – ц/п стяжка М 150, пленка PE, 8 мм – подложка Isolon 500 (1 слой 4 мм), 180 мм – ж/б плита); Тип 2 (75 мм – ц/п стяжка М 150, пленка PE, 6-8 мм – Gum-Gum Spray, 180 мм – ж/б плита; Тип 3 (70 мм – ц/п стяжка М 150, 10 мм – подложка Акуфлекс, 180 мм – ж/б плита)

Согласно ДБН В.1.1-31:2013 «Захист територій, будинків і споруд від шуму» междуэтажное перекрытие должно иметь индекс изоляции воздушного шума $R_w \geq 52$ дБ, а индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием $L_{nw} \leq 55$ дБ.

Измерение звукоизоляции приведенного ударного шума состоит из следующих этапов: подготовка к испытаниям помещений; измерение уровней ударного и воздушного шума под

перекрытием при создании на нем ударных воздействий; обработка результатов измерений.

Создание воздушных шумов в помещениях с устроенными конструкциями полов производилось с помощью всенаправленного источника звука OED-SP360 со штативом TRP005R. В свою очередь, имитация ударного шума производилась с помощью ударной машины УМ-10. Измерение шумов выполняли с помощью шумомера Экофизика-110А.

Исследования проводились в несколько этапов. На первом этапе были определены показатели индекса приведенного ударного и воздушных шумов. Установлено, что конструктивно-технологические решения полов перекрытий на основе исследуемых материалов имеют практически одинаковые показатели. При этом необходимо отметить, наименьшим индексом звукоизоляции от ударных шумов характеризуется система пола на основе материала Isolon 500 (равна 46 дБ, рис. 1). Получив данные показатели, представляло интерес выбрать рациональную схему устройства междуэтажных перекрытий.

На следующем этапе выбраны критерии сравнения выбранных инноваций методов звукоизоляции междуэтажных перекрытий. Произведена качественная и количественная оценка технологических альтернатив (табл. 1).

Критерии выбора имеют многоуровневый подход, который предполагает решение многочисленных задач: технических, технологических, эксплуатационных, экономических и экологических.

Следующим этапом по методике многокритериального анализа является получение аналитической зависимости, отражающей степень влияния весомости критериев на рациональный выбор технологического решения [3].

Сравнение выбранных технологий устройства звукоизоляции перекрытий по приведенным критериям осуществляется с помощью диаграмм. Натуральные значения критериев (табл. 4.3.) переводятся в баллы

от 1 до 5, где худшим и лучшим значениям присвоены баллы 1 и 5 соответственно. Остальные баллы подсчитаны с помощью

интерполяции. Технологии, критерии и присвоенные им баллы представлены в таблице 2.

Таблица 1

Критерии сравнения выбранных инноваций в натуральных величинах

Технология	Критерий оценки	Подложка Isolon 500	Подложка Акуфлекс	Gum-Gum Spray
1	Трудоёмкость производства работ, чел.-см	148	159	246
2	Требуемая квалификация рабочих ср.разряд	3,2	3,5	4,5
3	Индекс приведенного ударного шума, дБ	46	52	58
4	Индекс изоляции воздушного шума, дБ	51	52	51
5	Горючесть материала	Самозатухающий	Самозатухающий	НГ (не горючий)
6	Сопротивление теплопередачи, Вт/(м*К)	0,036	0,036	5,20
7	Срок службы, лет*	90	80	50

* - по данным производителя

Таблица 2

Критерии сравнения выбранных инноваций в баллах (максимальный балл – 5)

Технология/ критерий	Трудоёмкость производства работ	Требуемая квалификация рабочих	Индекс приведенного ударного шума	Индекс изоляции воздушного шума	Горючесть	Сопротивление теплопередачи
Подложка Isolon 500	5	5	5	4,9	4	5
Подложка Акуфлекс	4,4	4,7	4,8	5	4	5
Gum-Gum Spray	3,8	3,5	3,8	4,9	5	4,2

Анализ данных таблицы 2 позволил установить, что устройство звукоизоляции с применением Gum-Gum Spray по выбранным критериям качества имеет наихудшие показатели. При этом следует отметить его значительную стоимость по сравнению с другими рассматриваемыми материалами.

Выводы 1. Многокритериальный анализ технологий устройства звукоизоляции перекрытий позволил определить наиболее рациональный вариант согласно единой балльной шкале.

2. Результаты исследований на основании методики многокритериального анализа позволили определить конструктивно-технологическое решение многослойной системы перекрытия на основе материала Isolon 500 – Тип 1.

3. Звукоизоляция перекрытий каркасно-монолитных домов позволила повысить индекс изоляции воздушного шума от 2,23 раза, а индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием в 1,8 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Салтыков И. П. Теоретические аспекты суммарного влияния воздушного и ударного шума на звукоизоляцию междуэтажных перекрытий жилых зданий / И. П. Салтыков // Вестник МГСУ. – 2012. – № 10. – С. 45–50.
2. Дідковський В. С. Оцінка ізоляції повітряного шуму огорожувальних конструкцій в розширеному діапазоні частот / В. С. Дідковський, В. П. Засць, Н. О. Самійленко // Електроніка і зв'язь. Тематический вып. «Електроніка і нанотехнології». – 2011. – № 1 (60). – С. 164–168.
3. Бабий И. Н. Использование новых энергосберегающих технологий в проектируемой бизнес-гостинице «Аэропорт» / И. Н. Бабий, О. Ю. Багмет, Р. А. Яковенко // Будівельне виробництво : міжвідом. наук.-техн. зб. (техн. науки) / Н.-д. ін-т буд. вир-ва. – Київ, 2017. – № 62/1. – С. 64–70.
4. Меньлюк А. И. Выбор эффективных организационно-технологических решений возведения жилых зданий / А. И. Меньлюк, И. С. Чернов // Будівельне виробництво : міжвідом. наук.-техн. зб. (техн. науки) / Н.-д. ін-т буд. вир-ва. – Київ, 2012. – № 53 – С. 93–97.
5. Целлер В. Техника борьбы с шумом / В. Целлер ; пер. с фр. И. Ю. Эрдели ; под ред. С. П. Алексеева. – Москва : Гос. изд-во лит. по стр-ву, архитектуре и строит. материалам, 1958. – 410 с.
6. Сенан А. М. К оценке звукоизоляции междуэтажных перекрытий / А. М. Сенан // Экологический вестник научных центров Черноморского экономического сотрудничества. – 2006. – Спецвыпуск. – С. 151–153.
7. Звукоизоляция и звукопоглощение : учеб. пос. для студ. вузов / Л. Г. Осипов, В. Н. Бобылев, Л. А. Борисов [и др.] ; под ред. Г. Л. Осипова, В. Н. Бобылева. – Москва : АСТ ; Астрель, 2004. – 450 с.
8. Иванова Н. В. Социальная эффективность акустической комфортности жилья / Н. В. Иванова // Вісник Харківського художньо-промислового інституту. – 1999. – Вип. 1. – Харків : ХХІІІ. – С. 324–326.

REFERENCES

1. Saltykov I.P. *Teoreticheskiye aspekty summarnogo vliyaniya vozdušnogo i udarnogo shuma na zvukoizolyatsiyu mezhduezhnykh perekrytiy zhilykh zdaniy* [Theoretical aspects of the total impact of airborne and impact noise on the noise insulation of residential interflooring buildings]. *Vestnik MGSU* [Bulletin of Moscow State University of Civil Engineering], 2012, no 10, pp. 45–50. (in Russian).
2. Didkovskiy V.S., Zaiets V.P. and Samiilenko N.O. *Otsinka izolyatsii povitriyanogo shumu ogorodzhivalnykh konstrukttsii v rozshirenomu diapazoni chastot* [Assessment of the airborne noise isolation of enclosing structures in the extended frequency range]. *Elektronika i svyaz'. Tematicheskyy vyp. «Elektronika i nanotekhnologii»* [Electronics and communication. The thematic iss. "Electronics and Nanotechnology"], 2011, no 1(60), pp. 164–168. (in Ukrainian).
3. Babiy I.N., Bagmet O.Yu. and Yakovenko R.A. *Ispol'zovaniye novykh energosberegayushchikh tekhnologiy v proyektiruyemoy biznes-gostinitse «Aeroport»* [The use of new energy-saving technologies in the projected business hotel "Airport"]. *Budivelnne vyrobnystvo : mizhvidom. nauk.-tekh. zb. (tekh. nauky)* [Construction industry: interdepartmental scientific and technical collection (technical sciences)], Kyiv, 2017, no 62/1, pp. 64–70. (in Russian).
4. Meneilyuk A.I., Chernov I.S. *Vybor effektivnykh organizatsionno-tekhnologicheskikh resheniy vozvedeniya zhilykh zdaniy* [The choice of effective organizational and technological solutions for the construction of residential buildings]. *Budivelnne vyrobnystvo : mizhvidom. nauk.-tekh. zb. (tekh. nauky)* [Construction industry: interdepartmental scientific and technical collection (technical sciences)], Kyiv, 2012, no 53, pp. 93–97. (in Russian).
5. Tseller V. *Tekhnika bor'by s shumom* [The technique of dealing with noise], ed. S.P. Alekseeva, transl. from French by I.Yu. Erdeli. Moscow : Gos. izd-vo lit. po str-vu, arkhitekture i stroit.materialam Publ., 1958, 410 p.
6. Senan A.M. *K otsenke zvukoizolyatsii mezhduezhnykh perekrytiy* [To the evaluation of sound insulation of interflooring]. *Ekologicheskyy vestnik nauchnykh tsentrov Chernomorskogo ekonomicheskogo sotrudnichestva* [Ecological Bulletin of Research Centers of the Black Sea Economic Cooperation]. Spetsvypusk, 2006, pp. 151–153. (in Russian).
7. Osipov L.G., Bobylev V.N., Borisov L.A. et al. *Zvukoizolyatsiya i zvukopogloshcheniye* [Sound insulation and sound absorption] ; ed. L.G. Osipova, V.N. Bobyleva. Moscow : AST ; Astrel' Publ., 2004, 450 p.
8. Ivanova N.V. *Sotsial'naya effektivnost' akusticheskoy komfortnosti zhil'ya* [Social effectiveness of housing acoustic comfort]. *Visnyk Kharkivskogo khudozhno-promyslovogo instytutu* [The Bulletin of the Kharkiv State Academy of Design and Arts]. Kharkiv : Kharkivskiyi khudozhno-promyslovyi instytut Publ., 1999, iss. 1, pp. 324–326. (in Russian).

Рецензент: Шпірко М. В., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 11.08.2018 р.

