

ВІСНИК

ПРИДНІПРОВСЬКОЇ ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

BULLETIN

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



№ 12 ГРУДЕНЬ 2015 РОКУ

ДНІПРОПЕТРОВСЬК

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

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

ВІСНИК

**ПРИДНІПРОВСЬКОЇ
ДЕРЖАВНОЇ АКАДЕМІЇ
БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Заснований у травні 1997 року

№ 12 (213)
грудень 2015

Дніпропетровськ 2015

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.

В. В. Данішевський, д-р техн. наук, 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, *Державний національний університет ім. Олеся Гончара, Дніпропетровськ*. А. І. Білоконь, д-р техн. наук, *Придніпровська державна академія будівництва та архітектури (ПДАБА), Дніпропетровськ*. В. М. Вадимов, д-р архітектури, *Полтава*. Н. І. Верхоглядова, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, *Харківський національний університет будівництва та архітектури (ХНУБА), Харків*. В. В. Данішевський, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. М. Дерев'янка, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. 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, Дніпропетровськ*. Є. А. Єгоров, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. Г. Заренбін, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. С. В. Іванов, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. С. В. Каламбет, д-р екон. наук, *Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. акад. В. Лазаряна, Дніпропетровськ*. Г. М. Ковшов, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. Ю. О. Кірічек, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. Т. С. Кравчуновська, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. П. Мироненко, д-р архітектури, *ХНУБА, Харків*. Ю. В. Орловська, д-р екон. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. А. В. Плеханов, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. Л. Седін, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. С. О. Слободянюк, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. В. О. Тимохін, д-р архітектури, *КНУБА, Київ*. А. В. Челноков, канд. техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. М. В. Шпірько, д-р техн. наук, *ПДАБА, Дніпропетровськ*. М. Куна-Бронійовські, проф., *Університет природничих наук, Люблін (Польща)*. Є. Красовський, д-р техн. наук, проф., *Польська Академія Наук, Комісія механізації і енергетики землеробства, Люблін (Польща)*

Збірник наукових праць 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 № 9702 – видане Державним комітетом телебачення і радіомовлення України 24 березня 2005 р.

Засновник та видавець Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»
Виходить 12 разів на рік

Рекомендовано до друку вченою радою академії, протокол № 6 від 27. 11. 2015 р.

Сайт видання [http:// visnyk.pgasa.dp.ua](http://visnyk.pgasa.dp.ua)

Наукометричні бази та електронні бібліотеки, в яких зареєстрований науковий журнал *Інформаційно-аналітичні системи: РІНЦ (eLibrary), InfoBase Index (IBI Factor = 3,96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory, Indexing of International Research Journals (CiteFactor). Електронні бібліотеки та пошукові системи: Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Українські наукові журнали, Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського*

Художній і технічний редактор О. А. Григоренко
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**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Основан в мае 1997 года

**№ 12 (213)
декабрь 2015**

Днепропетровск 2015

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.

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

В. Ф. Башев, д-р физ.-мат. наук, *Государственный национальный университет им. Олеся Гончара, Днепропетровск.* А. И. Белоконь, д-р техн. наук, *Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры (ПГАСА), Днепропетровск.* В. М. Вадимов, д-р архитектуры, *Полтава.* Н. И. Верхоглядова, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* Д. Ф. Гончаренко, д-р техн. наук, *Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), Харьков.* В. В. Данишевский, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* В. Н. Деревянко, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* 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, Днепропетровск.* Е. А. Егоров, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* В. Г. Заренбин, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* С. В. Иванов, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* С. В. Каламбет, д-р экон. наук, *Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. акад. В. Лазаряна, Днепропетровск.* Г. Н. Ковшов, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* Ю. А. Киричек, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* Т. С. Кравчуновская, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* В. П. Мироненко, д-р архитектуры, *ХНУСА, Харьков.* Ю. В. Орловская, д-р экон. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* А. В. Плеханов, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* В. Л. Седин, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* С. А. Слободянюк, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* В. А. Тимохин, д-р архитектуры, *КНУСА, Киев.* А. В. Челноков, канд. техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* Н. В. Шпирько, д-р техн. наук, *ПГАСА, Днепропетровск.* 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)*

Сборник научных трудов 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 № 9702 – выдано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины 24 марта 2005 г.

Основатель и издатель Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры»
Выходит 12 раз в год

Рекомендовано к печати ученым советом академии, протокол № 6 от 27. 11. 2015 г.

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

Наукометрические базы и электронные библиотеки, в которых зарегистрирован научный журнал
Информационно-аналитические системы: РИНЦ (eLibrary), InfoBase Index (IBI Factor = 3,96), Universal Impact Factor, Open Academic Journal Index, Directory Indexing of International Research Journals (CiteFactor). *Электронные библиотеки и поисковые системы:* Bielefeld Academic Search Engine (BASE), CyberLeninka, OCLC WorldCat, Open Journal Systems, Украинские научные журналы, Национальная библиотека Украины им. В. И. Вернадского

Художественный и технический редактор Е. А. Григоренко
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**

COLLECTION OF SCIENTIFIC PAPERS

Established in May, 1997

No. 12 (213)

December 2015

Dnipropetrovsk 2015

EDITORIAL BOARD:

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

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

EDITORIAL STAFF:

V. F. Bashev, Doctor of Physics and Mathematics, *Oles Honchar Dnipropetrovsk National University, Dnipropetrovsk*. A. I. Bilokon, Doctor of Engineering Science, *Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture (PSACEA), Dnipropetrovsk*. V. M. Vadymov, Doctor of Architecture, *Poltava*. N. I. Verkhogliadova, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. D. F. Goncharenko, Doctor of Engineering Science, *Kharkiv National University of Civil Engineering and Architecture, Kharkiv (KSUCEA), Kharkiv*. V. V. Danyshevskiy, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. M. Derevianko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. 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, Dnipropetrovsk*. I. A. Yegorov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. G. Zarenbin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. S. V. Ivanov, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. S. V. Kalambet, Doctor of Economics, *Dnipropetrovsk National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Dnipropetrovsk*. G. M. Kovshov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. Yu. O. Kirichuk, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. T. S. Kravchunovska, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. P. Myronenko, Doctor of Architecture, *KSUCEA, Kharkiv*. Yu. V. Orlovska, Doctor of Economics, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. A. V. Pliexhanov, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. L. Siedin, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. S. O. Slobodianiuk, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. V. O. Tymokhin, Doctor of Architecture, *KNUCA, Kyiv*. O. V. Chelnokov, Candidate of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. M. V. Shpirko, Doctor of Engineering Science, *PSACEA, Dnipropetrovsk*. 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*

Collection of Scientific Papers 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. 9702 – issued by the State Committee for Television and Radio Broadcasting of Ukraine dated March 24, 2005
Founder & Publisher	State Higher Educational Institution ‘Prydniprov’ska State Academy of Civil Engineering and Architecture’ Issued 12 times a year
Recommended for publication by	the Academic Board of the Academy, Minutes No. 6, 27.11.2015
Journal website	http:// visnyk.pgasa.dp.ua
Placement of the 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, Ukrainian scientific journals, The V. I. Vernadsky National Library of Ukraine
	Art & Technical Editor O. A. Grygorenko Interpreter L. B. Mykhailova Editor V. D. Malovyk Proofreader V. D. Malovyk.

У ЦЬОМУ НОМЕРІ

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Волчук В. М. ВИЗНАЧЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИТИК МЕТАЛУ	10
Кірічек Ю. О., Ландо Є. О. ПРО ВЕЛИЧИНУ КОЕФІЦІЄНТІВ КАПІТАЛІЗАЦІЇ НЕРУХОМОСТІ, ВИЗНАЧЕНИХ МЕТОДОМ РИНКОВОЇ ЕКСТРАКЦІЇ	15
Воронін В. О., Лянце Е. В. МАСОВА ОЦІНКА ТА ПОДАТОК НА НЕРУХОМІСТЬ	23
Драпіковський О. І., Іванова І. Б., Дубницька М. В. ПРОБЛЕМА ОБ'ЄКТИВНОСТІ ТА СПОСОБИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ В МАСОВІЙ ОЦІНЦІ МІСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ	33
Нестерова О. В. ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗАГАСАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ НАПРУЖЕНЬ ВІД ВЛАСНОЇ ВАГИ ҐРУНТОВИХ ГРЕБЕЛЬ ПО ГЛИБИНІ	43
Кравчуновська Т. С., Броневицький С. П. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА ДОСТУПНОГО ЖИТЛА	51
Соколов І. А. ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЗЕРВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗВЕДЕННЯ ПОВНОЗБІРНИХ БУДИНКІВ	58
Яковишина Т. Ф. КЛАСИФІКАЦІЯ АНТРОПОГЕННО ПЕРЕТВОРЕНИХ ҐРУНТІВ УРБООКОСИСТЕМИ м. ДНІПРОПЕТРОВСЬК	65
Меркулова К. В., Запорожець О. В. ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВИПАДКОВИХ МАРКОВСЬКИХ ПОЛІВ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУР ЗОБРАЖЕНЬ МЕТАЛОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ	71
Тімченко Р. О., Крішко Д. А., Богатинський А. В., Савенко В. О. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНО-НЕПРУЖНИХ КОНТАКТНИХ ЗАДАЧ	78

АРХІТЕКТУРА

Булах І. В. СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ І МЕТОДІВ СИМВОЛІЧНОГО ПІДХОДУ У МІСТОБУДІВНОМУ ПРОЕКТУВАННІ	84
---	----

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Волчук В. Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛА	10
Киричек Ю. А., Ландо Е. А. О ВЕЛИЧИНЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ КАПИТАЛИЗАЦИИ НЕДВИЖИМОСТИ, ОПРЕДЕЛЕННОЙ МЕТОДОМ РЫНОЧНОЙ ЭКСТРАКЦИИ	15
Воронин В. А., Лянце Э. В. МАССОВАЯ ОЦЕНКА И НАЛОГ НА НЕДВИЖИМОСТЬ	23
Драпиковский А. И., Иванова И. Б., Дубницкая М. В. ПРОБЛЕМА ОБЪЕКТИВНОСТИ И СПОСОБЫ ЕЁ РЕШЕНИЯ В МАССОВОЙ ОЦЕНКЕ ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ	33
Нестерова Е. В. К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ СОБСТВЕННОГО ВЕСА ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН ПО ГЛУБИНЕ	43
Кравчуновская Т. С., Броневицкий С. П. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ	51
Соколов И. А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ	58
Яковишина Т. Ф. КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ УРБООКОСИСТЕМЫ г. ДНЕПРОПЕТРОВСК	65
Меркулова Е. В., Запорожец Е. В. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СЛУЧАЙНЫХ МАРКОВСКИХ ПОЛЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТУР ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ	71
Тимченко Р. А., Кришко Д. А., Богатынский А. В., Савенко В. О. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНО-НЕУПРУГИХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ	78

АРХИТЕКТУРА

Булах И. В. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ СИМВОЛИЧНОГО ПОДХОДА В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	84
--	----

IN THIS ISSUE

SCIENTIFIC RESEARCH

Volchuk V. N. DETERMINING THE SENSITIVITY OF THE MULTIFRACTAL CHARACTERISTICS OF METALS	10
Kirichek Yu. A., Lando E. A. SIZE OF CAPITALISATION RATIOS OF REAL ESTATE DETERMINED BY THE METHOD OF MARKET EXTRACTION	15
Voronin V. O., Lyantse E. V. MASS APPRAISAL AND REAL ESTATE TAXATION	23
Drapikovskiy O. I., Ivanova I. B., Dubnytska M. V. THE PROBLEM OF URBAN LAND MASS VALUATION OBJECTIVENESS AND WAYS OF SOLVING IT	33
Nesterova E. V. TO DETERMINATION OF DAMPING COEFFICIENT OF VERTICAL DEAD STRESS OF EARTH DAMS ON A DEPTH	43
Kravchunovska T. S., Bronevtskyi S. P. TECHNICAL AND ECONOMIC SUBSTANTIATION OF PROJECTS OF THE AFFORDABLE HOUSING CONSTRUCTION	51
Sokolov I. A. PRODUCTION CAPABILITIES EFFICIENCY PREFABRICATION ERECTION OF BUILDINGS	58
Yakovyshyna T. F. CLASSIFICATION OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATIONS SOILS URBOECOSYSTEMS OF DNEPROPETROVSK	65
Merkulova E. V., Zaporozhets E. V. APPLICATION OF THE CASUAL MARKOV FIELDS METHOD FOR RECOGNITION OF IMAGES TEXTURES IN THE METALGRAPHIC ANALYSIS	71
Timchenko R. O., Krishko D. A., Bogatynskiy A. V., Savenko V.O. MATHEMATIC MODEELING OF NONLINEAR-INELASTIC BASE-FOUNDATION CONTACT PROBLEM	78

ARCHITECTURE

Bulakh I. V. SYSTEMATIC PRINCIPLES AND METHODS OF SYMBOLIC APPROACHES IN URBAN DESIGN	84
---	----

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. Дніпропетровськ, вул. Чернишевського, 24^а,
кімната 607-В (відповідальний секретар), кімната 657 (аналітичний сектор фахових видань).
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 756-34-71
e-mail: visnik_psacea@ ukr.net

Підписано до друку 27.11.2015 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 пр. Зам. 123

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. Днепропетровск, ул. Чернышевского, 24^а,
комната 607-В (ответственный секретарь), комната 657 (аналитический сектор профессиональных изданий).
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 756-34-71
e-mail: visnik_psacea@ ukr.net

Подписано к печати 27.11.2015 г. Формат 60×84 1/8.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,95. Усл. кр.-отг. л. 3,95.
Уч.-изд. л. 6,89. Тираж 300 пр. Зам. 123

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 and Publishing Department at PSACEA.

Editorial address:
✉ 24a Chernyshevskogo Street, Dnipropetrovs'k, 49600, Ukraine
room 607-V (Executive Secretary), room 657 (analytical sector of professional periodical).
☎ (0562) 756-34-98, (0562) 756-34-71
e-mail: visnik_psacea@ ukr.net

Send to press on 27 November, 2015. Format 60x84 1/8.
Offset printing. Conventional quire 3.95. Conventional color imprints 3.95.
Publisher's signatures 6.89. Number of copies 300. Order 123

НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 519.21

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛА

ВОЛЧУК В. Н.,¹ *д. т. н., доц.*

¹ Кафедра материаловедения и обработки материалов, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuku@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0001-8717-6786

Аннотация. Постановка проблемы. В последнее время в некоторых статьях, посвященных вопросам материаловедения, приводятся примеры объектов, для описания которых применяется язык фрактальной геометрии. Однако применение такого подхода должно быть строго обосновано, поскольку оно должно базироваться на том, что именно фрактальная размерность, присущая исследуемому материалу, может характеризовать его качественные свойства. До настоящего времени эту проблему предлагалось решать при помощи критерия Ф. Такенса. Выполнение условий, удовлетворяющих данному критерию, сводится к измерению какой-либо одной характеристики изучаемой системы в разные моменты времени с интервалом Δt . В результате этих измерений получается некоторая ограниченная последовательность $\{a_i\}$, $0 \leq i < \infty$. Если для этой

последовательности удастся построить гладкую детерминированную модель вида $\frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{f}(\vec{x})$ [1], мы имеем дело

со сложным детерминированным процессом и применять язык фрактальной геометрии бессмысленно. Подход, основанный на применении мультифрактальной теории [2; 3] для количественной оценки элементов структуры, позволяет путем сопоставления спектра статистических размерностей ее элементов определять чувствительные показатели качественных характеристик, в частности, механических свойств, описывая взаимно однозначное соответствие данных размерностей структуры и этих свойств. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению неполноты формальной аксиоматики, возникающей при описании элементов структуры металла с помощью традиционных фигур геометрии Евклида, путем выявления структурно-чувствительных к критериям качества размерностных оценок. **Цель исследования** - определить чувствительность между размерностными оценками элементов структуры валкового чугуна и его механическими свойствами. **Вывод.** Для прогноза механических свойств валкового чугуна с пластинчатой формой графита целесообразно использовать его размерностные оценки D_0, D_1, D_2 при увеличении структуры $\times 200$. Размерностные оценки графита D_{200}, D_{-200} , ввиду их низкой чувствительности к механическим свойствам, применять для их прогноза в исследованном масштабном диапазоне представления структуры ($\times 100, \times 1000$) некорректно.

Ключевые слова: чувствительность, мультифрактал, структура, механические свойства, размерность

ВИЗНАЧЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ МУЛЬТИФРАКТАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИТИК МЕТАЛУ

ВОЛЧУК В. М.,¹ *д. т. н., доц.*

¹ Кафедра матеріалознавства та обробки матеріалів, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuku@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0001-8717-6786

Анотація. Постановка проблеми. Останнім часом у деяких статтях, присвячених питанням матеріалознавства, неводяться приклади об'єктів, для опису яких застосовується мова фрактальної геометрії. Однак застосування такого підходу має бути строго обґрунтоване, оскільки воно повинно базуватися на тому, що саме фрактальна розмірність, властива досліджуваному матеріалу, може характеризувати його якісні властивості. Дотепер цю проблему пропонувалося вирішувати за допомогою критерію Ф. Такенса. Виконання умов, що задовольняють даному критерію, зводяться до виміру якоїсь однієї характеристики досліджуваної системи в різні моменти часу з інтервалом Δt . У результаті цих вимірів виходить деяка обмежена послідовність $\{a_i\}$, $0 \leq i < \infty$. Якщо для цієї послідовності вдається побудувати гладку детерміновану модель

виду $\frac{d\vec{x}}{dt} = \vec{f}(\vec{x})$ [1], ми маємо справу зі складним детермінованим процесом і застосовувати мову фрактальної

геометрії немає сенсу. Підхід, заснований на застосуванні мультифрактальної теорії [2; 3] для кількісної оцінки елементів структури, дозволяє шляхом зіставлення спектра статистичних розмірностей її елементів визначати чутливі показники якісних характеристик, зокрема, механічних властивостей, описуючи взаємно однозначну відповідність даних розмірностей структури та цих властивостей. Це, у свою чергу, зумовлює зменшення неповноти формальної аксіоматики, що виникає при описі елементів структури металу за допомогою традиційних фігур геометрії Евкліда, шляхом виявлення структурно-чутливих до критеріїв якості оцінок розмірності. **Мета дослідження** - визначити чутливість між оцінками розмірності елементів структури валкового чавуну і його механічними властивостями. **Висновок.** Для прогнозу механічних властивостей валкового чавуну із пластинчастою формою графіту доцільно використати його оцінки розмірності D_0, D_1, D_2 , збільшуючи структуру $\times 200$. Оцінки розмірності графіту D_{200}, D_{-200} , у зв'язку з їх низькою чутливістю до механічних властивостей, застосовувати для їх прогнозу в дослідженому масштабному діапазоні подання структури ($\times 100, \times 1000$) некоректно.

Ключові слова: чутливість, мультифрактал, структура, механічні властивості, розмірність

DETERMINING THE SENSITIVITY OF THE MULTIFRACTAL CHARACTERISTICS OF METALS

VOLCHUK V. N.,¹ *Dr. Sc. (Tech.)*.

¹ Department of Materials Science, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-a, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 47-39-56, e-mail: volchuky@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0001-8717-6786

Summary. Raising of problem. Recently, some articles devoted to the issues of materials, are examples of objects which are used to describe the language of fractal geometry. However, such an approach must be rigorously justified, as it should be based on the fact that the fractal dimension is inherent in the test material can be characterized by its high-quality properties. Until now, this problem was proposed to solve using the criterion of F. Takens. The prerequisites for satisfying this criterion is reduced to measuring any one characteristic of the system under study at different times at intervals Δt . As a result of these measurements are obtained by a bounded sequence $\{a_i\}$, $0 \leq i < \infty$. If this sequence

is possible to construct a smooth deterministic model of the form $\frac{d\bar{x}}{dt} = \vec{f}(\bar{x})$ [1], then we are dealing with a complex

deterministic process and apply the language of fractal geometry is meaningless. An approach based on the use of multi-fractal theory [2, 3] to quantify the elements of the structure, allows the spectrum by comparing the statistical dimensions of its elements, identify sensitive indicators of qualitative characteristics, in particular the mechanical properties, describing the one-to-one correspondence data dimensional structures and these properties. This in turn reduces the incompleteness of formal axiomatic that occurs in the description of the elements of the metal structure through the traditional figures of Euclidean geometry by identifying structurally sensitive to the quality criteria of dimensional ratings. **Purpose.** To determine the sensitivity between the dimensional assessments of the structural elements of roll-iron and mechanical properties. **Conclusion.** To predict the mechanical properties of cast iron plate roll form graphite is advisable to use it with an increase in the dimensional assessment framework $\times 200$. Dimension assessment graphite, due to their low sensitivity to mechanical properties, applied to their forecast of the investigated large-scale representation of the range of structure ($\times 100, \times 1000$) correctly.

Key words: sensitivity, multifractal structure, mechanical properties, dimension

Введение. В последнее время в некоторых статьях, посвященных вопросам материаловедения, приводятся примеры объектов, для описания которых применяется язык фрактальной геометрии. Однако применение такого подхода должно быть строго обосновано, поскольку оно должно базироваться на том, что именно фрактальная размерность, присущая исследуемому материалу, может характеризовать его качественные свойства. До настоящего времени эту проблему предлагалось решать при помощи

критерия Ф. Такенса. Выполнение условий, удовлетворяющих данному критерию сводится к измерению какой-либо одной характеристики изучаемой системы в разные моменты времени с интервалом Δt . В результате этих измерений получается некоторая ограниченная последовательность $\{a_i\}$, $0 \leq i < \infty$. Если для этой последовательности удастся построить гладкую детерминированную модель вида $\frac{d\bar{x}}{dt} = \vec{f}(\bar{x})$ [1], мы

имеем дело со сложным детерминированным процессом и применять язык фрактальной геометрии бессмысленно.

Но, во-первых, мы не всегда можем экспериментально получить такую последовательность, а, во-вторых, поскольку мы всегда имеем дело с выборкой конечной длины N , постольку естественно возникает вопрос о том, каким должно быть число N , чтобы можно было надежно определить корреляционный показатель? Как видим, проблема не столь проста, как это кажется с первого взгляда. На наш взгляд, в самом начале исследования должна быть показана чувствительность фрактальной размерности материала к тем его характеристикам, на идентификацию которых они направлены. Последнее объясняется тем, что фрактальная размерность, присущая исследуемому материалу, может изменяться в очень узком диапазоне и в этой связи может быть нечувствительной (мало-чувствительной) к изменению тех характеристик материала, идентификация которых производится.

Подход, основанный на применении мультифрактальной теории [2; 3] для количественной оценки элементов структуры, позволяет путем сопоставления спектра статистических размерностей ее элементов определять чувствительные показатели качественных характеристик, в частности, механических свойств, описывая взаимно однозначное соответствие данных размерностей структуры и этих свойств. Это, в свою очередь, приводит к уменьшению неполноты формальной аксиоматики, возникающей при описании элементов структуры металла с помощью традиционных фигур геометрии Евклида, путем выявления структурно-чувствительных к критериям качества размерностных оценок.