УДК 389.341:683.92:7.05](477)

DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.231018.85.315

ПІЧ – ОПАЛЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ НАРОДНОГО ЖИТЛА СЕРЕДНЬОГО ПОДНІПРОВ'Я (КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ТА СВИТОГЛЯДНИЙ АСПЕКТИ)

ЄВСЄЄВА Г. П.¹, *д-р наук держ. управ., проф.*,

ПЕТРЕНКО В. В., *студ.*

¹Кафедра українознавства, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua
ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

²Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, Дніпро, 49600, Україна, e-mail: petrenko_viktor@ua.fm, ORCID ID: 0000-0001-9217-2827

Анотація. У наш час уже неможливо уявити собі комфортного існування в приміщенні без опалювальних приладів. Первинні «опалювальні системи» з'явилися ще й у кам'яному віці. Прадавні люди розпалювали у своїх житлах багаття, які зігрівали їх у непогоду (а заодно й служили «плитою» для приготування їжі). З розвитком людського суспільства еволюціонували й опалювальні прилади та пристрої для забезпечення його комфортного існування. Так приблизно за пару століть до нашої ери з'явилися перші опалювальні печі з димарями для відводу продуктів горіння. Ці печі використовуються й донині, спрямовуючи удосконалення на збільшення їх ефективності.

Великий внесок в «опалювальну історію» людства внесли інженери прадавнього Риму. Система, яка мала назву «хюпокаустум (гріюча підлога)», була доволі складна але при цьому ефективна. Від печі, яка розпалювалася за межами будівлі спалювали паливо, а по мережі спеціальних каналів, що проходили в підлоговому просторі і в стінах нагріте повітря нагрівало ці огорожі, а потім віддавали тепло внутрішньому повітрю. У XV-XVIII століттях були поширені глиняні й цегельні печі, у багатих будинках, щоправда, можна було зустріти кахельні, що вважалося великою розкішшю.

На території України ці види печей повсюдно використовувалися в побуті. Сьогодні ще можна знайти українські оселі де активно використовуються печі, але здебільшого вони стали елементом декору. Піч, у старі часи, завжди була неодмінним атрибутом кожної української хати. Виявлення особливостей розвитку української печі як елемента інтер'єру, побуту та культури українського народу виявляє інтерес, як для етнографів так та істориків, так і для будівельників та інженерів, бо питання теплозбереження та опалення приміщення на теренах України сьогодні є вкрай актуальними, оскільки стосуються дуже вразливих тем для сьогоденного соціуму – газ, вугілля, комунальні тарифи тощо. В українській народній традиції народне житло належить до головних ділянок традиційної культури етносу, а система опалення та теплозбереження становить, своєю чергою, одну з його найважливіших типологічних особливостей. У системі народного житла такі специфічні особливості має українська піч. Піч, будучи серце української хати, мала свої особливості конструктивно-функціональних рішень. Перш чим дослідити піч як опалювальний пристрій, уточнимо поняття «опалення» — штучний обігрів приміщень протягом опалювального періоду з метою відшкодування в них теплових втрат і підтримки на заданому рівні температури, що відповідає умовам теплового комфорту та/або вимогам технологічного процесу. **Мета дослідження** полягає у висвітленні маловідомих аспектів, зокрема конструктивно-функціональних, опалюваних пристроїв українського народного житла, зокрема печі. **Висновки.** 1. Основними опалювальними пристроями на теренах Дніпропетровщини, зокрема у селах Петриківського району, були вариста піч, яка виконувала функції опалення та приготування їжі, груба та лежанка. 2. У сучасних оселях здебільшого збереглися лише лежанки та груби як опалювальні пристрої, а вариста піч замінена технологічно новими газовими печами. 3. Конструктивно-функціональні особливості варистої печі тісно пов'язані з особливостями господарства, але мали загальний характер, який породжувався необхідністю безпеки експлуатації печі. 4. Опалювальні пристрої, прилади для їх обслуговування і відведення диму посідали помітне місце у традиційних світоглядних та обрядово-звичаєвій культурі селянина. На сьогодні ці традиції помітно втрачаються. 5. Традиція прикрашання, розмальовування опалювальних пристроїв зберіглася до сьогодні, виконуючи лише естетичну функцію.

Ключові слова: українська хата; опалювальні пристрої; піч; конструктивно-функціональні особливості печі; розмальовування печі; сакральні традиції печі

ПЕЧЬ - ОТОПИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО НАРОДНОГО ЖИЛЬЯ СРЕДНЕГО ПОДНЕПРОВ'Я (КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ И МИРОВОЗЗРЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ)

ЄВСЄЄВА Г. П.¹, *д-р наук гос. упр., проф.*,

ПЕТРЕНКО В. В.², *студ.*

¹Кафедра українознавства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, тел. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

²Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, Днепро, 49600, Украина, e-mail: petrenko_viktor@ua.fm, ORCID ID: 0000-0001-9217-2827

Аннотация. В наше время уже невозможно представить себе комфортного существования в помещении без отопительных приборов. Первые «отопительные системы» появились еще в каменном веке. Древние люди разжигали в своих жилищах костры, которые согревали их в непогоду (а заодно и служили «плитой» для приготовления пищи). С развитием человеческого общества эволюционировали и отопительные приборы и устройства для обеспечения его комфортного существования. Так примерно за пару веков до нашей эры появились первые отопительные печи с трубами для отвода продуктов горения. Эти печи используются и по сей день, направляя усовершенствования на увеличение их эффективности.

Большой вклад в «отопительную историю» человечества внесли инженеры древнего Рима. Система, которая называлась «хиупокаустум (греющий пол)», была довольно сложная, но при этом эффективная. В печи, которая разгоралась за пределами здания сжигали топливо, а по сети специальных каналов, проходивших в напольном пространстве, а в стенах нагретый воздух нагревал эти ограждения, а затем отдавали тепло внутреннему пространству. В XV-XVIII веках были распространены глиняные и кирпичные печи, в богатых домах, правда, можно было встретить кафельные, что считалось большой роскошью. На территории Украины эти виды печей повсеместно использовались в быту. Сегодня еще можно найти украинские дома где активно используются печи, но в основном они стали элементом декора. Печь, в старые времена, всегда была непременным атрибутом каждой украинской хаты. Выявление особенностей развития украинской печи как элемента интерьера, быта и культуры украинского народа проявляет интерес, как для этнографов и историков, так и для строителей и инженеров, потому что вопрос тепло сбережения и отопления помещения на территории Украины сегодня является крайне актуальными, поскольку касаются очень уязвимых тем для сегодняшнего социума - газ, уголь, коммунальные тарифы. В украинской народной традиции народное жилье принадлежит к главным аспектам традиционной культуры этноса, а система отопления и теплосбережения составляет, в свою очередь, одну из его важнейших типологических особенностей. В системе народного жилья такие специфические особенности имеет украинский печь. Печь, будучи сердцем украинской хаты, имела свои особенности конструктивно-функциональных решений. Прежде чем исследовать печь как отопительное устройство, уточним понятие «отопление» - искусственный обогрев помещений в течение отопительного периода с целью возмещения в них тепловых потерь и поддержания на заданном уровне температуры, отвечающей условиям теплового комфорта и / или требованиям технологического процесса. **Цель исследования** заключается в освещении малоизвестных аспектов, в частности конструктивно-функциональных, отапливаемых устройств украинского народного жилья, в том числе печи. **Выводы.** 1. Основными отопительными устройствами на территории Днепропетровщины, в частности в селах Петриковского района, были «варистая печь», которая выполняла функции отопления и приготовления пищи, груба и лежанка. 2. В современных домах в основном сохранились лишь лежанки и печки как отопительные устройства, а «варистая печь» заменена технологически новыми газовыми печами. 3. Конструктивно-функциональные особенности «варистой печи» тесно связаны с особенностями хозяйства, но имели общий характер, который вызван необходимостью безопасности эксплуатации печи. 4. Отопительные устройства, приборы для их обслуживания и отвода дыма занимали заметное место в традиционных мировоззренческих и обрядовых обычаях крестьянина. На сегодня эти традиции заметно теряются. 5. Традиции украшения, раскрашивание отопительных приборов сохранилась до сих пор, выполняя только эстетическую функцию.

Ключевые слова: украинская хата; отопительные устройства; печь; конструктивно-функциональные особенности печи; раскрашивание печи; сакральные традиции печи

A STOVE AS A HEATING DEVICE OF FOLK ACCOMMODATION IN MIDDLE PODNIPROVIA (STRUCTURAL-FUNCTIONAL AND WORLD VIEW ASPECTS)

YEVSEIEVA G. P.¹, *Dr. Sc. (Public Management), Prof.*,

PETRENKO V. V.², *student*

¹Department of the Ukrainian Studies, State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 46-94-98, e-mail: evseeva@i.ua, ORCID ID: 0000-0001-9207-6333

²State Higher Educational Establishment «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernyshevskoho str., Dnipro, 49600, Ukraine, e-mail: petrenko_viktor@ua.fm, ORCID ID: 0000-0001-9217-2827

Annotation. Nowadays it is impossible to imagine a comfortable existence in the room without heating appliances. The primary "heating systems" appeared in the Stone Age. Ancient people made fire in their dwellings to warm themselves in bad weather (and at the same time fire was also served as "a stove" for cooking). With the development of human society, heating appliances have also evolved to ensure people's comfortable existence. Some centuries BC, the first heating stoves with chimneys for the removal of combustion products have appeared. These stoves are used till now guiding the improvements to increase their effectiveness.

A great contribution in "heating history" was made by engineers of an ancient Rome. The system, which was called "hiupokaustum (warming floor), was quite complicated but effective. From the stove that was outside the building fuel was burned and through the network of special channels passing through the floor space and in the walls hot air heated these

partitions, and then gave the heat to the interior air. In the XV-XVIII centuries clay and brick stoves were widespread; in rich houses, indeed, it was possible to see glazed tile stove that was considered as a great luxury for that period.

In Ukraine these types of stoves were widely used in everyday life. Today it is still possible to find the Ukrainian houses where stoves are actively used, but for the most part they have become an element of decoration. In ancient times, stoves had always been an indispensable attribute of every Ukrainian house. Identifying the features of the development of the Ukrainian stove as an element of interior design, everyday life and culture of the Ukrainians attracts interest, both for ethnographers and historians, as well as for builders and engineers, because today the issue of heat preservation and heating facilities in Ukraine is extremely relevant, because they relate to intensely vulnerable topics for today's society – gas, coal, utility tariffs, etc. In Ukrainian folk tradition, folk dwelling belongs to the main sections of the traditional ethnic culture and the system of heating and energy efficiency, in turn, is one of its most important typical features. The Ukrainian stove has such specific features in the system of national housing. The stove, being the heart of the Ukrainian house, had its own peculiarities of constructive and functional solutions. Before investigating the stove as a heating appliance, we clarify a concept of “heating” – artificial heating of apartments during the heating period in order to compensate heat losses and support at a given temperature that matches the criteria of thermal comfort and/or requirements of the technological process. **The purpose of the research** is to highlight unfamiliar aspects, including the constructively-functional heating appliances of Ukrainian folk housing, particularly stoves. **Conclusions.** 1. The main heating devices in Dnipropetrovshchyna region, particularly in the villages of Petrykivskoho district were a “varysta” stove, which carried out the functions of heating and cooking, stove and pallet. 2. In modern houses, for the most part, only stove-beds and stoves have preserved as heating appliances, while “varysta” stove has been replaced by technologically new gas stoves. 3. Structural and functional features of the “varysta” stove are closely connected with the peculiarities of the economy, but it has a general character, which is generated by the need for safety operation of the stove. 4. Heating appliances, devices for their servicing and removal of fume occupied a prominent place in countryman's traditional worldview and ceremonial-customary culture. Today these traditions are visibly losing. 5. The tradition of decorating and painting heating appliances has preserved till nowadays, performing only an aesthetic function.

Keywords: the Ukrainian house; heating appliances; a stove; structural and functional features of stove; a stove painting; sacral traditions of the stove

Постановка проблеми в загальному вигляді. У наш час уже неможливо уявити собі комфортного існування в приміщенні без опалювальних приладів. Первинні «опалювальні системи» з'явилися ще й у кам'яному віці. Прадавні люди розпалювали у своїх житлах багаття, які зігрівали їх у непогоду (а заодно й служили «плитою» для приготування їжі). З розвитком людського суспільства еволюціонували й опалювальні прилади та пристрої для забезпечення його комфортного існування. Так приблизно за пару століть до нашої ери з'явилися перші опалювальні печі з димарями для відводу продуктів горіння. Ці печі використовуються й донині, спрямовуючи удосконалення на збільшення їх ефективності.

Великий внесок в «опалювальну історію» людства внесли інженери прадавнього Риму. Система, яка мала назву «хюпокаустум (гріюча підлога)», була доволі складна але при цьому ефективна. Від печі, яка розпалювалася за межами будівлі спалювали паливо, а по мережі спеціальних каналів, що проходили в підлоговому просторі і в стінах нагріте повітря нагрівало ці огорожі, а потім віддавали тепло внутрішньому повітрю.

У XV-XVIII століттях були поширені глиняні й цегельні печі, у багатих будинках,

щоправда, можна було зустріти кахельні, що вважалося великою розкішшю.

На території України ці види печей повсюдно використовувалися в побуті. Сьогодні ще можна знайти українські оселі де активно використовуються печі, але здебільшого вони стали елементом декору. Піч, у старі часи, завжди була неодмінним атрибутом кожної української хати. Виявлення особливостей розвитку української печі як елемента інтер'єру, побуту та культури українського народу виявляє інтерес, як для етнографів так та істориків, так і для будівельників та інженерів, бо питання теплозбереження та опалення приміщення на теренах України сьогодні є вкрай актуальними, оскільки стосуються дуже вразливих тем для сьогодняшнього соціуму – газ, вугілля, комунальні тарифи тощо. В українській народній традиції народне житло належить до головних ділянок традиційної культури етносу, а система опалення та теплозбереження становить, своєю чергою, одну з його найважливіших типологічних особливостей. У системі народного житла такі специфічні особливості має українська піч. Піч, будучи серце української хати, мала свої особливості конструктивно-функціональних рішень. Перш чим дослідити піч як опалювальний пристрій, уточнимо поняття «опалення» – штучний обігрів приміщень протягом

опалювального періоду з метою відшкодування в них теплових втрат і підтримки на заданому рівні температури, що відповідає умовам теплового комфорту та/або вимогам технологічного процесу.

Аналіз публікацій. Масштабні етнографічні дослідження накопичили вже досить багато різноманітних розвідок, які стосуються українського народного житла і в яких чи побіжно, чи ретельніше досліджено важливий об'єкт матеріальної культури українця – піч. Заслужують на увагу майже всі розвідки, але нашу увагу привернули роботи Е. Берченко [4], Данилюка [6–7], Т. Косміної [15], В. Самойловича [21], Р. Сілецького [23] та інші, але у кожній згаданій роботі висвітлюються більшою мірою світоглядні аспекти опалювальних пристроїв народного житла. Що ж до конструктивно-функціональних аспектів уваги приділено недостатньо, окрім роботи Р. Сілецького [23], який ґрунтовно описав опалювальні пристрої народного житла середнього Полісся на прикладі сіл Житомирської області. Своє завдання ми вбачаємо у дослідження конструктивно-функціональних аспектів української печі на прикладі зразків, які трапляються на Дніпропетровщині.

Мета дослідження полягає у висвітленні маловідомих аспектів, зокрема конструктивно-функціональних, опалюваних пристроїв українського народного житла, зокрема печі.

Виклад основного матеріалу статті. На сьогоднішній день достовірної інформації хто і коли винайшов конструкцію печі немає. Інженерний підхід до конструювання печей прослідковуємо від кінця XIX початку XX ст., коли почали з'являтися перші обґрунтовані рішення з їх облаштування. З'являються перші каталоги з різновидами конструкцій печей, які могли виконувати роль як системи опалення, груби, плити для приготування їжі. У багатьох дослідженнях піч розглядають як особливий елемент інтер'єру хати.

А. Гошко в навчальному посібнику «Етнографія України» за редакцією С. Макарчука у розділі присвяченому інтер'єру хати зазначає, що «внутрішню

планування інтер'єру визначається такими показниками, як розташування печі» [12, с. 17]. В українських хатах майже повсюдно по всій території України піч розташовували або в правому, або в лівому кутку хати, але обов'язково челюстями до повздовжньої фасадної стіни хати. Найбільш старовинним типом печі на думку багатьох дослідників [3; 6; 12; 15; 21; 29] була – курна піч. Її розташовували між задньою і сінешньою стінами хати, поряд зі входом в житлове приміщення. Розміри такої печі становили 1,60–2,0 м довжиною та 1,8–2,20 м шириною, висота разом з припічком дорівнювала 1,0–1,20 м. Таку піч можна побачити на території музейного комплексу «Культурно-археологічний центр Пересопниця», що знаходиться в с. Пересопниця, Рівненського р-ну, Рівненської області.

Пізніше на зміну курній печі, яка не мала димоходу, з'являється так звана «вариста піч» з комином та димоходом. У середині XX ст. до такої печі добудовували грубу, яка відділяла спальне місце від кухні [12].

Піч використовували в українських хатах для двох основних призначень – приготування їжі та опалення (нагрівання) приміщення. Але треба сказати, що в літній час, коли опалення приміщення непотрібне, піч все-таки топили з метою приготування їжі. І лише десь з початком 20–30-х років XX століття, почали виносити печі на подвір'я для приготування їжі в літній період – кабиця (рис. 1).

За визначенням більшості дослідників-етнографів українська вариста піч за формою димозабірною пристрою (комина, шії, цівки), який розташовувався над припічком, представлена трьома типами: лівобережним, правобережним і лемківським [15]. Самі назви засвідчують ареали поширення кожного з типів. Лівобережна піч мала комин, стінки якого були поставлені на припічок врівень з ним, так що припічок має вигляд заглибленої площадки. Правобережна піч мала комин у формі зрізаної піраміди – у вигляді нависаючого над припічком або спертого на стовпчик комина (рис. 2). Піч лівобережного типу мала комин та припічок без виступів (рис. 3).



Рис. 1. Кабиця – піч для літнього приготування їжі. Фото зроблене в с. Рубанівське Синельниківського району території хати-музею Івана Манжури



Рис. 2. Приклад української печі з комином (правобережний тип)

Лемківська піч, крім орієнтації її отвору на причілкову стіну мала комин, подібно до правобережного типу – він нависав над припічком, але мав форму Г-подібної труби, коротка частина якої нависала над припічком, а подовжена з'єднувалася за стіною сіней, у якій був отвір для виводу диму в сіни.

А. Данилюк досліджуючи пам'ятки народної архітектури Західного Поділля подає чимало різнотипів української варистої печі, які трапляються у житлі подільчан. У більшості поданих прикладів печі вирізняються своєю масивністю, комин при печі нависає над широким припічком, має кубічну форму. Під припічком ніша – «під припічок», а ще нижче «підпіччя», яке використовували для дров [6]. Також Архип Данилюк описуючи давнє народне житло в Шацькому національному парку, зазначає що «в інтер'єрах шацьких хат виділяється велика піч, що завершується грубкою. Остання закриває частину традиційного полу («примостів») розташованого вздовж запічної стіни. Піч має багато різних маленьких ніш – «лічок», а при комині над плитою ніша – «коминок», де ставили каганець, а давніше палили скіпки для освітлення – посвіт» [7, с. 72–73].

На Слобожанщині у спорудженні народного житла та облаштуванні інтер'єру майже до середини ХХ століття використовувалися традиції, що склалися ще за часів Київської Русі, зокрема це стосується й інтер'єрної частини кожної хати – печі. Це стверджують майже всі дослідники, котрі вивчали народне житло цього регіону.

Так, Т. Добровольська, М. Сумцов та інші, описуючи інтер'єр слобожанської хати,

говорить про те, що внутрішнє облаштування хати було підпорядковане певним традиціям, що практично ніколи не порушували і було характерне для всієї Східної України [10, с. 74; 26, с. 6].

Опис хатньої печі у Дніпропетровській обл. (Катеринославській губернії) періоду кінця ХІХ початку ХХ ст. зберігся у етнографічному звіті народного побуту Катеринославського краю [1].

У передмові до звіту відомий харківський вчений-краєзнавець пояснює, що етнографічну екскурсію по Катеринославській губернії він здійснював зі своєю дружиною Е. Р. Нікітіною-Бабенко влітку 1904 і 1905 рр. на запрошення та кошти Губернського земства з пропозиції Катеринославського «Предварительного совета по устройству XIII Археологического съезда» [1, с. 19].

Мета цієї екскурсії полягала в тому, щоб зібрати матеріали для етнографічної виставки. Різноманітні відомості про життя та побут народів, які проживають на теренах Катеринославщини. Поруч з зібраними матеріальними об'єктами, описаними у звіті та виставлених на етнографічній виставці під час ХІІІ Археологічного з'їзду, у звіті краєзнавця знаходимо опис та замальовку печі характерної для Катеринославщини: «Устройство очага или печи бывает весьма различною. У малоросов «пич» делается по-старинному – просто из глины, смешанной иногда с мелкими камнями и по-новому из кирпичей. Печь такая состоит из собственно «печи, нижняя часть ее называется «чирин», свод «челюсти» и «припечка» с «комынем» для отвода дыма в «дымарь». Сбоку печки к

стене устраивается «запичек» для склада кухонних принадлежностей. Из «комына» ведет отверстие в «дымарь» или «бовдур» (дымовая труба)» [1, с. 29]. У звіті В. Бабенка

описана технологія облаштування димаря – вони плетуться з лози і з обох боків (внутрішньої та зовнішньої обмащуються глиною).