Экспериментальные результаты и их обсуждение. Для решения этой задачи предлагается ввести критерий - K , отражающий чувствительность некоторой размерности элементов структуры из мультифрактального спектра статистических размерностей к изменениям исследуемых характеристик материала [1]. Пусть X_1 и X_2 - два числа, характеризующих некоторое

качество материала из множества его значений, и пусть Y_1 и Y_2 - соответствующие им численные значения размерностных оценок, полученных на основании изучения некоторой области $i=1, \dots, n$ этого материала. Определим, как сказывается отличие между показателями X_1 и X_2 на отличие между Y_1 и Y_2 . Поскольку X и Y - числа, то за меру можно принять $|X_1 - X_2|$ и соответственно $|Y_1 - Y_2|$. Так, например, для задач материаловедения удобно изучать чувствительность фрактальной или любой другой размерности элементов структуры материалов к изменениям их качественных характеристик, вычисляя коэффициент чувствительности K_i (1) по предложенной В. И. Большаковым и Ю. И. Дубровым методике [1]:

$$K_i = |Y_i - Y_{i+1}| / |X_i - X_{i+1}|. \quad (1)$$

Для выделения полезного сигнала на фоне помех естественно полученные точечные значения чувствительности фрактальной или статистической размерностей сравнивались с погрешностью - ψ методики по ее вычислению:

$$\forall K_i \gg \psi, \quad i=1, \dots, n. \quad (2)$$

При этом, если условие (2) нарушается, т. е. когда (3)

$$\exists [(K_j \approx \psi) \cup (K_j \leq \psi)] \in K_i, \quad (3)$$

то принимается, что для каждой из $j \in i$ -областей размерность Y_j не коррелирована с исследуемыми характеристиками материала и применение методики мультифрактального анализа структуры материала, например, для прогноза его качественных характеристик, некорректно. Чувствительность будет максимальной в тех точках структуры шлифа, где наблюдается максимальное изменение свойств металла. В работе [4] показано, что чувствительность спектра размерностей элементов феррито-перлитной структуры малоуглеродистой низколегированной стали достаточно высокая и этот факт можно использовать при идентификации, например, ее механических свойств, в частности, при определении показателей твердости косвенным путем.

На рисунку приведені результати розрахунку коефіцієнтів чутливості механічних властивостей валкового чугуна з пластинчастою формою графіта K_i к розмірностям

розмірностей оцінкам $D_0, D_1, D_2, D_{200}, D_{-200}$ графіта, вихисленим по формуле (1).

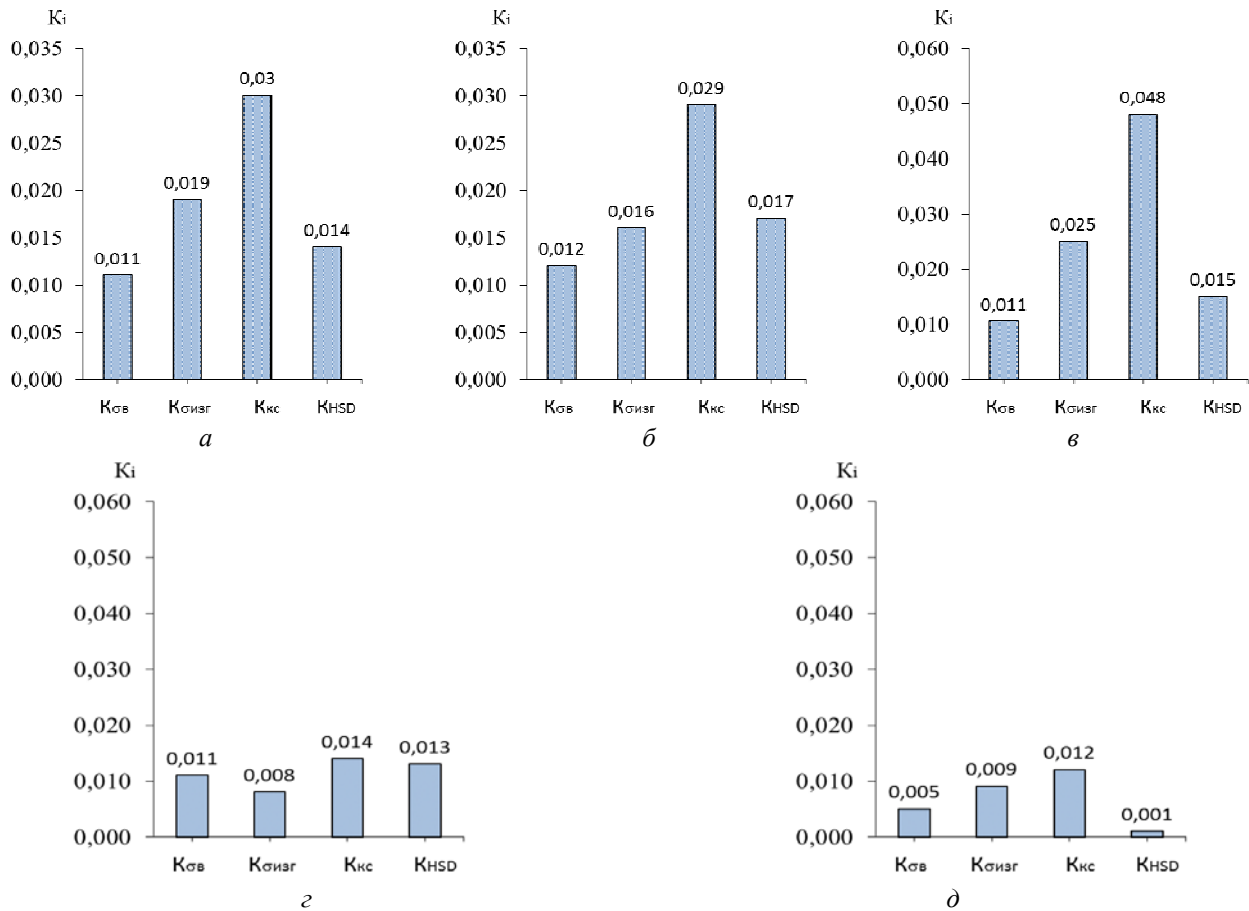


Рис. Чувствительность механических свойств к фрактальной (а), информационной (б), корреляционной (в), D_{+200} (г) и D_{-200} (д) размерностям графита рабочей зоны бочек валков исполнения СПХН

Коефициенты чутливості фрактальної (0,011...0,030), інформаційної (0,012...0,029) і кореляційної (0,011...0,048) розмірностей пластинчатого графіта, як це слідує з рисунка, перевищують в 2-3 рази коефициенти чутливості інших розмірностей $K_{D_{+200}}$ (0,008...0,014) і $K_{D_{-200}}$ (0,001...0,012) з мультифрактального спектра обобщенных статистических размерностей Реньи. Поэтому для дальнейшего использования размерностных оценок графита при прогнозе механических свойств валкового чугуна определены его наиболее чувствительные размерности D_0, D_1, D_2 , а граничные размерности D_{200}, D_{-200} , ввиду их незначительных пока-

зателей чутливості, в дальніших розрахунках якості не учитывались.

Выводы. На основании проведенного эксперимента по выявлению чувствительности механических свойств рабочей зоны бочек чугунных прокатных валков исполнения СПХН к статистическим обобщенным размерностям элементов структуры из исследуемого мультифрактального спектра $D_0, D_1, D_2, D_{200}, D_{-200}$ сделаны следующие выводы:

1. Для прогноза механических свойств валкового чугуна с пластинчатой формой графита целесообразно использовать его размерностные оценки D_0, D_1, D_2 при увеличении структуры $\times 200$.

2. Размерностные оценки графита D_{200}, D_{-200} , ввиду их низкой чувствитель-

ности к механическим свойствам, применяются для их прогноза в исследованном ма-

сштабном диапазоне представления структуры ($\times 100$, $\times 1000$) некорректно.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Большаков В. И. Об оценке применимости языка фрактальной геометрии для описания качественных трансформаций материалов / В. И. Большаков, Ю. И. Дубров // Доповіді Національної академії наук України. – № 4. – 2002. – С. 116-121.
2. Синергетика и фракталы в материаловедении / В. С. Иванова, А. С. Баланкин, И. Ж. Бунин, А. А. Оксогоев. – Москва : Наука, 1994. – 383 с.
3. Большаков В. И. Особенности применения мультифрактального формализма в материаловедении / В. И. Большаков, В. Н. Волчук, Ю. И. Дубров // Доповіді Національної академії наук України. – 2008. – № 11. – С. 99–107.
4. Большаков В. И. Материаловедческие аспекты применения вейвлетно-мультифрактального подхода для оценки структуры и свойств малоуглеродистой стали / В. И. Большаков, В. Н. Волчук // Металлофизика и новейшие технологии. – 2011. – Т. 33, вып. 3. – С. 347–360.

REFERENCES

1. Bol'shakov V.I. and Dubrov Yu.I. *Ob otsenke primenimosti yazyka fraktal'noy geometrii dlya opisaniya kachestvennykh transformatsiy materialov* [An estimate of the applicability of the language of fractal geometry to describe quality transformation of materials]. *Dopovidi Nacional'noi akademii nauk Ukraini*. [Reports of National Academy of Sciences of Ukraine]. 2002, no. 4, pp. 116–121. Available at: <http://www.dopovidi.nas.gov.ua/>
2. Ivanova V.S., Balankin A.S., Bunin I.Z. and Oksogoyev A.A. *Sinergetika i fraktaly v materialovedenii* [Synergy and fractals in material]. Moscow: Science, 1994. 383 p. Available at: <http://www.nglib.ru/annotation.jsp?book=009313>
3. Bolshakov V.I., Volchuk V.N. and Dubrov Yu.I. *Osobennosti primeneniya mul'tifraktal'nogo formalizma v materialovedenii* [Features of the multifractal formalism in materials science]. *Dopovidi Nacional'noi akademii nauk Ukraini* [Reports of the National Academy of Sciences of Ukraine]. 2008, no. 11, pp 99-107. Available at: <http://www.dopovidi.nas.gov.ua/2008-11/>
4. Bolshakov V.I. and Volchuk V.N. *Materialovedcheskiye aspekty primeneniya veyvletno-mul'tifraktal'nogo podkhoda dlya otsenki struktury i svoystv malouglerodistoy stali* [Materials aspects of wavelet-multifractal approach for assessing the structure and properties of low-carbon steel]. *Metallofizika i novejschie tehnologii* [Metal Physics and Advanced Technologies]. 2011, vol. 33, no. 3, pp. 347-360. Available at: <http://mfint.imp.kiev.ua/ru/toc/v33/i03.html>

Рецензент: д-р т. н., проф. Ю. І. Дубров

Надійшла до редколегії: 07.09.2015 р. Прийнята до друку: 11.09.2015 р.

УДК 657.922

О ВЕЛИЧИНЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ КАПИТАЛИЗАЦИИ НЕДВИЖИМОСТИ, ОПРЕДЕЛЕННОЙ МЕТОДОМ РЫНОЧНОЙ ЭКСТРАКЦИИ

КИРИЧЕК Ю. А.^{1*}, *д. т. н., проф.*,

ЛАНДО Е. А.², *к. т. н., доц.*

^{1*}Кафедра землеустройства, строительства автомобильных дорог и геодезии, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, 49005, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (050) 320-38-17 (0562) 47-08-88, e-mail: yakirichek@gmail.com. ORCID ID: 0000-0002-1573-0706

²Кафедра землеустройства, строительства автомобильных дорог и геодезии, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24а, 49005, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (097) 566-54-38 (0562) 47-08-88, e-mail: lando@ua.fm. ORCID ID: 0000-0002-2608-931X

Аннотация. Рациональная государственная политика в сфере управления недвижимостью и эффективного использования земель возможна лишь на основе достоверных показателей рыночной стоимости недвижимости и рыночной арендной платы. Выполнение этой важной функции выдвигает повышенные требования к объективности результатов оценки. Анализ коэффициентов капитализации позволяет при осуществлении инвестиционных проектов определить доходность недвижимости различного функционального назначения. Предложенные данные расширяют информационную базу, делают процедуру оценки более обоснованной и прозрачной.

Ключевые слова: недвижимое имущество, коэффициент капитализации, рыночная экстракция, анализ рынка, рыночная стоимость, рыночная арендная плата.

ПРО ВЕЛИЧИНУ КОЕФІЦІЄНТІВ КАПІТАЛІЗАЦІЇ НЕРУХОМОСТІ, ВИЗНАЧЕНИХ МЕТОДОМ РИНКОВОЇ ЕКСТРАКЦІЇ

КІРІЧЕК Ю. О.^{1*}, *д. т. н., проф.*,

ЛАНДО Є. О.², *к. т. н., доц.*

^{1*}Кафедра землевпорядкування, будівництва автомобільних доріг і геодезії, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (050) 320-38-17, (0562) 47-08-88, e-mail: yakirichek@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1573-0706

²Кафедра землевпорядкування, будівництва автомобільних доріг і геодезії, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24а, 49005, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (097) 566-54-38, (0562) 47-08-88, e-mail: lando@ua.fm, ORCID ID: 0000-0002-2608-931X

Анотація. Рациональна державна політика в сфері землевпорядкування та управління нерухомістю можлива лише на основі достовірних показників ринкової вартості нерухомості та ринкової орендної плати. Виконання цієї важливої функції висуває підвищені вимоги до об'єктивності результатів оцінки. Аналіз коефіцієнтів капіталізації дозволить при здійсненні інвестиційних проектів визначити прибутковість нерухомості різного функціонального призначення. Запропоновані заходи розширюють інформаційну базу, роблять процедуру оцінки більш обґрунтованою та прозорою.

Ключові слова: нерухоме майно, коефіцієнт капіталізації, ринкова екстракція, аналіз ринку, ринкова вартість, ринкова орендна плата.

SIZE OF CAPITALISATION RATIOS OF REAL ESTATE DETERMINED BY THE METHOD OF MARKET EXTRACTION

KIRICHEK Yu. A.^{1*} *Dr.Sc. (Tech.), Prof.*

LANDO E. A.² *Ph. D., Assoc. Prof.*

^{1*}The Department of land management, road construction and geodesy, State higher educational establishment «Pridneprovs'ka state academy of civil engineering and architecture», Chernyshevskogo street, 24A, 49005, Dnepropetrovsk, Ukraine, tel.+38 (050) 320-38-17 (0562) 47-08-88, e-mail: yakirichek@gmail.com, ORCID ID: 0000-0002-1573-0706

²The Department of land management road construction and geodesy, State higher educational establishment «Pridneprovs'ka state academy of civil engineering and architecture», Chernyshevskogo street, 24A, 49005, Dnipropetrovsk, tel. +38 (097) 566-54-38, (0562) 47-08-88, e-mail: lando@ua.fm, ORCID ID: 0000-0002-2608-931X

Summary. Rational state policy in the field of and effective use of lands is possible only on the basis of real market value of real estate and market rents. Carrying out of this important function offers the increase of requirements to objectivity of results of evaluation. Analysis of capitalization rates allows determine the profitability of real estate for

various purposes in realization of investment projects. The proposed activities increase information base and make the procedure of evaluation of more reasonable and approachable.

Key words: *real estate, capitalization rate, market extraction, market analysis, market value and market rent.*

Вступление. Согласно действующей нормативной базе оценки [1] ставка капитализации определена как коэффициент, который применяется для определения стоимости объекта исходя из ожидаемого дохода от его использования при условии, что доход будет неизменным на протяжении длительного периода в будущем. Она отражает норму дохода на инвестированный капитал (собственный и ссудный) и норму его возмещения. В практике оценки применяют такие методы определения ставки капитализации как метод рыночной экстракции (выжимки), метод кумулятивного построения (суммирования), метод связанных инвестиций (метод инвестиционной группы) [2] и т. д. Метод экстракции предполагает для расчета ставки капитализации сравнение прогнозируемого годового чистого операционного дохода и цены продажи (цены предложения) подобного недвижимого имущества [3]. При определении ставки капитализации необходима достоверная информация о достаточном количестве реальных сделок по аренде и покупке, продаже подобных объектов недвижимости.

Цель статьи. Анализ коэффициентов капитализации дает возможность при планировании инвестиционных проектов определить уровень доходности и стоимости недвижимости, оценить влияние на стоимость недвижимости ряда ценообразующих факторов (места расположения, размеров, других характеристик).

Метод рыночной экстракции основан на анализе норм прибыли, получаемой от сопоставимых объектов. Данный метод определения ставки капитализации является прямым и наиболее доказательным, поскольку он оперирует непосредственно рыночными данными о стоимости недвижимости и арендной плате. Согласно методу экстракции коэффициент капитализации рассчитывается как среднее арифметическое из полученных значений для ряда подобных объектов:

$$R = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_j,$$

где: n – количество подобных объектов; R_j – коэффициент капитализации j -го объекта.

$$R_j = \frac{I_j}{V_j},$$

где: I_j – чистый операционный доход от j -й подобной недвижимости; V_j – рыночная стоимость j -й подобной недвижимости.

При внешней простоте метод экстракции вызывает определенные трудности при практическом применении, поскольку информация по реальным ценам продаж, как правило, недоступна оценщикам, а цены предложений чаще не соответствуют ценам сделок из-за наличия торга и скидок, что требует их учета и вносит дополнительные погрешности при расчете ставки капитализации.

На основании усредненных данных о рыночных ценах и рыночной арендной плате в различных административных районах г. Днепропетровск по состоянию на апрель 2015 г. (табл. 1) рассчитаны значения соответствующих им значений ставок капитализации (табл. 2). Был применен следующий алгоритм метода рыночной экстракции. На первом этапе сформирован перечень предложений к продаже и аренде помещений различного коммерческого назначения (см. табл. 1). На втором этапе произведен расчет потенциального валового дохода и чистого операционного дохода с 1 кв. м недвижимости. На третьем этапе рассчитана ставка капитализации как среднеарифметическое значение [4].

Полученные в результате данные о величине ставки капитализации носят усредненный характер, так как они не структурированы по классам и другим ценообразующим факторам. Поэтому такая информация носит больше качественный, чем количественный характер и может использоваться как ориентир возможных

соотношений ставок капитализации в пределах территории города. Нижеприведенные выводы справедливы для вторичной недвижимости, преобладающей на рынке.

По результатам расчета значения усредненных ставок капитализации для офисной недвижимости в г. Днепропетровск находятся в пределах от 0,6 до 0,9. Причем

максимальные значения характерны для правобережья (исторической части города) и минимальные - для развивающегося левобережья с промышленными зонами. Диапазон ставок для торговой недвижимости составлял от 0,11 до 0,15 с максимальными значениями в некоторых наиболее удаленных районах и средними значениями в центре города.

Таблица 1

Данные о средних рыночных ценах и средней ставке арендной платы для помещений различного функционального назначения в г. Днепропетровск в апреле 2015 г., \$/кв.м

Район	Офисные помещения		Торговые помещения	
	Цена, \$/кв.м	Ставка арендной платы, \$/кв.м	Цена, \$/кв.м	Ставка арендной платы, \$/кв.м
Амур-Нижнеднепровский	909	5	1 039	12
Бабушкинский	891	8	1 129	16
Жовтневый	820	6	1 093	14
Индустриальный	846	6	1 153	13
Кировский	1 121	9	1 477	15
Красногвардейский	789	7	975	12
Ленинский	653	5	976	10
Самарский	620	4	804	12
Средняя	831,1	6,3	1 080,8	13
Максимальная (max)	1 121	9	1 477	16
Минимальная (min)	620	4	804	10

Таблица 2

Усредненные значения ставки капитализации для офисной и торговой недвижимости г. Днепропетровск

Район	Усредненная ставка капитализации для офисных помещений	Усредненная ставка капитализации для торговых помещений
Жовтневый	0,08	0,13
Кировский	0,08	0,11
Красногвардейский	0,09	0,13
Бабушкинский	0,09	0,15
Ленинский	0,08	0,11
Амур-Нижнеднепровский	0,06	0,12
Индустриальный	0,07	0,12
Самарский	0,07	0,15

Анализ данных значений ставок капитализации, полученных методом экстракции, свидетельствует о том, что рынок продаж и рынок аренды недвижимости преобладающим образом формируются под влиянием спроса и предложения на покупку-продажу недвижимости и аренду. Причем эти два сектора рынка тесно связаны и в условиях высоких рисков, характерных для текущего момента, вызванных кризисом и войной, инвесторы проявляют склонность больше к

аренде, чем к покупке. И основным мотивом приобретения недвижимости в сложившихся условиях является покупка недвижимости с целью обеспечения конкретного бизнеса, а не для формирования инвестиционного портфеля. То есть метод экстракции в таких случаях единственно дает достоверные результаты, однако он может служить ориентиром и для назначения составляющих в кумулятивном методе определения ставки капитализации. Только при таких условиях доходный

подход способен обеспечить достоверный результат определения рыночной стоимости недвижимости.

Для ряда областных центров Украины рассчитаны средние значения и диапазон цен помещений торгового и офисного назначения (рис. 1) и арендной платы (рис. 2). Изучены данные рынка недвижимости Киева, Днепропетровска, Винницы (Центрального региона), Львова, Ровно (Западного региона), Одессы (Причерноморского региона), Харькова (Восточного региона), собранные информационно-аналитическим центром компании «Олимп Консалтинг» [5]. Анализ значений чистого операционного дохода от аренды торговой и офисной недвижимости выполнен по результатам анализа рынка недвижимости в апреле 2015 года.

На основании сводных данных, представленных в таблице 3, аналогичным путем рассчитаны коэффициенты

капитализации для помещений офисного и торгового назначения для областных центров (табл. 4). На основании анализа информации для разных областных центров определены диапазоны значений ставок капитализации $0,06 \div 0,18$ для офисных помещений и $0,11 \div 0,28$ для торговых помещений. К сожалению, использовались данные, не структурированные по местоположению, на классы и так далее, поэтому результат носит усредненный характер и говорит скорее о возможных интервалах и средних значениях полученных данных.

Полученные данные отражают инвестиционную привлекательность недвижимости в различных регионах. Ее стоимость и арендная плата снижаются по мере приближения к зонам внешней агрессии на восточной границе Украины (рис. 1 и 2).