Рис. 3. Тип лівобережної печі. Світлина зроблена у с. Гречене Петриківського р-ну Дніпропетровської обл.

У місцевостях багатих на камінь (у селах нижче по Дніпру від Катеринослава) димарі викладаються з каменю. На даху хати облаштовують «верх димаря», який роблять із дошок, оздоблюючи його різними карнизами. У сінях під бовдуром влаштовують невеликі пічки – «кабиці» для готування їжі у літній час [1, с. 29].

Разом з тим В. Бабенко зауважує, що у досконалих (більш багатих) забудовах варисті печі облаштовували з плитами для приготування їжі, а в кого хата мала «чисту кімнату» там облаштовували «грубку». Що стосується способу видобутку вогню, то всі користуються сірниками. Старий спосіб – кремій та кресало – використовують лише старі козаки для люльки [1, с. 29].

А. Байтурін досліджуючи житло в обрядах і уявленнях східних слов'ян, доводить, що піч є просторово орієнтувальною складовою інтер'єру хати. Бо яке б планування хати не було, своєрідною віссю орієнтації житла є діагональ «покуття – піч», де покут вказує на схід (На Божу

сторону, на Світло), а піч – на захід (на сторону тьми). Для українців ця діагональ мала високий рівень ціннісних характеристик, адже ця типографія хати була ясною і зрозумілою для кожного і піч – «жіночий простір», а на покуті – почесний простір для святого (образів, рушників тощо) [3, с. 72].

Прийняття цієї діагоналі за спільну лінію відліку у інтер'єрі українських хат дає можливість розглядати різноманіття внутрішнього планування, зокрема розташування печі, яке зводиться лише до різноманіття розташування вхідних дверей у кімнату, повороті челюстей печі, форми комина, наявності штандартів, запічка тощо, що власне є другорядним у формуванні внутрішнього інтер'єру.

Діагональ «піч–покут» у ціннісній топографії хати є абсолютно зрозумілим для нас знаком, оскільки прадавні культури котрі поширювалися на теренах України будували свої житла без вікон, розміщуючи вхідні пройми на південь, використовуючи вхідник як джерело світла та тепла, а піч

розташовували у протилежному боці – подалі від дверей, тобто на північній стороні кімнати, щоб тепло не виходило з приміщення, піч не так швидко вихолоджувалася. Цю версію підтверджують деякі вчені [1; 3; 6; 13–15; 20–21].

Поява вікон у житлі прадавніх українців породжує видозміни у внутрішньому плануванні – піч «пересувається» ближче до входу. Натомість залишається у північній стороні хати протиставляється світлій стороні, тобто південній стіні на якій тепер були вікна.

«Диагональ печи – красный угол («оконный», наиболее освещенный) – лишь естественное завершение эволюции противопоставления печь – источник света» – стверджує А. Байбурин [3, с. 86].

Такий поділ внутрішнього інтер'єру став більш життєвим і прижився назавжди в українській хаті, бо з'явилася можливість виділити «чисту» половину кімнати. Але не тільки, як виявилось з часом за умов такого планування в кімнаті краще зберігалось тепло. Таким чином, з'являється можливість говорити про архетип внутрішнього планування хати.

Досліджуючи інтер'єр хати багато хто з дослідників вважають, що хронологічно першим центром житлової кімнати є піч. І не лише тому, що це джерело тепла, а й тому, що в печі готували їжу (і взимку і влітку). Приготування їжі, окрім випічки хліба для українців також є важливим оскільки забезпечувало життєздатність та працездатність. Ці традиції збереглися у фольклорних здобутках (піснях, прислів'ях, загадках тощо).

Піч була місцем для сну – на печі спали діти та люди старшого віку (бабусі, дідуся), а також біля печі мились, бо в печі гріли воду, запарювали траву для миття, піч використовували для лікування різних хвороб, також піч використовували для різної календарної обрядовості тощо. Отже, піч була потрібною майже цілодобово та цілорічно. Саме з цієї причини український народ має особливе сакральне ставлення до печі та щодо її забудови.

Піч пройшла довгий шлях розвитку: з глиняної перетворилася на цегляну, з курної на димохідну. «Біла» піч була значно менших

розмірів і постійно білилася. Піч як правило забудовувалася господарем хати, але у випадку, коли господар не умів набивати піч, тоді запрошував майстра. До майстрів які будували печі господар ставився з великою повагою (ця традиція зберіглася аж до сьогодні). Господарі намагалися задобрити майстра, щоб піч не диміла, добре випікала хліб, була «наваристою», тримала тепло і мало «брала» дров. Щоб піч добре випікала хліб на черінь набивали битого скла та суху глину, інколи в стіни печі закладали гроші. Коли майстер був незадоволений господарями міг закласти на черінь линовище гадюки (шкуру облізлу з гадюки при линянні), тоді піч не випікала хліба, не давала шкоринки.

Серед складових елементів печі вирізняють такі обов'язкові складові: *челюсті, припічок, комин, запічок, штандари, кагла, в'юшка, димар, лежанка, груба*. Пояснимо деякі з них: **челюсті** – вихід кухонної печі, отвір дугастої форми між припічком і внутрішньою частиною печі. *В печі палав огонь і червоним язиком лизав челюсті* (Михайло Коцюбинський, I, 1955, с. 13); **припічок** – горизонтальна площина перед челюстями печі під комином, продовженням якої є черінь печі. *Зубиха увесь огонь вигромадила на припічок* (*Квітка-Основ'яненко, II, 1956, 203*); *Федоська запалила і поставила на припічку, під комином, тріскуну скалку* (*Микола Олійник, Леся. 1960, 84*). Звернімо увагу, що **комин** – передня (нижня) частина димоходу варистої печі, а також канал з вогнетривкого матеріалу для виходу диму з печі, груби в повітря та сам димохід; горішня частина димоходу над дахом якої-небудь будівлі, тобто димар. Так трактують поняття «комин» не лише фахівці-будівельники та мовознавці [СУМ, т. 4, с. 245], а й народна культура. Серед творів художньої літератури безліч знахідок: *От побачите, мамо, як я комин розмалюю* (*Карпенко-Карий, I, 1960, 291*); *Федоська запалила і поставила на припічку, під комином, тріскучу скалку* (*Микола Олійник, Леся, 1960, 84*); *Каганець чадів. У комині гудів осінній вітер* (*Олесь Донченко, II, 1956, 105*); *Два височезні комини стриміли до неба* (*Іван Франко, V, 1951, 383*); *Господарі вертаються з роботи.., а нишком поглядають на димок, що в'ється понад комином низеньким* (*Леся*

Українка, I, 1951, 234); *У селі дим вставав над коминами* (Леонід Первомайський, Материн. хліб, 1960, 7).

Частина комина, яка знаходиться в сінях, через яку підпалюють віхоть соломи для покращення тяги, називали «**бовдур**» [СУМ, т. 1, с. 206]. *Темним стовбом дим пішов з його бовдура* (Словник Грінченка).

Запічок – місце на печі, відгороджене комином, або за піччю або різної величини заглибина в бічній, задній або передній стіні печі, де зберігають предмети домашнього вжитку, продукти [СУМ, т. 3., с. 261]. *На припічку та горщик біжить, У запічку свекруха бурчить* (Українські народні ліричні пісні, 1958, 99); *Нездужає Катерина, Ледве, ледве дише... Вичуняла, та в запічку Дитину колише* (Тарас Шевченко, I, 1951, 30); *Кому не вистачало місця за столом, ті сиділи на лавах, на скрині, на полу і навіть на запічку. А діти сиділи на печі і дивилися звідти на бенкет* (Олександр Довженко, I, 1958, 154); 2. *Там у запічку хліб. Та візьми цибулин зо дві та солі* (Марко Кропивницький, IV, 1959, 331); [Данило:] *Приперся за сірниками, бо в стайні ліхтар потух. (Узяв у запічку сірники)* (Іван Микитенко, I, 1957, 301).

Штандари – ніша під піччю [СУМ, т. 11, с.553], у цій ніші, як правило, складали дрова та знаряддя порання коло печі – рогачі, коцюбу, лопату, *Безтурботно сюрчав під штандарами цвіркун* (Арсен Іщук, Вербівчани, 1961, 47); «*Ні, мамо! — думає, плачучи, Настя. — Нічим ви не втримаєте мене вдома. Ні сваркою, ні кужелем*». *Не допомогло те, що сховала в скриню хустку, що чоботи були закинуті далеко під штандари* (Валентин Речмедін, Весняні грози, 1961, 80).

Кагла – отвір у димоході (до стелі), який затуляють для збереження тепла тощо [СУМ, т. 4, с. 68]. *Позакурювали, хто куриє, і присіли до грубки, відіткнувши каглу, аби, знаєте, диму на хаті не було* (Анатолій Свидницький, Люборацькі, 1955, 160); *Вона поштурхає коцюбою в печі та й затикає каглу заткалом* (Нечуй-Левицький, III, 1956, 334); *Сніговий вихор тоскно завивав на льоду, наче осінній вітер у каглі* (Василь Кучер, Трудна любов, 1960, 356).

В'юшка – засувка, якою перекривають димохід, щоб піч не вихолоджувалася. — *Повірите — пустою дихав хата, аж*

заходить не хочеться. Вже й напалиш, і в'юшки вчасно закриєш, а воно вітер гуляє (Юрій Збанацький, Сеспель, 1961, 397); *Розпатлані завірюхи голосили над лісовою хатиною, завивали в комині, торгали в'юшки* (Олесь Донченко, IV, 1957, 86)

Димар – труба для відведення диму з печі житлового приміщення. *Зверху на покрівлях не видно ні одного вивода чи димаря* (Нечуй-Левицький, II, 1956, 400);

Лежанка – низька піч у вигляді тапчана для лежання. *Хата вже старенька і холодна. Хоч як натопи лежанку звечора, а однаково до ранку вихолоне* (Василь Кучер, Трудна любов, 1960, 363);

Груба – піч, що служить для опалювання приміщення. *Стара пані цілу зиму топила в грубах полотном, що лишилось ще од панцини...* (Михайло Коцюбинський, II, 1955, 18); *Тут .. краще годували, а взимку можна було іноді погрітися біля гаряче напаленої груби* (Зінаїда Тулуб, Людолови, I, 1957, 89).

На думку Т. Косміної, піч в українській хаті мала високий ступінь сакралізації. Народна уява виділяла піч як головну складову хати. У народній традиції українців вона слугувала своєрідним язичницьким центром, що мав подвійне значення – позитивне й негативне. З одного боку, піч як місце домашнього вогнища-жертівника і місце приготування їжі – ідея всього житлового простору, наповненого благополуччям і добробутом. З другого боку, наявність відкритого доступу до зовнішнього тривожного світу через димар створювала небезпеку проникнення в житло негативних міфологічних істот і надприродних сил (чорти, вовкулаки, відьми, душі, мерців, хвороби, блискавки тощо). Це зумовлювало підвищену увагу жінки-декоратора до оздоблення її площин та отворів обереговими знаками. Для печі в українській хаті завжди відводили канізоване місце – внутрішній кут (язичницький центр) [15, с.53]

Як зазначають більшість науковців, котрі досліджують українське народне житло, з типом опалювального приладу пов'язана обрядовість хати: «Домашнє вогнище сприймалося як центр ізоморфного космосу житла, біля котрого відбувалися обряди» [17]; «піч була символом материнського першопочатку, непорушності родини,

неперервності життя, рідної хати, батьківщини [13, с. 456]; «піч мала не тільки суто утилітарну функцію приготування їжі й надання тепла, але мала й духовну функцію, згуртовуючи родину. Звідси метафора: родинне вогнище» [6, с. 112].

Про сакральність та багатофункціональність печі говорить і дослідниця В. Даренська, котра зауважує, що «піч входила в число найважливіших елементів, котрі створювали будь-який житловий інтер'єр та визначали статус самої будови (в українській культурі цей спектр варіюється від карпатської колиби до хати), саме піч була головним формуючим елементом житла. Піч була символом міцних родинних стосунків, а також таких етичних категорій як любов, тепло та щирість» [8, с. 22–26.].

Від цієї сакральності та незвичайної обрядовості залежала і особлива технологія забудови печі. Старожили згадують: «Після валькування хати заходжуються бити піч. То тепер так повелося, що з цегли чоловіки мурують печі та груби. Хоча ця робота не завжди вдала, піч чи груба добре топиться, гарно варить чи пече, бо мурування печі чисто бабська робота та й вікова і дешева піч – бита. Коло неї заходжуються самі старі баби, оstarкувати молодиці. Забиття печі – це важке діло, але й святе. Одна від одної баби знають, якої саме глини треба роздубувати, як ту глину вимісують, скіко в неї черепа, каміння, залізчча потовченого треба всипати. Це все їх наука, одна од одної переймана. Муляруванню навчають ся теж одна од одної. Мулярами бувають і чоловіки – але це зрідка. Щоб же ця робота не нудна була і не така вже важка, з неї баби зробили ціле весілля. Однаково, що на коровгаї, танцюють, в стелю кочергою стукають, співають жартовливих пісень. А як треба ще дужче заміс збить у купу, а вже ось-ось вже сил не хопить, то поберуть ся за руки і чи танка, чи метелиці – не розбереш і якої – так вибігають на місці по глині, тупцяючи ногами і нарешті' нагнувшись до заміса руками та ліктями його мнучи ще. Не багато тут їх – душ п'ять – коли все знаючі дуже баби та дужі, і через те репету того та вигадок тих стіко, що й головою не зведеш. Оце почнуть дітей із себе вдавати і в молодих грать. А це кривить одна одну або кого з відомих у сім

знайомого. Вироблюють диковини багато, але ж на диковину і піч зіб'ють: скіко де хат не є розвалених, а печі в їх стоять нерухомі. Дош, лиха година їх не бере, а щоб звезти ту піч з того місця, то не інакше, як усю цілком зваливши на тачку добру. Так бува, що хата третя уже на однім місці вистроювалася, а піч одна все служила і ще на вітрі довго гуляла, поки діти не побили, як громаків хотіли з неї наробити. Печі б'ють теж не без заміток: а) до схід сонця бить починають, щоб хліб був як сонце; б) кінчають і сама старша хрестить у челюстях і каже: «Господи благослови і Духу святий», це щоб страва всяка була смачна, і інші якісь є, мабуть. Як коли стане димити піч, то, було, призивають попа, щоб помолився (є і чин у доповненому требникові: „о еже не димить ся пещі”), а тепер чогось його не звать, а щось самі там полагождать і таки, мабуть, і приказують щось, бо як без цього бути, коли в хаті за димом жити не можна і хати не натопиш. Комини теж б'ють і вимальовують як коли манією або якою іншою фарбою. Печі ці круглі і комини теж закруглені» [5].

Серед багатьох досліджень, які стосуються українського народного житла і мають відомості про піч, опис технології забудови варистої печі знаходимо в розвідці В. Щербаківського «Орнаментация хати», яка була написана автором ще у далекому 1941 році, але вперше була опублікована 1980 року.

Розбираючи типологію української хати, автор вказує на важливу складову кожної хати українця – вариста піч, яка завжди займала «куточок між дверима і північною стіною». Що ж до технології, то автором описана така послідовність робіт: «Для печі роблять підмости, на них плятформу, на яку насипають грубий шар землі; землю цю змочують водою й утрамбовують (вертикальними колодками або довбеньками). Потім на утрамбовану землю посередині її кладуть, або відповідної величини мішок наповнений землею, або відповідний куль чи в'язку соломи і поверх нього насипають глину, або обкладають глиняними вальками вже без соломи, і знову трамбують глину, поки не нададуть їй бажаної форми печі. Тоді розв'язують мішок і вигортають з нього половину, після чого легко виймається мішок.

Ще перед вийманням полови або соломи дають трохи висохнути печі, щоб вона ліпше держалася. Потім її всередині вистругують рівненько з усіх боків, вирівнюючи спід, надають бажану форму челюстям і на припічку приробляють комин, або з цегли, або плетений з лози і грубо обкладений глиною. Він має шию і вивід (рис. 4). На те, щоб піч ліпше прогрівала, для цього до глини додають черепки битої посуду, як у черинь

(спід печі), так і в її стінки. Пізніше почали робити печі з цегли, але форми завжди більш-менш однакової.

Від комина до сінної стінки, в якій була вироблена відповідна дірка, йшов горизонтально лежак, себто горизонтальна труба, яка в стінці закінчувалася каглою, себто круглою діркою, з якої дим виходив на сіни під бовдур і комин» [29].



Рис.4. Зразок варистою печі з комином (лівоберезний тип). Ілюстрація з книги В. Щербаківського [29]

Наукові джерела та наші особисті польові матеріали дають змогу стверджувати, що на Дніпропетровщині у інтер'єрі хати селянина розташовували традиційно. Якщо вхід із сінєй був праворуч, то піч розташовували ліворуч від дверей і навпаки. За розмірами вона була чималою, адже на ній могла спати майже вся родина, залежно від кількості членів сім'ї. Зазвичай піч мала комин, з якого горизонтальною трубою дим виходив у сіни через отвір («каглу»). У сінєях стояв димар («бовдур»), інколи відкритий знизу. Він був таких розмірів, щоби в нього могла влізти господиня. Димар найчастіше виплітали з лози, глини та соломи. Рідше він був дощаний.

Основу печі найчастіше робили з глиносоломи, у поліському та карпатському житлі поширені були опічки з дерева. На Півдні та Закарпатті з природного каменю, пізніше з цегли [12, с. 88]. А на Дніпропетровщині основа печі була глиносолом'яна або цегляна. Першим кроком у забудові печі було забивання фундаменту, його набивали з глини. Глина добре тримала тепло. Найзручніше влаштовувати фундамент під піч на стадії закладання основного фундаменту під будинок або відразу після заливки основного фундаменту. Фундаменти під піч і під будинок не повинні бути

перев'язані між собою. Зумовлено це тим, що з часом буде відбуватися просідання фундаменту, і для кожного фундаменту воно буде різною в залежності від навантаження на нього і різниці температур.

Черинь печі вимощували битою глиною (насіпаючи до глини бите скло або глиняні черепки) вишпаровуючи її спеціальними розчинами – глина, сіль, пісок. Черинь – це не тільки нижня площина, дно печі, де горять дрова — місце для випікання хліба і варіння страв. Також черинню називали й площину над склепінням печі (між комином і стіною), на якій сплять, сушать зерно і т. ін. [СУМ, т. 11, с. 380]. Перечитуючи українську художню літературу, віднаходимо: *Ти краще позашпаровуй та черинь добре вирівняй, бо горишки перевертаються, а малювати не треба, то примха* (Карпенко-Карий, I, 1960, 291); — *Я чоботи з себе та мерцій на черинь. Як зайшли ж мені зашпори — і матінечко й ріднесенька! — думала і нігті поодскакують* (Архип Тесленко, 3 книги життя, 1949, 27); *Батько поліз на піч парити попереки, припав до черені й.. болісно застогнав* (Степан Чорнобривець, Потік., 1956, 76).

Потім піч всередині вистругують рівненько з усіх боків, вирівнюючи спід, надають бажану форму челюстям і на припічку приробляють комин, або з цегли, або плетений з

лози і грубо обкладений глиною. Він має шию і вивід. На те, щоб піч ліпше прогрівала, для цього до глини додають черепки битої посуду, як у черинь (спід печі), так і в її стінки. Пізніше почали робити печі з цегли, але форми завжди більш-менш однакової. Такий спосіб забудови печі характерний майже для всіх регіонів України.

Так, журнал «Народна архітектура Опілля» описує подібний спосіб, лише уточнює «спочатку щільно вбивалася, втрамбовувалася своєрідна платформа для печі «під» – близько 1 м заввишки і 1,5 м завширшки». Тут же уточняється, що цеглу для забудови печі почали використовувати лише на початку ХХ ст. [16].

«Вже в XVII і XVIII віках у багатших козаків печі і груби обкладали кахлями на зразок голландських. Ці кахлі були розмальовані узорами різнобарвної поливи і часто були оздоблювані випуклими візерунками. Від комина до сінної стіни, в якій була вироблена відповідна дірка, йшов горизонтально лежак, себто горизонтальна труба, яка і стінці закінчувалася каглою, себто круглою діркою. З якої дим виходив на сіни під бовдур і комин» [29].

Піч, будучи серце української хати, мала свої особливості конструктивно-функціональних рішень. Так як від сердечного ритму залежить життя людини, так від правильного функціонування печі залежало життя людини в хаті. Адже піч могла бути курною (допоки розтопиш то напустиш диму в хату; «наїсися» диму), сирою (відсирювати, притягувати сирість), чадіти (виділяти чад, диміти, коптіти), текти (сажа в комині може мокріти і стікати по його стінках, проступаючи зовні стінки, утворюючи жовті плями на стінках), холодною (не натоплювати хати, давати мало тепла), ненаситною («брати» багато дров для здійснення свої функціонального призначення – варення їжі, випікання хліба тощо). Щоб уникнути всіх функціональних недоліків майстри, які будували піч передавали свої знання один від одного.