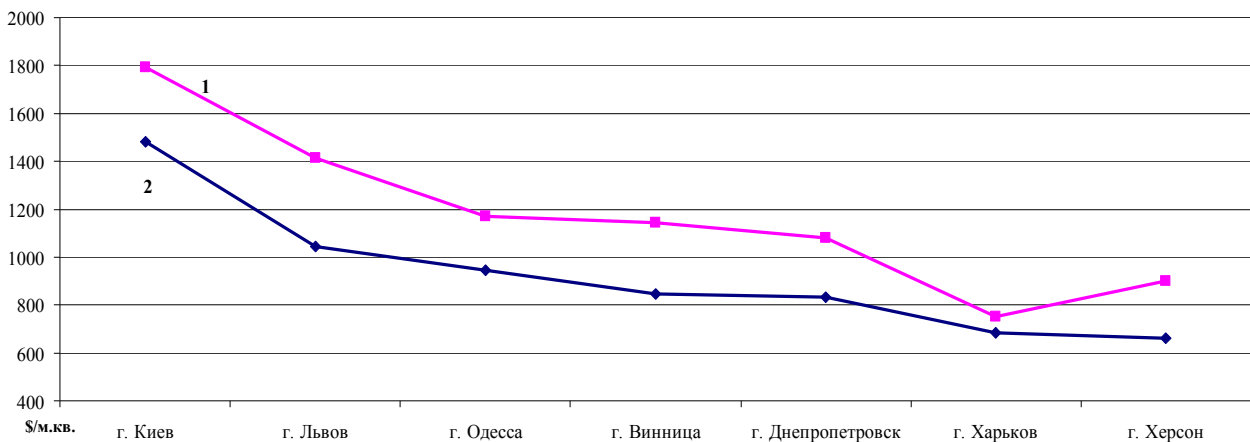


Рис. 1. Средние рыночные цены помещений коммерческого назначения в городах Украины: 1 – недвижимость торгового назначения, 2 – недвижимость офисного назначения

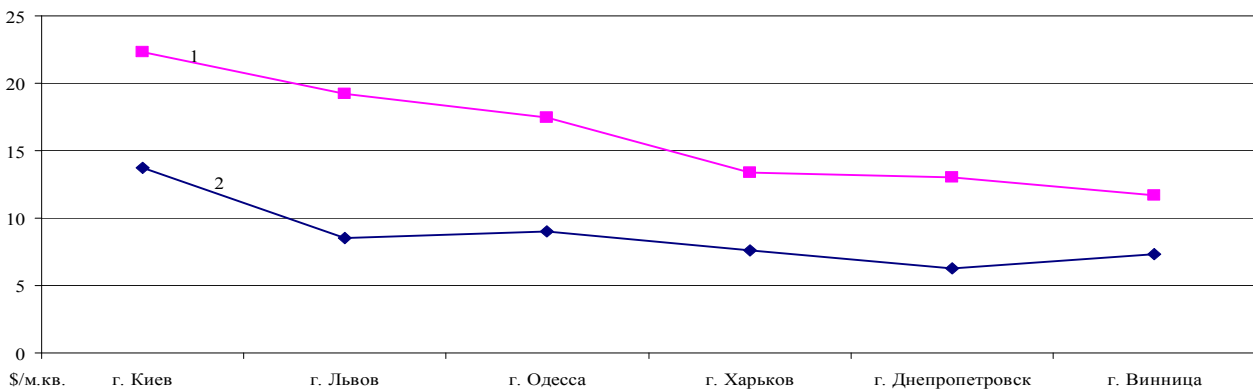


Рис. 2. Средние значения рыночной арендной платы за недвижимость коммерческого назначения в городах Украины: 1 – недвижимость торгового назначения, 2 – недвижимость офисного назначения.

Таблиця 3

Данные о рыночных ценах и арендной плате для офисных и торговых помещений (med, max, min), \$/кв.м

№ п/п	Наименование областного центра	Численность населения, тыс. чел.*	Площадь города км. кв	Офисные помещения		Торговые помещения	
				цена	арендная ставка	цена	арендная ставка
1	2	3	4	5	6	7	8
Центральный регион							
1	г. Киев	2 889,838	847,66	1 481,8	13,7	1 790,5	22,3
	max			2270	18	2 833	27
	min			1212	11	820	17
2	г. Винница	372,432	69	848,3	7,3	1 143,3	11,7
	max			894	8	1 258	12
	min			775	6	922	11
Донецко-Приднепровский регион							
3	г. Днепропетровск	990,775	405	831,1	6,3	1 080,8	13
	max			1 121	9	1 477	16
	min			620	4	804	10
Западный регион							
4	г. Львов	728,545	192,01	1045,2	8,5	1414	19,2
	max			1200	11	2155	27
	min			859	7	1126	14
Причерноморский регион							
5	г. Одесса	1015,634	236,9	946	9	1168,5	17,5
	max			1075	10	1404	22
	min			812	8	935	16
Северо-Восточный регион							
6	г. Харьков	1452,373	350	681,8	7,6	750,6	13,4
	max			826	11	1031	21
	min			490	6	552	9

Таблиця 4

Результаты расчета ставки капитализации для коммерческой недвижимости по регионам Украины

№ п/п	Наименование областного центра	Ставка капитализации	
		Офисные помещения	Торговые помещения
1	2	3	4
Центральный регион			
1	г. Киев	0,10	0,15
	max	0,13	0,24
	min	0,09	0,11
2	г. Винница	0,10	0,11
	max	0,11	0,12
	min	0,09	0,11
3	г. Днепропетровск	0,09	0,14
	max	0,12	0,17
	min	0,06	0,11
Западный регион			
4	г. Львов	0,10	0,15
	max	0,11	0,20
	min	0,08	0,11
Причерноморский регион			
5	г. Одесса	0,11	0,19
	max	0,12	0,22
	min	0,10	0,16
Восточный регион			
6	г. Харьков	0,16	0,21
	max	0,18	0,28
	min	0,13	0,15

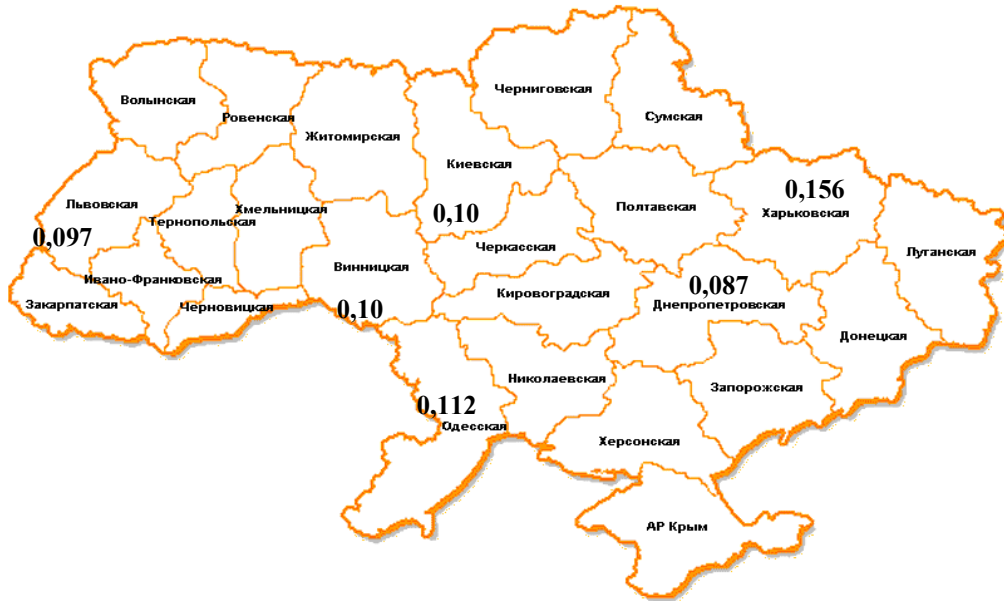


Рис. 3. Средние ставки капитализации для недвижимости офисного назначения

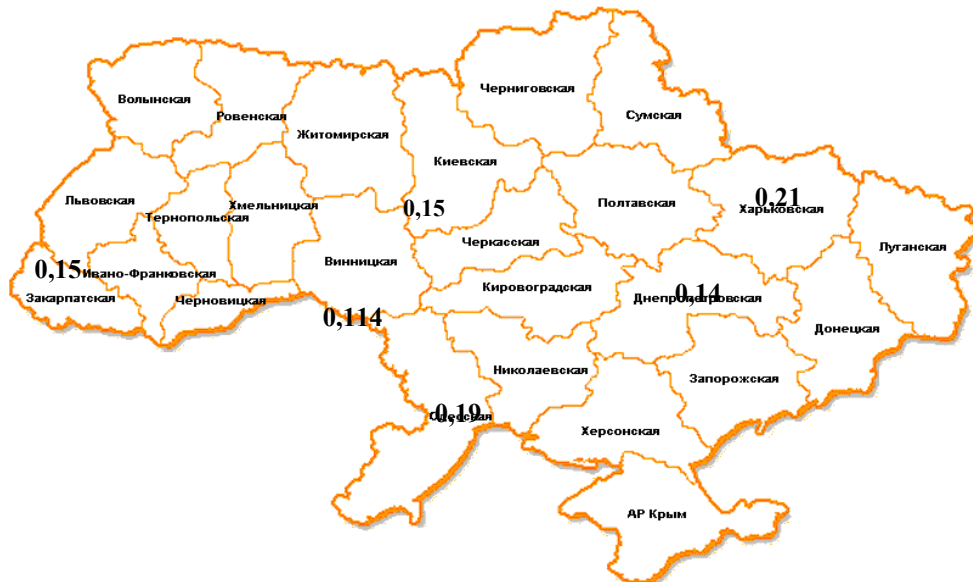


Рис.4. Средние ставки капитализации для недвижимости торгового назначения

В соответствии с Законом Украины «Об аренде государственного и коммунального имущества» аренда государственного и коммунального недвижимого имущества осуществляется по нормативным ставкам. Они рассчитываются в процентном соотношении от рыночной стоимости недвижимого имущества, принятым согласно Постановлению КМУ № 786 от 04.10.1995 года. Действующее законодательство требует определять сначала рыночную стоимость арендованного государственного и коммунального имущества путем

проведения независимой оценки и после этого на основании нормативных коэффициентов [6], в зависимости от видов деятельности арендатора, рассчитывается контрактная арендная плата по договору аренды.

Используя приведенные выше данные об усредненных рыночных ценах на коммерческую недвижимость различного функционального назначения, произвели расчет нормативной арендной платы, основанной на утвержденных коэффициентах - для недвижимости офисного назначения 15 % и для торговой

недвижимости 18 %. Данные расчета и сопоставления нормативной арендной платы с рыночной арендной платой представлены в таблице 5. Как следует из таблицы, величина арендной платы, определенная на основании рыночных цен с учетом применения нормативных коэффициентов, для расчета арендной платы во многих случаях значительно превышает сложившуюся рыночную арендную плату, характерную для помещений офисного и торгового назначения. То есть

устанавливаемая государством арендная плата превышает рыночную арендную плату. Это приводит к тому, что многие арендаторы покидают государственные и коммунальные объекты аренды и бюджет несет значительные потери. Это тот случай, когда остается сожалеть об отсутствии в действующей нормативно-правовой базе оценки определения «рыночная арендная плата», которое имеется в Международных стандартах оценки [7].

Таблица 5

Данные о рыночной и нормативной арендной плате для помещений коммерческого назначения, \$/кв.м

№ п/п	Наименование областного центра	Арендная плата для помещений коммерческого назначения, \$/кв.м					
		офисные помещения			торговые помещения		
		Арын	Анор	%	Арын	Анор	%
1	2	3	4	5	6	7	8
Центральный регион							
1	г. Киев	13,7	18,52	35	22,3	26,86	20
	max	18	28,38	58	27	42,5	57
	min	11	15,15	38	17	12,3	-28
2	г. Винница	7,3	10,6	45	11,7	17,15	47
	max	8	11,18	40	12	18,87	57
	min	6	9,69	62	11	13,83	26
Донецко-Приднепровский регион							
3	г. Днепропетровск	6,3	10,39	65	13	16,21	25
	max	9	14,01	56	16	22,16	39
	min	4	7,75	94	10	12,06	21
Западный регион							
4	г. Львов	8,5	13,07	54	19,2	21,21	11
	max	11	15	36	27	32,33	20
	min	7	10,74	53	14	16,89	21
Причерноморский регион							
5	г. Одесса	9	11,83	31	17,5	17,53	0,17
	max	10	13,44	34	22	21,06	-4
	min	8	10,15	27	16	14,03	-12
Северо-Восточный регион							
6	г. Харьков	7,6	8,52	12	13,4	11,26	-15
	max	11	10,33	-6	21	15,47	-26
	min	6	6,13	2	9	8,28	-8

Сложилась, кроме того, искусственно усложненная процедура определения арендной платы за аренду государственного и коммунального имущества, состоящая из излишнего государственного регулирования ставки арендной платы, проведения независимой оценки и расчета государственными служащими контрактной арендной платы на основании независимой оценки и нормативной ставки.

Гораздо правильнее и легче назначать

плату за аренду государственного имущества в случае развитого рынка аренды на основании «рыночной арендной платы». Для этого необходимо внести соответствующие изменения в нормативно-правовую базу оценки.

Выводы. В качестве рекомендаций предлагается следующее.

1. Ввести в национальном стандарте № 1 понятие: «Рыночная арендная плата - это денежная сумма, за которую имущество

сдается в аренду на рынке на общепринятых условиях на дату оценки добровольным арендодателем добровольному арендатору, которые не связаны между собой, после надлежащего маркетинга, при условиях, что обе стороны достаточно осведомлены, действовали благоразумно и без принуждения».

2. Рекомендовать Кабинету Министров Украины внести изменения в порядок назначения арендной платы, приняв за

основу «рыночную арендную плату».

Предложенные мероприятия способствуют наполнению бюджета, уменьшат сопутствующие затраты и сделают процедуру назначения нормативной арендной платы прозрачной, понятной и обоснованной, что гарантирует от повторения подобных ошибочных решений, наносящих ущерб государственным и коммунальным предприятиям.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Про затвердження Національного стандарту № 1 "Загальні засади оцінки майна і майнових прав" : Постанова Кабінету Міністрів України від 10 жовтня 2003 р. № 1440. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1440-2003-%D0%BF>.
2. Победина Е. Г. Ставка дисконтирования и капитализации / Е. Г. Победина, С. В. Драгунов ; под общ. ред. Я. И. Маркуса. – Киев, 2007.
3. Про затвердження Національного стандарту № 2 "Оцінка нерухомого майна" : Постанова Кабінету Міністрів України від 28 жовтня 2004 р. № 1442. – Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1442-2004-%D0%BF>.
4. Фролов С. Е. Оценка квартир / Фролов С. Е., Шевко С. А. ; под общ. ред. Маркуса Я. И. – Киев, 2007.
5. Информационно-аналитический центр компании «Олимп Консалтинг» база данных «Olimp-News». – Режим доступу: www.base.olimp.net.ua, январь-апрель 2015.
6. Про Методику розрахунку орендної плати за державне майно та пропорції її розподілу : Постанова Кабінету Міністрів України від 4 жовтня 1995 р. № 786. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/786-95-%D0%BF/ed20110920>.
7. Міжнародні стандарти оцінки 2011 / Комітет з міжнародних стандартів оцінки ; пер. з англ. Укр. т-ва оцінщиків. – Київ : Аванпост-Прим, 2012. – 136 с.

REFERENCES

1. Kabinet Ministriv Ukrayiny. *Pro zatverdzhennya Natsional'noho standartu № 1 "Zagalni zasady otsinky mayna i maynovykh prav"*. *Postanova vid 10 zhovtnia 2003 № 1440* [On approval of the National Standard № 1 "General principles of property valuation and property rights". Decree of October 10, 2003 № 1440]. Available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/1440-2003-%D0%BF>.
2. Pobedyna E.H. and Dragunov S.V. *Stavka diskontirovaniya i kapitalizatsii* [Discount rate and capitalization]. Kiev, 2007. (in Russian).
3. Kabinet Ministriv Ukrayiny. *Pro zatverdzhennia Natsionalnogo standartu №2 "Otsinka nerukhomogo mayna"*. *Postanova vid 28 zhovtnia 2004 № 1442* [On approval of the National standard № 2 "Valuation of property". Decree of October 28, 2004 № 1442]. Available at: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1442-2004-%D0%BF>.
4. Frolov S.E. and Shevko S.A. *Otsenka kvartyr* [Valuation of apartments]. Kiev, 2007. (in Russian).
5. *Informatsionno-analiticheskii tsentr kompanii «Olimp Konsalting» baza dannykh «Olimp-News»* [Information and analytical Center of the company 'Olimp Konsalting' database 'Olimp-News']. Available at: www.base.olimp.net.ua, yanvar' - april' 2015.
6. Kabinet Ministriv Ukrainy. *Pro metodyku rozrakhunku orendnoi platy za derzhavne mayno ta proporsii ii rozpodilu*. *Postanova vid 4 zhovtnia 1995 № 786* [About the method of calculating of rent for state property and proportions of its distribution. Decree of October 4, 1995 № 786]. Available at: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/786-95-%D0%BF/ed20110920>.
7. Komitet z mizhnarodnykh standartiv otsinky. *Mizhnarodni standarty otsinky 2011* [International valuation standards of 2011]. Kyiv: Avanpost-Prym, 2012, 136 p. (in Ukrainian).

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

Надійшла до редколегії: 13.09.2015 р. Прийнята до друку: 16.09.2015 р.

УДК 657.922

МАСОВА ОЦІНКА ТА ПОДАТОК НА НЕРУХОМІСТЬ

ВОРОНІН В. О.^{1*}, *д. т. н., проф.*,

ЛЯНЦЕ Е. В.² *зав. інженерно-економічним відділенням*

^{1*}Технічний коледж НУ "Львівська Політехніка", вул. Пимоненка, 17, 790035, Львів, Україна, тел. +38 (032) 225-62-06, +38 (032) 225-62-08, e-mail: last_ocinka@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3859-9912

²Технічний коледж НУ "Львівська Політехніка", вул. Пимоненка, 17, 790035, Львів, Україна, тел. +38 (032) 225-62-06, +38 (032) 225-62-08, e-mail: last_ocinka@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9155-7602

Анотація. Постановка проблеми. Держава на законодавчому рівні закріпила визначення ринкової вартості з метою оподаткування під час здійснення угод з нерухомістю як обов'язкове. Це зумовлює необхідність розроблення методології процедури автоматизованого оцінювання для визначення оцінювальної вартості об'єкта на базі його ринкової вартості з метою виконання вимог об'єктивності, однаковості й узгодженості отриманих результатів для проведення оціночних процедур, а також мінімізації впливу суб'єктивного фактора. Для вирішення цієї проблеми застосовано спеціальні прийоми та методи масового оцінки і статистичної обробки інформації з застосуванням інформаційних технологій, які призначені для використання у сфері оцінки майна та майнових прав. **Мета статті** - розроблення концепції автоматизованої оцінювання за трьома підходами, основою якого є адаптивні гібридні моделі ринкового ціноутворення різних сегментів ринку нерухомості, створені на базі програмно-реалізованого адаптивного алгоритму визначення ринкової вартості з використанням результатів багаторівневої аналітики ринку нерухомості. **Висновок.** Для досягнення поставленої мети були розвинені і використані концепції, що лежать в основі комп'ютеризованого масового оцінювання. Базисом цієї концепції є адаптивні гібридні моделі ціноутворення в різних сегментах ринку нерухомості України. Завдання виконано шляхом застосування розроблених програмно-реалізованих адаптивних алгоритмів для визначення ринкової вартості за трьома оціночними підходами з використанням результатів багаторівневого аналізу ринку нерухомості. Запропоновано корисну модель автоматизованого оцінювання, відповідно до якої реалізована комп'ютеризація оціночних процедур на базі розроблених програмно-реалізованих адаптивних алгоритмів. Наукова новизна запропонованої корисної моделі підтверджується патентом на корисну модель і авторським правом на програмний продукт.

Ключові слова: масове оцінювання, інтелектуальний аналіз даних, аналітика ринку нерухомості, регресійно-кореляційний аналіз, факторний аналіз, кластерний аналіз, модель ринкового ціноутворення, адаптивні алгоритми, автоматизоване оцінювання, податок на нерухомість

МАССОВАЯ ОЦЕНКА И НАЛОГ НА НЕДВИЖИМОСТЬ

ВОРОНИН В. А.^{1*}, *д. т. н., проф.*,

ЛЯНЦЕ Э. В.² *зав. инженерно-экономическим отделением*

^{1*}Технический колледж НУ «Львовская Политехника», ул. Пимоненко, 17, 790035, Львов, Украина, тел.+38(032)225-62-06, +38 (032) 225-62-08, e-mail: last_ocinka@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3859-9912

²Технический колледж НУ «Львовская Политехника», ул. Пимоненко, 17, 790035, Львов, Украина, тел. +38(032) 225-62-06, +38 (032) 225-62-08, e-mail: last_ocinka@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9155-7602

Аннотация. Постановка проблемы. Государство на законодательном уровне закрепило определение рыночной стоимости для целей налогообложения как обязательное при осуществлении сделок с недвижимостью. С целью выполнения требований объективности, единообразия и согласованности полученных результатов при проведении оценочных процедур, а также минимизации влияния субъективного фактора, возникает необходимость разработки методологии процедуры автоматизированной оценки для определения оценочной стоимости объекта на базе его рыночной стоимости. Для решения этой задачи использованы специальные приемы и методы массовой оценки и статистической обработки информации с применением информационных технологий (ИТ), предназначенных для использования в сфере оценки имущества и имущественных прав. **Цель статьи** - разработка концепции автоматизированной оценки. Основой этой концепции являются адаптивные гибридные модели рыночного ценообразования в различных сегментах рынка недвижимости, созданные на базе программно-реализованного адаптивного алгоритма определения рыночной стоимости тремя оценочными подходами с использованием результатов многоуровневой аналитики рынка недвижимости. **Вывод.** Для достижения поставленной цели были развиты и использованы концепции, лежащие в основе компьютеризированной массовой оценки. Базисом этой концепции являются адаптивные гибридные модели ценообразования в различных сегментах рынка недвижимости Украины. Задачу решали путем применения разработанных программно-реализованных адаптивных алгоритмов для определения рыночной стоимости тремя оценочными подходами с использованием результатов многоуровневого анализа рынка недвижимости. Предложена полезная модель автоматизированной оценки, в соответствии с которой реализована компьютеризация оценочных процедур на базе разработанных программно-реализованных адаптивных алгоритмов. Научная новизна предложенной

полезной модели подтверждается патентом на полезную модель и авторским правом на программный продукт.

Ключевые слова: массовая оценка, интеллектуальный анализ данных, аналитика рынка недвижимости, регрессионно-корреляционный анализ, факторный анализ, кластерный анализ, модель рыночного ценообразования, адаптивные алгоритмы, автоматизированная оценка, налог на недвижимость

MASS APPRAISAL AND REAL ESTATE TAXATION

VORONIN V. O.^{1*}, *Dr. Sc. (Tech.), prof.*,

LYANTSE E. V.² *Head of Engineering and Economic Department*

^{1*}Technical College of National University «Lvov Polytechnic», Pimonenko str., 17, 790035, Lviv, Ukraine, tel. +38(032)225-62-06, +38 (032) 225-62-08, e-mail: last_ocinka@ukr.net, ORCID ID: 0000-0003-3859-9912

²Technical College of National University "Lvov Polytechnic", Pimonenko str., 17, 790035, Lviv, Ukraine, tel. +38 (032) 225-62-06, +38 (032) 225-62-08, e-mail: last_ocinka@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-9155-7602

Summary. Raising of problem. The government at the legislative level fixed the definition of market value for tax purposes as mandatory in the implementation of real estate transactions. In order to meet the requirements of objectivity, uniformity and consistency of the results obtained during the evaluation procedures, as well as minimize the influence of subjective factors, there is a need to develop a methodology for evaluating an automated procedure for determining the estimated value of the property based on its market value. To solve this problem, we use special techniques and methods of mass appraisal that incorporates computer-supported statistical analyses, such as multiple regression analysis and adaptive estimation procedure for use in the field of property valuation and property rights. **Purpose.** Realization of this goal involves the development of the concept of a computer-assisted mass appraisal. The basis of this concept is an adaptive hybrid models of market pricing in different market segments that incorporates software adaptive algorithms for determining the market value by the three evaluation approaches using the results of a multi-level real estate market analysis. It was proposed the utility automated valuation models which is intended for the implementation of a computerized real estate valuation based on the developed software adaptive algorithms. **Conclusion.** To achieve this goal have been developed and used concepts underlying of computerized mass appraisal. The basis of this concept is adaptive hybrid pricing models in various segments of the real estate market of Ukraine. The problem is solved by the application of the developed software-based adaptive algorithms for determining the market value of three evaluation approaches using the results of a multi-level analysis of the real estate market. It was proposed the model of automated appraisal, according to it was implemented computerization of appraisal procedures on the basis of the developed software-based adaptive algorithms. Originality of the proposed utility model is confirmed by patent of Ukraine and copyright law to the software.