У науковій літературі окрім розвідок Р. Сілецького [23] та бесіди інженера М. Крижишталовича [28], описи технічно-конструктивних рішень печі відсутні.

Для уникнення перерахованих вище недоліків печі ми зробимо спробу описати важливі конструктивно-функціональні рішення печі, які були записані нами зі слів старожилів. У першу чергу, розмір печі залежав від величини сім'ї господаря хати, чим більша сім'я, тим більша піч. Разом з тим піч не повинна перевищувати $\frac{1}{4}$ розміру кімнати в якій вона побудована.

Піч може курити (диміти), наповнюючи хату димом та чадом чи тимчасово, чи постійно, коли порушені технологічні пропорції у забудові комина, а саме: коли комин по всій свої висоті на будь-якій ділянці у своєму об'ємі може бути меншим за 20 пальців, що = 4 долоням. Що у сучасній системі мір означає, що комин не повинен бути меншим 37 см (1 палець \pm 1,85 см). Але комин і не повинен бути більшим чим 40 пальців = 8 долонь, тобто десь \pm 75 см.

Піч чадітиме, якщо закладаючи піч, буде порушена пропорція її висоти, тобто від долівки хати до черині – робочої поверхні печі. Цей показник залежав від росту господині, бо саме вона поралась біля печі і зручність для неї була основним показником. Про такий антропометричний спосіб визначення висоти печі зазначають дослідники, зокрема Р. Сілецький, який зазначає що показники були досить конкретні – «по пупа», «пічкарь міряв по грудь», «по пояс». [23] за технічними вимірами піч повинна була бути не нижчою 80 см, але й не вищою одного метра. Саме така висота забезпечує нечадне та оптимальне функціонування печі.

Піч може «брати» дуже багато дров, неправильно варити їжу та не пекти хліб, погано віддавати тепло та дуже швидко вихолодитися. Це залежало від висоти челюстей. Чим вищі челюсті, тим піч швидше вихолоджувалася, гірше зберігала тепло, а відтак гірше пекла та варила. Вимошуючи черинь печі необхідно зробити нахил від задньої стінки до челюстей від 2 до 5 см. Маючи такий нахил вогонь в печі спочатку буде вдарятися в задню стінку, нагріваючи її, а потім буде повертатись до передньої, прогриваючи рівномірно кожну стінку печі. Склепіння печі роблять завжди напівколом, так краще піч віддає тепло їжі. Склепіння роблять невисоким, більш пологим. Так піч

краще і рівномірніше прогривається, а відтак і випікає.

Якщо піч задньої стіною прилягала до двірної стіни, тоді між стіною хати та стіною печі набивали глину або соломку, замазуючи її зверху, видовжуючи спальне місце та зберігаючи більше тепла від печі. Для кращого кондиціонування повітря та збереження тепла в хаті у комині печі влаштовували каглу (в'юшка). Спочатку вона була дерев'яна, а з кінця XIX ст. металева. Як правило каглу ставили у запічку. Дверцята кагли нагрівалися і підтримували високу температуру в запічку.

На якість опалення в хаті впливала висота димаря. Він не повинен високо височіти над покрівлею хати, але й не бути надто низьким. Висота димаря повинна сягати від 60 до 70 см. Тоді хата не буде куріти. Після закінчення

мурування печі (викладанні печі), піч мастили. Важливим елементом мастіння печі є час мастіння. Господині не мастять піч (грубу, лежанку) на місяць-молодик, бо тектиме, тобто крізь стінки проступатиме жовтими плямами і іноді потьоками сажа. Тому господині не зачіпали піч на молодика.

На рисунку 5 подана одна з конструкцій печі з цегли, які можна зустріти в українських оселях. Процес приготування розчину для кладки печі має свої особливості. У підготовлену чисту ємність засипається глина, великі шматки розбиваються на більш дрібні, величиною не більше кулака. Заливається все водою так, щоб вода покривала глину, але не була значно вище її рівня. Потім перемішують її, при необхідності додаючи воду, щоб в результаті вийшла суміш, схожа на молоко.

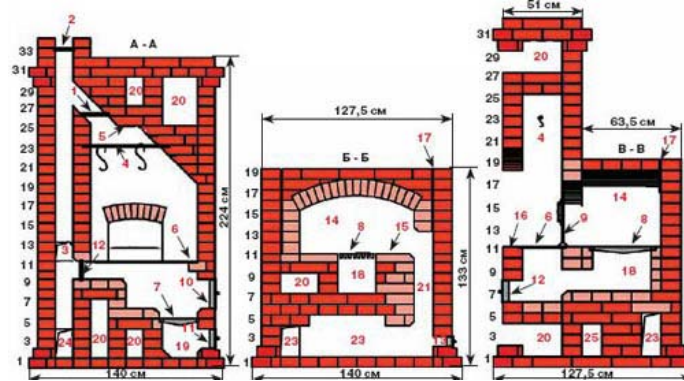


Рис. 5. Приклад конструкції української печі кінця 19 початку 20 століття

Далі суміш проціджують через сито невеликого перерізу, щоб відсіяти небажані частки, які можуть бути присутніми в глині. Потім додають пісок та трохи кам'яної солі пропорції один до двох, і перемішують все до консистенції сметани. У довіднику сільського будівельника у розділі «Димоходи і вентиляційні канали» подається таблиця основних матеріалів та їх пропорцій, що використовуються для печі та димоходів [11, с. 203].

Сам процес кладки печі вимагає певної майстерності. Виробляти кладку печі можна за допомогою шпателя, кельми. Але краще працювати голими руками, як робили майстри пічних справ за старих часів, а кельму використовувати лише за необхідності. Розчин береться рукою, викладається у вигляді гірки на поверхню, потім розстеляється по ній тонким шаром. Чим тонші будуть шви кладки, тим міцнішою вийде піч в цілому. Про міцність таких печей

свідчать численні зруйновані хати по всій Україні, де посеред зруйнованих стін хати стоять рештки печі, височіючи комином.

Окрім печі в селянських хатах і досі можна побачити такі опалювальні пристрої як лежанка та груба. Біля печі ставили грубку, яка могла слугувати припічком. Саме їх з початку XX ст. почали прибудовувати до печі і використовувати саме як опалювальні, тобто для нагрівання приміщень [1]. До їх конструктивних особливостей повернемося у наступних розвідках.

Коли піч була готова вона ставала частиною родинного кола українських сімей і коли в печі спалахував вогонь лише тоді будівля вважалася житлом. Лідія Орел у публікації «Своя хата – рідна мати», описує обряд освячення нової хати: «до того як перейти в нову хату, топили в печі дрова, принесені зі старої. Якщо полум'я ясне, у новій хаті житиметься добро, а як горить тьмяно – будуть сварки». [18, с. 16].

З піччю пов'язані побутові, культурні і релігійні традиції українців. Біля печі збиралися порадитися, послухати розповіді, провести обрядові дії при вступі в шлюб і не тільки. Піч колупала дівчина під час сватання – зверталася за опікою до душ померлих предків, тому що вони нібито живуть саме там – під піччю. Її сприймали майже як живу.

Отже, піч зі своїми конструктивно-функціональними особливостями відіграла дуже важливу роль у житті українця, надаючи їй сакрального значення. Про зв'язок печі з народною космологією засвідчує традиція розписування печі – задобрювання найважливішого елемента інтер'єру. Саме з цієї причини господині хати завжди тримали піч в чистоті. Її щосуботи підбілювали, підмальовували, не тримали сміття під нею, завішували яскравими занавісками тощо. Велике значення мало оздоблення печі. У кожному регіоні оздоблення мало свої особливості. Так жителі Придніпровського регіону застосовували ліпний орнамент [фото] або настінний розпис [фото].

На думку А. Г. Гошка, з початку XVIII ст. у помешканнях заможних селян Чернігівської, Харківської, Полтавської областей піч облицьовували розписними кахлями [12].

Про традицію розписування печі зазначає й С. Черепанова описуючи філософію родознавства українців. Авторка відносить цю традицію декоративного мистецтва, відзначаючи найкращих майстрів початку XX ст.: Тетяну Пату, Віру та Галину Павленків, Надію Білокінь, Поліну Глущенко та ін. [27, с. 166].

Щодо розмальовування печі у хатах українських селян на території Дніпропетровщини, то найповнішу розвідку маємо початку XX століття. Є. В. Берченко наукова співробітниця Харківської секції науково-дослідної кафедри мистецтвознавства у 1924–1928 рр. збирала та досліджувала настінне малювання української хати на Дніпропетровщині. У передмові до опублікованих матеріалів [4, с. 4] говориться, що це «мала пайка з колекції, що сама становить дуже невелику частину настінного малювання України», проте ми знайомимося з багатою колекцією світлин та записів щодо розмальовування

української хати та її складових. Зокрема частина IX цієї розвідки містить такий опис: «Частина хати, що її особливо люблять прикрашати малюванням, це, безперечно, піч. Із старовинних свідчень знаємо, що так велося здавна, що в давнину на Україні великі площини печей орнаментовано барвистими рельєфними, а так само малюваними кахлями. Тепер поверхню печі, побілену, як і опрочі стіни в хаті, не вкривають уже взірцями кахлями. На зміну їм прийшло малювання фарбами. Цей зв'язок наступності між малюваними кахлями та сьогочасним малюванням печі чи не найвиразніше виступає в селі Петриківці.

Печі трапляються двох родів: комини та груби. На кожній з цих є більше або менше рельєфна оздоба. Рельєфні роблять або самі тільки карнізи, або, крім карнізів, на поверхні печі є: 1) так звані в «кружалах — один або скількись—це низка концентричних кіл з опуклих валків, 2) група рельєфних вертикалів, що відокремлюють кружала, 3) «дзеркала», втиснені площини різної форми, 4) колонки, півколонки поодинокі або групою, 5) образотвірні мотиви, як мотив рослинної гілки, мотив коня і т. д., а на деяких коминах дають випнуті (рельєфні) стовпи. Рельєфне оздоблення печі впливає на композицію її малярської оздоби.

Малярсько орнаментування печей будують за двома принципами: принципом кольорування («підведення») і принципом розмальовування — орнаментом. Коли «підводять», кольоруванням виділяють окремі рельєфні частини, ліс от валки карнізу, обідки кругів, рельєфну оздобу на стовпах тощо. Найчастіше ці смуги темночервоні або жовто-инамонові на колір, глинясті Але трапляються печі, де все підведення дано самою блакитною або самою но зеленою фарбою. Підведення такими незвичними барвами треба пояснювати тим, що дана селянка зазнає особливої втіхи, дивлячись на сполучення білого з блакитним або білого з зеленим. А на деяких печах виділяють кольоруванням рельєфні частини, сполучаючи різнобарвлені смуги в ритмічному доборі кольорів на білій поверхні. Обраний кольоровий ритм повторюється вже на всіх рельєфних частинах

цієї печі: на пасах горішнього карнізу, долішнього, на кружалах і т. д.