Key words: mass appraisal, Data Mining, real estate market analysis, regression and correlation analysis, factor analysis, cluster analysis, adaptive software algorithms, computer-assisted mass appraisal system, market-based pricing model, real estate taxation

Постановка проблеми. Основною метою розроблення теоретичних і практичних аспектів масової та індивідуальної оцінки нерухомості для цілей оподаткування є створення і обґрунтування моделі фіскальної оцінки нерухомості на базі її ринкової вартості. Організація масового оцінювання нерухомості з метою встановлення її оподаткованої вартості, максимально наближеної до категорії "ринкова вартість" нерухомості, дасть змогу повною мірою реалізувати принципи ефективної податкової політики. Проведення великомасштабного оцінювання нерухомості на основі ринкової вартості сприятиме ліквідації існуючої "деформації" оподатковуваних вартісних характеристик об'єктів нерухомості, обчислених з урахуванням іншого виду вартості, та забезпеченню однакових умов оподаткування для всіх власників нерухомості.

Держава на законодавчому рівні закри-

пила визначення ринкової вартості з метою оподаткування під час здійснення угод з нерухомістю як обов'язкове. Це зумовлює необхідність розроблення методології процедури автоматизованого оцінювання для визначення оцінювальної вартості об'єкта на базі його ринкової вартості з метою виконання під час проведення оціночних процедур вимог об'єктивності, однаковості та узгодженості отриманих результатів, а також мінімізації впливу суб'єктивного фактора. Для вирішення цього питання застосовуються спеціальні прийоми та методи масової оцінки з використанням статистичної обробки великого масиву баз даних.

Розроблення стандартних методів і прийомів статистичного аналізу, опис правил їх грамотного застосування – це предмет масової оцінки як спеціальної галузі теорії оцінки і прикладного економічного аналізу. Моделі масової оцінки дозволяють

автоматизувати процес проведення оціночних процедур і виробити єдину методіку оцінювання однорідних об'єктів нерухомості.

Таким чином, автоматизована оцінка ґрунтується на спеціальних прийомах та методах масової та індивідуальної оцінки. Оскільки обидва підходи до оцінки засновані на одних і тих самих економічних принципах ринкового ціноутворення, то вони є взаємодоповнювальними методами. Масова оцінка, так само як і індивідуальна, передбачає використання відомих підходів до оцінки: порівняльного, витратного і дохідного. Кожен з цих підходів (методів) оцінки являє собою процедуру використання моделі ринкового ціноутворення, (модель ринку на формальному рівні) в певному сегменті нерухомості, яка встановлює зв'язок між імовірною ціною об'єкта на ринку, цінами аналогів і ціноутвірними факторами (ЦУФ), що дає змогу автоматизувати процедуру оцінювання і тим самим мінімізувати вплив суб'єктивного фактора на остаточний результат оцінки.

Отже, технічна реалізація автоматизованої оцінки без наявності джерела інформаційного забезпечення оцінювальних процедур, яким є розподілені бази даних ринку нерухомості (Data Mining системи), результатів багаторівневого системного аналізу ринку нерухомості, неможлива з погляду досягнення адекватного результату оцінювання, його об'єктивності, однаковості і узгодженості.

Відомо, що проведення оціночних процедур, який би методичний підхід не використовувався, ґрунтується на моделях ринку на вербальному або формальному (формалізованому у вигляді математичної моделі) рівні. Таким чином базисним елементом створення автоматизованої оцінки є модель ринкового ціноутворення, яка адекватно відображає стан ринку нерухомості. Тобто для побудови адекватної адаптивної моделі ринкового ціноутворення (модель сегмента ринку на формальному рівні) повинен існувати розвинений ринок нерухомості як об'єкт аналітичних досліджень.

Необхідні і достатні умови досягнення поставленої мети забезпечуються наявністю таких складових. По-перше, наявністю інформаційної бази оцінки, тобто розподілених баз даних ринку нерухомості на основі вибраної СУБД з розвиненими механізмами data mining, а саме: репрезентативних статистично значущих вибірок із загальної розподіленої бази даних (БД) у сегменті ринку оцінюваного об'єкта, даних системного багаторівневого аналізу ринку нерухомості. По-друге, наявністю комп'ютерних інформаційних технологій, які дозволяють автоматизувати оціночні процедури, а саме: програмно-реалізованих адаптивних алгоритмів проведення оціночних процедур, математичного та методичного забезпечення, апаратного забезпечення (комп'ютери, серверне, мережеве і телекомунікаційне обладнання, оргтехніка), кадрового та юридичного забезпечення, автоматизованої системи документообігу.

Аналіз публікацій. Комп'ютеризована масова оцінка (КМО, *англ.* Computer-assisted mass appraisal – САМА) як галузь науково-практичної діяльності виникла у 70-х роках минулого століття. Її розвиток був багато в чому стимульований паралельним розвитком комп'ютерних технологій, які дозволяли використовувати методи математико-статистичного аналізу баз даних. Важливою особливістю є той факт, що КМО перебуває на межі науки і практики і, як наслідок, вона повинна стати робочим потужним інструментом оцінювача [10; 11]. Одним із перспективних напрямів застосування КМО було створення механізму проведення масового оцінювання для цілей оподаткування, метою якої була вимога одноманітності й узгодженості отриманих результатів [16].

Слово "комп'ютеризована" відображає технологію цього процесу, засновану на широкому застосуванні сучасних інформаційних технологій для статистичного аналізу даних, обробки та супроводу інформації та створення кінцевого продукту – моделі ринкового ціноутворення і, як результат, можливість реалізувати автоматизацію процесу оцінювання.

Особливим питанням є використання КМО як потужного інструмента для коректного проведення індивідуального оцінювання. Це і аналіз ринку, і тестування, і оптимізація моделі. З іншого боку, будучи потужним інструментом у руках експерта-оцінювача, методи КМО можуть бути застосовані і для коректного визначення величин поправок, пошуку внутрішніх залежностей цінотвірних факторів, уведення в модель спеціальних ЦУФ, визначення похибки оцінки та інше. При цьому модель КМО і оцінювач взаємно доповнюють одне одного, і тут не може існувати протиставлення [10].

В основі підходів до виконання оціночних процедур, як для індивідуального, так і масового оцінювання, лежать теоретичні положення прикладного економічного аналізу. Особливо зазначимо, що визначення "масова" належить до методики оцінювання, а не кількості об'єктів. Воно вказує на використання спеціальних прийомів та методів оцінки, а не на масовий, типовий характер об'єктів, що оцінюються. З економічного погляду, оцінка одиничних об'єктів нерухомості та масова оцінка є взаємодоповнювальними методами, що в минулому не завжди визнавалося. Слід зауважити, що "економічна справедливість" масового оцінювання вища за індивідуальне, оскільки в ринкових угодах завжди присутні суб'єктивні фактори. В цьому розумінні масова оцінка ("цінова середня") є більш ринковою, ніж індивідуальна ціна кожної конкретної угоди [3; 8].

Масова оцінка, так само, як і індивідуальна, передбачає використання відомих підходів до оцінки: порівняльного, витратного і дохідного. Кожен із цих підходів (методів) оцінки, по суті, являє собою процедуру побудови певної математичної моделі, яка встановлює зв'язок між найбільш імовірною ціною, цінами аналогів і цінотвірними факторами.

Проводячи оцінювання, оцінювач, по суті, застосовує моделі ринку оцінюваного об'єкта на вербальному або формальному

(формульному) рівні. При цьому в процесі індивідуального оцінювання об'єкта, як це впливає з його визначення, враховується все різноманіття об'єктивно і суб'єктивно вимірюваних факторів, які суттєво впливають на вартість, а в процесі масового оцінювання враховуються тільки ті фактори, які вносять основний вклад у формування вартості, і притаманні всім об'єктам-аналогам, у т. ч. об'єкту оцінювання [5; 10].

Успішне застосування методів комп'ютерного та математичного моделювання в масовій оцінці дає змогу розвинути методологію й індивідуальної оцінки нерухомості та використовувати КМО як потужний інструмент для коректного проведення індивідуальної оцінки. Обидва підходи засновані на одних і тих самих економічних принципах, але розрізняються цілями, завданнями і технікою виконання оцінювання [10; 15].

Під час проведення масового оцінювання модель ринкового ціноутворення калібрується на відповідність реальному ринку в сегменті оцінюваної нерухомості, при індивідуальному оцінюванні результати, отримані за декількома методичними підходами, підлягають процедурі узгодження [9].

У міжнародній практиці оцінювання для оподаткування нерухомості й операцій з нею широко застосовують моделі і методи масової оцінки. Досвід їх застосування відображено в міжнародних стандартах оцінки (MP-13 МСО-2011) і стандартах міжнародної асоціації податкових оцінювачів International Association of Assessing Officers (IAAO).

За вимогами стандартів IAAO, а саме "Standard on Mass Appraisal of Real Property" (Approved April 2013) та "Standard on Automated Valuation Models, 2003, (AVMs)", масова оцінка являє собою оцінювання групи об'єктів на певну дату з використанням баз даних моніторингу ринку нерухомості, стандартів подання даних, статистичних процедур опрацювання даних. Моделі масової оцінки повинні адекватно відображати ринок конкретного сегмента

нерухомості в конкретному регіоні. Стандарти також визначають вимоги, які застосовуються до автоматизованих моделей оцінки (AVMs).

Використання концепції масової оцінки в автоматизованих системах оцінки було головною темою міжнародних науково-практичних конференцій "Актуальні проблеми ринку оціночних послуг". Барселона, Іспанія, 2013 р. та "Інформаційне забезпечення як фактор розвитку цивілізованого ринку нерухомості", С-Петербург, Росія, 2013 р., на яких обговорювалися питання застосування ІТ технологій в оціночній діяльності, а також проблеми інформаційного забезпечення оціночних процедур як фактор цивілізованого розвитку ринку нерухомості. Основними темами обговорення також були проблеми створення та використання баз даних ринку нерухомості, розвиток методології, проблеми супроводження, обміну даними, комп'ютеризована оцінка і автоматизація процесу оцінювання. Особливо наголошувалося, що актуальність і якість вихідних даних ринку нерухомості, їх публічність залишаються головним напрямом.

Проблема інформаційного забезпечення під час проведення оцінювальних процедур, які б підходи не застосовувалися оцінювачем, є однією з найактуальніших і найболючіших [12]. Достовірність і надійність результуючої оцінки не може бути забезпечена без адекватної ринкової інформації, яка б була доступна оцінювачам-практикам. На цьому беззаперечному факті наголошено як у вітчизняних, так і в міжнародних стандартах оцінки. Ситуація з інформаційним забезпеченням в українському оцінюванні дуже близька до тупикової, і якщо тепер не вжити заходів до вирішення цієї проблеми, боротьба за якість оцінки приречена на невдачу [4].