Образотвірні мотиви дістають кольорування близьке до образотвірного, себто рослинну гілку забарвлюють на зелене, коней — на рудувате тощо Підведення по карнізах та по деяких інших рельєфних частинах часто зберігається й тоді, як поверхню печі розмальовують орнаментом.

У селі Петриківці (Дніпропетровська округа), як згадувано вже попереду,

розмальовують тепер не самий грунт стін у печі, але дають мальовання на окремих аркушиках паперу, що ними й обліплюють поверхню печі, а на самому грунті дають підведення, що часто зберігається. Цей спосіб орнаментувати, що з'явився пізніше за мальовання на грунті, не однією своєю стороною нагадує спосіб облицьовувати печі мальованими кахлями [4, с. 26].



Рис.6 Грубка з лежанкою розписана рослинним малюнком. Світлина зроблена в с. Галушківка Петриківського р-ну Дніпропетровської обл.

Оздоблення печей в українських хатах Дніпропетровщини системно описане сучасною дослідницею Ю. Смолій [25, с. 28-31]. Ми не будемо зупинятись на описах, лишень зазначимо, що у наших виїзних експедиціях, з'ясувалося, що в сучасних господарях Дніпропетровщини, зокрема, в хатах сіл Шульгівки, Гречене, Сорочине, Галушківка Петриківського р-ну та і самій Петриківці здебільшого у хатах збережені печі та груби. Як і сто років тому, так і сьогодні господині розписують різним способом – від «карнізування», тобто підведення кольоровими фарбами карнізу печі (рисунок 3), до багатобарвного рослинного малюнку (рисунок 5).

З піччю пов'язані певні повір'я, які описані в літературі [9, с. 60] та навіть сьогодні побутують серед селян: коли топили дровами в печі і запискотить дровина, то буде якась звістка у домі; Не можна на печі бути взутим, бо помре найближча людина (мати); Як саджають хліб у піч, то треба

заклямкувати (від клямка – пластинка з важільцем, якою зачиняють і відчиняють двері) двері, аби ніхто не виходив і не заходив до хати, бо як зайде і вийде з хати на голу піч, то це прикмета, що людина ця буде голодна, будуть злидні і нестатки в сім'ї.

Не менш показовим є зв'язок печі категорією «своє». В українській традиції хто на печі переспав, той уже «свій», про щасливу людину чи комфортні умови говорять «як на печі», якщо хто чи щось загубиться необхідно «під перший дим покричати в комин» – тоді і знайдеться; знаний по всій Україні звичай «колупання печі» (коли дівку сватали – вона колупала піч, демонструючи свою сором'язливість), описаний у багатьох художніх творах. Як результат у вірування та культурно-етичному ставленні українців завжди поважали піч. Про це свідчить доволі популярне прислів'я «сказав би так піч при хаті», тобто в присутності печі не можна злословити.



Рис. 6. Вариста піч (правобережний тип). Фото зроблене с. Гречене, Петриківського р-ну, Дніпропетровської обл.



Рис. 7. Вариста піч з грубою та плитою (правобережний тип). Фото зроблене с. Гречене, Петриківського р-ну, Дніпропетровської обл.

У художньо-інформаційному довіднику «Символи Українства» піч віднесена до одних з найважливіших символів для українського народу, котрий пов'язаний з «материнським началом, непорушності сім'ї та неперервності традицій, її поважають, доглядають, прикрашають, її славлять і до неї горнутья. Бо вона дає тепло, що є диханням Божим, бо вона дає хліб, що є тілом Христовим. І це очищає нас від гріха і скверни. Вона дає їжу щоденну, благословенну Богом для міцності нашого тіла проти всіляких спокус. Піч – це родинний вітвар, де перебувають боги домашнього вогнища. Так вважали здавна. Напевно, тому, коли палиться в печі й родина перебуває перед її вогнем, між усіма панують мир, спокій і злагода» [2, с. 367].

Висновки. 1. Основними опалювальними пристроями на теренах Дніпропетровщини,

зокрема у селах Петриківського району, були вариста піч, яка виконувала функції опалення та приготування їжі, груба та лежанка. 2. У сучасних оселях здебільшого збереглися лише лежанки та груби як опалювальні пристрої, а вариста піч замінена технологічно новими газовими печами. 3. Конструктивно-функціональні особливості варистої печі тісно пов'язані з особливостями господарства, але мали загальний характер, який породжувався необхідністю безпеки експлуатації печі. 4. Опалювальні пристрої, прилади для їх обслуговування і відведення диму посідали помітне місце у традиційних світоглядних та обрядово-звичаєвій культурі селянина. На сьогодні ці традиції помітно втрачаються. 5. Традиція прикрашання, розмальовування опалювальних пристроїв зберіглася до сьогодні, виконуючи лише естетичну функцію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бабенко В. А. Этнографический очерк народного быта Екатеринославского края, 1905 / В. А. Бабенко ; Днепропетровский нац. истор. музей им. Д. И. Яворницкого. – Харьков : Переиздание Харьковского частного музея городской усадьбы, 2013. – 152 с.
2. Багнюк А. Л. Символи українства. Художньо-інформаційний довідник / А. Л. Багнюк. – Тернопіль : Навчальна книга – Богдан, 2010. – 512 с.
3. Байбурун А. К. Жилище в образах и представлениях восточных славян / А. К. Байбурун. – Ленинград : Наука, 1983. – 188 с.
4. Берченко С. Настінне мальовання українських хат та господарських будівель при них = Wandmalereien an den ukrainischen bauernhäusern und dazu gehörigen wirtschaftlichen bauten. Зошит 1. Дніпропетровщина / С. Берченко. – Харків ; Київ : Державне вид-во України, 1930. – 148 с.
5. Як наші прадіди майстрували хату [Грушевський М. З життя селян на Чигиринщині / М. Грушевський // Український етнографічний збірник. – Київ, 1914. – Т. 1] // Мамаєва слобода. – 2008 р. – 26 черв. – Режим доступу: <http://mamajeva-sloboda.ua/publ/yak-nashi-pradidy-maistruvaly-hatu>. – Назва з екрана. – Перевірено: 15.02.2019.

6. Данилюк А. Г. Українська хата / А. Г. Данилюк. – Київ : Наукова думка, 1991. – 110 с.
7. Данилюк А. Г. Давнє народне житло в Шацькому національному парку / А. Г. Данилюк // Народна творчість та етнографія. – 1994. – № 2–3. – С. 70–73.
8. Даренська В. М. Сакральність простору традиційного українського житла / В. М. Даренська // Вісник Національного технічного університету «КПІ». Філософія. Психологія. Педагогіка : зб. наук. пр. – 2009. – № 1 (25). – С. 22–26.
9. Дмитренко М. К. Народні повір'я / М. К. Дмитренко. – Київ : Народознавство, 1997. – 68 с.
10. Добровольська Т. А. Інтер'єр народного житла Слобожанщини / Т. А. Добровольська // Народна творчість та етнографія. – 1994. – № 2–3. – С. 73–79.
11. Довідник сільського будівельника / під заг. ред. В. І. Моціля. – Київ : Держ. вид-во техн. літ. України, 1951. – 342 с.
12. Етнографія України : навч. посіб. для студ. іст. ф-тів вищ. навч. закл. / за ред. С. А. Макарчука. – Львів : Світ, 1994. – 520 с.
13. Жайворонок В. В. Знаки української етнокультури : Словник-довідник / В. В. Жайворонок. – Київ : Довіра, 2006. – 703 с.
14. Євсєєва Г. П. Історія та традиції українського народного житла Придніпровського регіону / Г. П. Євсєєва, М. В. Савицький. – Дніпропетровськ : ПДАБА, 2016. – 269 с.
15. Косміна Т. Народне мистецтво в архітектурному ансамблі традиційного житла / Т. Косміна // Українське мистецтвознавство : матеріали, дослідження, рецензії : зб. наук. пр. / НАН України ; Ін-т мистецтвознавства, фольклористики та етнології ім. М. Т. Рильського. – Київ, 2008. – Вип. 8. – С. 52–62.
16. Краєзнавство – Опілля – Івано-Франківська область [Опілля : монографія / Нац заповідник “Давній Галич” ; ред. кол. Я. Клуба, І. О. Береговський, Л. Бойко та ін. – Галич : Давній Галич, 2010. – 205 с.] // Наукова бібліотека України. – Режим доступу: <http://www.info-library.com.ua/libs/kraeznavstvo/59-opillja/621-narodna-arhitektura-opillja.html>. – Назва з екрана. – Перевірено: 20.02.2019.
17. Мысько Ю. В. Почитание печи у восточных славян (по археологическим данным Днепровского Правобережья) / Ю. В. Мысько // Хлеб в народной культуре. Этнографические очерки. – Москва : Наука, 2004. – С. 83–91.
18. Орел Л. Своя хата – рідна мати / Л. Орел // Українська родина: Родинний і громадянський побут. – Київ : Вид-во ім. О. Теліги, 2000. – С. 13–69.
19. Довгань Сергій. Особливості художнього оздоблення в інтер'єрі традиційного житла Переяславщини наприкінці XIX – у середині XX століття (на основі експедиційних матеріалів) / Сергій Довгань // Народна творчість та етнографія. – 2010. – № 1. – С. 129–131.
20. Раппопорт П. А. Древнерусское жилище / П. А. Раппопорт // Археология СССР : Свод археологических источников / под общ. ред. акад. Б. Л. Рыбакова ; Академия наук СССР ; Ин-т археологии. – Ленинград : Наука, 1975. – Вып. Е1-32. – С. 104–155.
21. Самойлович В. П. Українське народне житло (кінець XIX–початок XX століть) / В. П. Самойлович. – Київ : Наукова думка, 1972. – 50 с.
22. Севрук В. Відоме і невідоме про українську хату / В. Севрук // Жінка-онлайн. – Режим доступу: <http://www.zhinka-online.com.ua/39-zhinka-onlajn/320-vidome-i-nevidome-pro-ukrainsku-khatu.html>. – Назва з екрана. – Перевірено: 19.02.2019.
23. Сілецький Р. Опалювальні пристрої народного житла Середнього Полісся (конструктивно-функціональний та світоглядний аспекти) / Р. Сілецький // Вісник Львівського університету. Серія історична. – Львів, 2008. – Вип. 43. – С. 134–183.
24. Словник української мови : в 11 томах / [ред. кол. : І. К. Білодід (гол.) та ін.] ; АН УРСР, Ін-т мовознавства ім. О. О. Потебні. – Київ : Наукова думка, 1970–1980.
25. Смолій Ю. Мальовані печі Катеринославщини 1910-х років / Ю. Смолій // Народне мистецтво. – 2005. – № 1/2 – С. 28–31.
26. Сумцов М. Ф. Слобожани. Історично-етнографічна розвідка / М. Ф. Сумцов. – Харків : Союз, 1918. – 240 с.
27. Черепанова С. О. Філософія родознавства : навч. посібник / С. О. Черепанова ; передм. проф. В. Г. Скотного. – Київ : Знання, 2008. – 460 с.
28. Кржишталович Н. И. Русская печь – сердце Русской избы / Н. И. Кржишталович // Школа дешевого огнестойкого сельского и городского строительного искусства. – Год 1. – Вып. 1. – Ч. 1. – Санкт-Петербург : Типография А. А. Пороховщикова, 1900.
29. Щербаківський В. Орнаментация української хати = L'ornementation de la maison rustique ukrainien. Т. 3 серії «Українське народне мистецтво» / В. Щербаківський. – Рим : [б.в.], 1980. – 104 с. – (Видання "Богословії" ; ч. 53).

REFERENCES

1. Babenko V.A. *Etnograficheskiy ocherk narodnogo byta Ekaterinoslavskogo kraja, 1905* [Ethnographic sketch of the national life of Yekaterinoslav region, 1905]. Dnepropetrovskiy nats. istor. muzey im. D.I. Yavornitskoho [Yavornitskiy National Historical Museum of Dnipro]. Khar'kov: Pereizdanie Khar'kovskogo chastnogo muzeya gorodskoy usad'by, 2013, 152 p. (in Russian).
2. Bahniuk A.L. *Symvoly ukrainstva. Khudozhno-informatsiyni dovidnyk* [Symbols of Ukrainians. Artistic and information guide]. Ternopil: Navchalna knyha. Bohdan, 2010, 512 p. (in Ukrainian).

3. Bayburin A.K. *Zhilishche v obrazakh i predstavleniyakh vostochnykh slavyan* [House in the characters and beliefs of the East Slavs]. Leningrad: Nauka, 1983, 188 p. (in Russian).
4. Berchenko Ye. *Nastinne malovannia ukrainskykh khat ta hospodarskykh budivel pry nykh. Zoshyt 1. Dnipropetrovshchyna* [Wall painting of Ukrainian houses and household buildings with them. Exercise book 1. Dnipropetrovshchyna]. Kharkiv; Kyiv: Derzhavne vyd-vo Ukrainy, 1930, 148 p. (in Ukrainian).
5. *Yak nashi pradidy mastruvaly khatu* [How our great-grandfathers made the house]. *Mamaieva sloboda* [Mamai settlement]. Available at: <http://mamajeva-sloboda.ua/publ/yak-nashi-pradidy-mastruvaly-hatu> [Accessed 15 February 2019]. (in Ukrainian).
6. Danyliuk A.H. *Ukrainska khata* [Ukrainian house]. Kyiv: Naukova Dumka, 1991, 110 p. (in Ukrainian).
7. Danyliuk A.H. *Davnie narodne zhytlo v Shatskomu natsionalnomu parku* [Ancient folk house in the Shatskyi National Park]. *Narodna tvorchist ta etnografii* [Folk art and ethnography], 1994, no. 2–3, pp. 70–73. (in Ukrainian).
8. *Darenska V.M. Sacralnist prostoru tradytsiinoho ukrainskoho zhytla* [The sacrament of the space of traditional Ukrainian house]. *Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "KPI". Filosofii. Psykholohiia. Pedagogika* [Bulletin of National Technical University of Ukraine "KPI". Philosophy. Psychology. Pedagogics], 2009, no. 1(25), pp. 22–26. (in Ukrainian).
9. Dmytrenko M.K. *Narodni poviria* [Folk beliefs]. Kyiv: Narodoznavstvo, 1997, 68 p. (in Ukrainian).
10. Dobrovolska T.A. *Interier narodnoho zhytla Slobozhanshchyny* [Interior of folk house in Slobozhanshchyna], 1994, no. 2–3, pp. 73–79. (in Ukrainian).
11. *Dovidnyk silskoho budivelnika* [A guide of a rural construction worker]; ch. edit. V.I. Moshchil. Kyiv: Derzh. vyd-vo tekhn. lit. Ukrainy, 1951, 342 p. (in Ukrainian).
12. *Etnografii Ukrainy* [Ethnography of Ukraine]; ed. S.A. Makarchuk. Lviv: Svit, 1994, 520 p. (in Ukrainian).
13. Zhaivoronok V.V. *Znaky ukrainskoi etnokultury* [Signs of Ukrainian ethnoculture]. Kyiv: Dovira, 2006, 703 p.
14. Yevesieieva H.P. and Savytskyi M.V. *Istoriia ta tradytsii ukrainskoho narodnoho zhytla Prydniprovskoho rehionu* [History and traditions of the Ukrainian national house in the Prydniprovskiy region]. Dnipropetrovsk: Prydniprovska derzhavna akademiia budivnytstva ta arkhitektury, 2016, 269 p. (in Ukrainian).
15. Kosmina T. *Narodne mystetstvo v arkhitekturnomu ansambli tradytsiinoho zhytla* [Popular art in the architectural ensemble of traditional house]. *Ukrainske mystetstvoznavstvo: materialy, doslidzhennia, retsenzii* [Ukrainian art studies: materials, researches, reviews]. *NAN Ukrainy; In-t mystetstvoznavstva, folklorystyky ta etnologii im. M.T. Rylskoho* [The National Academy of Sciences of Ukraine; The Rylskyi Institute of Art Studies, Folklore and Ethnology]. Kyiv, 2008, iss. 8, pp. 52–62. (in Ukrainian).
16. *Kraieznavstvo – Opillia – Ivano-Frankivska oblast* [Local history – Opillia – Ivano-Frankivsk Oblast]. *Naukova biblioteka Ukrainy* [Scientific Library of Ukraine]. Available at: <http://www.info-library.com.ua/libs/kraieznavstvo/59-opillja/621-narodna-arhitektura-opillja.html> [Accessed 20 February 2019]. (in Ukrainian).
17. Mys'ko Yu.V. *Pochitaniye pechi u vostochnykh slavyan (po arkheologicheskim dannym Dneprovskogo Pravoberezh'ya)* [Honoring the stove of the East Slavs (according to the archaeological data of the right bank of the Dnepr)]. *Khleb v narodnoy kul'ture. Etnograficheskiye ocherki* [Bread in folk culture. Ethnographic essays]. Moscow: Nauka, 2004, pp. 83–91.
18. Orel L. *Svoia khata – ridna maty* [Own home is native mother]. *Ukrainska rodyna: Rodynnyi i hromadianskyi pobut* [Ukrainian family: Family and civil routine]. Kyiv: Vyd-vo im. O. Telihy, 2000, pp. 13–69.
19. Dovhan Serhii. *Osoblyvosti khudozhnoho ozdoblennia v interieri tradytsiinoho zhytla Pereiaslavshchyny naprykintsi XIX – u seredyni XX stolittia (na osnovi ekspedytsiinykh materialiv)* [Features of artistic decoration in the interior of the traditional Pereiaslav house in the late nineteenth century – in the middle of the twentieth century (based on expeditionary materials)]. *Narodna tvorchist ta etnografii* [Popular art and ethnography], 2010, no. 1, pp. 129–131.
20. Rappoport P.A. *Drevnerusskoye zhilishche* [Old Russian house]; ch. edit. B.L. Rybakov; Akademiya nauk SSSR; In-t arkheologii. *Arkheologiya SSSR: Svod arkheologicheskikh istochnikov* [Archeology of the USSR: List of archaeological sources]. Leningrad: Nauka, 1975, iss. E1-32, pp. 104–155.
21. Samoilyovych V.P. *Ukrainske narodne zhytlo (kinets XIX – pochatok XX stolit)* [Ukrainian folk house (the end of the nineteenth and the beginning of twentieth centuries)]. Kyiv: Naukova dumka, 1972, 50 p.
22. Sevruk V. *Vidome i nevidome pro ukrainsku khatu* [Known and unknown about the Ukrainian house]. *Zhinka-onlain* [Woman online]. Available at: <http://www.zhinka-online.com.ua/39-zhinka-onlajn/320-vidome-i-nevidome-pro-ukrainsku-khatu.html> [Accessed 19 February 2019]. (in Ukrainian).
23. Siletskyi R. *Opaliuvalni prystroi narodnoho zhytla Serednoho Polissia (konstruktyvno-funktsionalnyi ta svitohliadnyi aspekty)* [Heating devices of the people's houses of the Middle Polissia (constructive-functional and ideological aspects)]. *Visnyk Lvivskoho universytetu. Serii istorychna* [Visnyk of the Lviv University. Historical Series]. Lviv, 2008, iss. 43, pp. 134–183.
24. *Sloynyk ukrainskoi movy: v 11 tomakh* [Ukrainian dictionary: in 11 volumes]; ed. I. K. Bilodid (head) and others. *AN URSSR, In-t movoznavstva im. O.O. Potebni* [Academy of Sciences of the USSR, Potebnia Institute of Linguistics]. Kyiv: Naukova dumka, 1970–1980.
25. Smolii Yu. *Malovani pechi Katerynoslavshchyny 1910-kh rokiv* [Drawn ovens of the Katerynoslavshchyna 1910s]. *Narodne mystetstvo* [Popular art], 2005, no. 1-2, pp. 28–31.
26. Sumtsov M.F. *Slobozhany. Istorychno-etnografichna rozvidka* [Slobozhany. Historical and ethnographic intelligence]. Kharkiv: Soiuz, 1918, 240 p.

27. Cherepanova S.O. *Filosofia rodoznavstva* [Philosophy of genealogy]; introd. by prof. V.H. Skotnyi. Kyiv: Znannia, 2008, 460 p.
28. Krzhishtalovich N.I. *Russkaya pech' – serdtse Russkoy izby* [The Russian oven is a heart of the Russian house]. *Shkola deshevogo ognestoykogo sel'skogo i gorodskogo stroitel'nogo iskusstva* [School of cheap fire-proofed rural and urban engineering art]. Year 1, iss. 1, part 1. Saint Petersburg: Tipografiya A.A. Porokhovshchikova, 1900.
29. Shcherbakivskiy V. *Ornamentatsiia ukrainskoi khaty= L'ornementation de la maison rustique ukrainien* [Ornamentation of Ukrainian house = L'ornementation de la maison rustique ukrainien]. *Ukrainske narodne mystetstvo* [Ukrainian folk art]. Rym: [s.n.], 1980, vol. 3, 104 p. (Vydannia "Bohoslovii": part 53).

Рецензент: Дерев'янка В. М., д-р техн. наук, проф.

Надійшла до редколегії: 07.07.2018 р.

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 25.10.2018 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 25.10.2018 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 25 October 2018 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