Причина відсутності певних значущих успіхів у багаторівневій аналітиці ринку лежить не тільки в площині відсутності державних аналітичних центрів, укомплектованих штатом висококваліфікованих професіоналів у різних галузях (математики-програмісти, аналітики ринку,

економісти, фахівці з економіки нерухомості і містобудування тощо), а й у відсутності офіційних статистичних даних, процес накопичення і формування яких ніким не налагоджений, ніким не централізований, ніде не публікується. Потрібно, однак, зазначити, що у цивілізованих країнах, визнаючи економічну і соціальну важливість цієї проблеми, питання інформаційного забезпечення оцінювальної діяльності вирішуються на державному або регіональному рівнях із вільним доступом до інформаційних ресурсів [14].

Аналізуючи і вивчаючи ринок нерухомості, необхідно використовувати просторово розподілену інформацію, яка інтегрує широкий набір даних, що зберігаються в електронних таблицях та інших видах документів і форматах даних. Тому актуальним завданням є розроблення та дослідження математичних моделей і методів аналізу ринку нерухомості, а також подальший їх розвиток та адаптація з технологіями геоінформаційних систем (ГІС-електронних карт) [13].

У праці [2] описано модель автоматизованої оцінки житлової нерухомості на базі застосування порівняльного підходу, за допомогою якої були автоматизовані практично всі етапи оцінювальних процедур, починаючи від електронного обліку замовлень до автоматичного формування звіту в стислій і повній формі. Застосування автоматизованої оцінки кардинально підвищувало продуктивність праці експерта-оцінювача і водночас мінімізувало вплив суб'єктивного фактора на результати оцінки. Однак обмеженість застосування цієї системи сегментом вторинного ринку житлової нерухомості на базі застосування тільки порівняльного підходу, вимагала проведення подальших досліджень і удосконалень, спрямованих на універсалізацію моделі автоматизованої оцінки, створення програмно-реалізованого адаптивного алгоритму визначення ринкової вартості за трьома підходами на базі прийомів і методів масової оцінки.

Мета статті. Розроблення концептуальної схеми автоматизованої системи оцінки на основі застосування прийомів і методів масової оцінки з метою досягнення об'єктивності, однаковості й узгодженості отриманих результатів, а також мінімізації впливу суб'єктивного фактора. Реалізація поставленої мети передбачає розроблення концепції автоматизованої оцінки за трьома підходами, основою якої є адаптивні гібридні моделі ринкового ціноутворення різних сегментів ринку нерухомості, створені на базі програмно-реалізованого алгоритму визначення ринкової вартості з використанням результатів багаторівневої аналітики ринку нерухомості. Наукова новизна запропонованої корисної моделі підтверджується патентом на корисну модель і авторським правом на програмні продукти.

Виклад основного матеріалу. Побудову моделі ринкового ціноутворення можна розбити на декілька етапів: аналіз ринку, формування бази даних, створення математичної моделі, калібрування параметрів моделі, яке включає ітераційну побудову регресійних залежностей і статистичну оцінку значущості поліпшення моделі на черговому кроці.

Розподілена база даних (БД) - один з основних компонентів комп'ютерної масової оцінки (КМО). Формуванню БД приділяється особлива увага. Важливо не допустити внесення систематичних помилок під час її формування. Нерідко на цьому етапі здійснюється первинна фільтрація даних, а також відновлюються значення факторів і характеристик, не встановлених у ході збирання даних. Створення уніфікованих шаблонів під час опису об'єктів, адекватних кодувань, тобто чіткої логічної структури БД, спільно із застосуванням статистичного аналізу - безсумнівна перевага КМО. Результатом виконання цього етапу є побудова автоматизованої інформаційної системи баз даних (АІС БД), на основі якої будується адаптивна математична модель ринкового ціноутворення.

При цьому необхідно пам'ятати, що модель ринкового ціноутворення описує реальний ринок лише тією мірою, якою йому відповідає БД [1].

Слід наголосити, що, крім побудови самої моделі, КМО дозволяє дослідити особливості кожного цінотвірного фактора. Метод моделювання ринкового ціноутворення передбачає побудову лінійних і мультиплікативних апроксимувальних залежностей шляхом статистичного опрацювання репрезентативної вибірки ринкових даних (БД) із застосуванням математичного апарату факторного та кореляційно-регресійного аналізу і методу перетинів як одного з варіантів кластерного аналізу для визначення індексів цінотвірних факторів із подальшою верифікацією і калібруванням побудованої моделі.

Кореляційний аналіз відносять до одного з основних методів статистичного аналізу ринку. Завдання регресійного аналізу – визначення напряму та форми зв'язку між вартістю і факторними ознаками. Наряду з методом кореляційно-регресійного аналізу застосовується методологія кластерного аналізу. При використанні кластерного аналізу окремі дані про ціни об'єктів нерухомості з якими-сь загальними для всіх ознаками об'єднуються в групи (кластери) [8]. У кожній групі розраховується середня ринкова групова ціна, яка при деяких припущеннях приймається як ринкова вартість об'єкта нерухомості, яка становить конкретну групу об'єктів (масова оцінка). Середня групова ціна («усереднена вартість») використовується для побудови моделей оцінки вартості.

Такий підхід дозволяє, по-перше, «стиснути» інформацію, отриману в ході спостережень, тому що замість усієї зібраної сукупності цінових спостережень для побудови моделей використовуються усереднені групові значення. По-друге, за рахунок усереднення цін у групах мінімізуються випадкові відхилення цін від їх реальних значень. У кінцевому підсумку це дозволяє досить ефективно виявити цінові закономірності, притаманні ринку

об'єкта оцінки, і побудувати більш достовірні моделі оцінки вартості.

Функціонування ринку нерухомості відбувається в умовах складної взаємодії комплексу внутрішніх і зовнішніх факторів. Під час аналізу основна увага приділяється внутрішнім факторам. Більшість досліджуваних у роботі цінотвірних факторів (ЦУФ) є інтегрованими і складаються з декількох елементів. Виходячи з цього положення, цінотвірні фактори можуть бути поділені на основні та спеціальні, які можуть бути враховані для проведення індивідуальної оцінки.

Після ідентифікації об'єкта оцінки як товару на ринку нерухомості, тобто віднесення його до певного сегмента (кластера), виявляється і обґрунтовується склад основних цінотвірних факторів і висувається гіпотеза про рівні значущості окремих цінотвірних факторів. У результаті факторного аналізу сегмента ринку, до якого належить об'єкт оцінки, встановлюється ступінь значущості цінотвірних факторів для даного конкретного сегмента об'єктів нерухомості.

Висувається гіпотеза про те, що розмах варіації цін може бути пояснений впливом набору певних цінотвірних факторів. Тоді функцію залежності ринкової вартості об'єкта (v_{D_s}) від цінотвірних факторів можна записати у вигляді:

$$v_{D_s} = f_v(F_1^{D_s}, F_2^{D_s} \dots F_{N_F}^{D_s}), \quad (1)$$

де: $F_i, i=1 \dots N_F$ – основні цінотвірні фактори, D_s – об'єкт оцінки в досліджуваному сегменті ринку.

Вигляд функції, число змінних факторів (співмножників або складових) визначаються згідно з нашою уявою про логіку досліджуваного зв'язку. Багатофакторна мультиплікативна модель будується шляхом поділу аналізованої вибірки по кожному із факторів методом послідовних або паралельних перетинів.

Вважаємо, що цінотвірний фактор є агрегованим показником, який, як правило, у своїй структурі має ще n_i змінних компонент:

$$F_i \rightarrow \{F_i^1, F_i^2 \dots F_i^{n_i}\} \quad (2)$$

де: n_i – кількість ранжованих по зростанню змінних i -го цінотвірного фактора.

У цьому випадку дискретна факторна модель ціноутворення, за якою проводиться ранжування ЦУФ, може бути описана за допомогою матриці:

$$\Omega_F = \begin{pmatrix} (F_1^1, F_1^2, \dots, F_1^{n_1}) \\ (F_2^1, F_2^2, \dots, F_2^{n_2}) \\ \dots \dots \dots \\ (F_{N_F}^1, F_{N_F}^2, \dots, F_{N_F}^{n_{N_F}}) \end{pmatrix} \quad (3)$$

Побудова і калібрування моделі ринкового ціноутворення ґрунтується на аналізі наявної бази даних і теорії оцінки. Кінцевим результатом є математична формула, у лівій частині якої стоїть ринкова вартість об'єкта на дату оцінки, у правій – математичний вираз, що включає в себе цінотвірні фактори, які визначають цю вартість. Таким чином, оцінювана вартість визначається за моделлю, яка може бути формалізована у вигляді рівняння:

$$v_{D_s} = v_{D_{mid}} \times \left(\prod_{i=1}^{N_F} \frac{K(F_i^{D_s})}{K(F_i^{D_{mid}})} \right) \times (1 + \gamma_{D_s}) \times (1 + \varepsilon_{D_s}), \quad (4)$$

де: v_{D_s} – питома ринкова вартість; $v_{D_{mid}}$ – усереднена групова питома вартість по кластеру; $K(F_i^j)$ – значення функціонала у фактор-просторі, яке являє собою індекс цінотвірного i -го фактора при $j = D_s$;

$\left(\prod_{i=1}^{N_F} \frac{K(F_i^{D_s})}{K(F_i^{D_{mid}})} \right)$ – величини корекцій, які ви-

значають вклад основних ЦУФ у формування ринкової вартості; γ_{D_s} – не акумульована частина цінової варіації, яку можна віднести на вклад спеціальних ЦУФ у формування вартості; ε_{D_s} – відносна похибка регресійної моделі.

Враховуючи вищенаведене, ринкову вартість можна обчислити за багатофакторною мультиплікативною регресійною (стохастичною) моделлю, в якій методом найменших квадратів, виходячи з гіпотези про нормальний закон розподілу похибок, мінімізується середньоквадратична похибка моделювання (факторне відхилення) по всій аналізованій вибірці:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{s=1}^{N_s} (v_{D_s} - v_{D_s}^m)^2 \rightarrow \min, \\ \text{де } v_{D_s}^m = v_{D_{mid}} \times \prod_{i=1}^{N_F} \frac{K(F_i^{D_s})}{K(F_i^{D_{mid}})} \end{array} \right. \quad (5)$$

У результаті процедури мінімізації похибки отримуємо кінцеве значення індексів цінотвірних факторів $K(F_i^{D_s})$. Процедура вважається коректно проведеною, якщо набір цінотвірних факторів моделі акумулює (перекриває) не менше 80 % загальної дисперсії аналізованої вибірки.

Для зменшення не кумульованого відсотка загальної дисперсії в модель (4) можна ввести спеціальні цінотвірні фактори. Не кумульований відсоток дисперсії, який залишається після введення в модель спеціальних факторів, слід віднести на випадкові похибки. В цьому випадку мультиплікативна регресійна модель, представлена у вигляді (8), може застосовуватися для проведення і індивідуального оцінювання [6; 7]:

$$v_{D_s} = v_{D_{mid}} \times \left(\prod_{i=1}^{N_F} \frac{K(F_i^{D_s})}{K(F_i^{D_{mid}})} \right) \times \left(\prod_{j=1}^{N_F^{sp}} \Lambda(F_j^{D_s}) \right) \times (1 + \varepsilon_{D_s}) \quad (6)$$

де: $\Lambda(F_j^{D_s})$ – індекс j -го спеціального цінотвірного фактора; $j = 1 \dots N_F^{sp}$, N_F^{sp} – кількість спеціальних цінотвірних факторів; ε_{D_s} – відносна випадкова похибка.

Відомо, що при проведенні факторного аналізу дисперсія результуючої змінної пояснюється не в повному обсязі. В термінах дисперсії це виглядає таким чином:

загальна дисперсія = дисперсія основних факторів + дисперсія спеціальних факторів + похибка виміру.

Отже, основним видом похибки є похибка процесу моделювання, пов'язана з неадекватним відображенням реальної ситуації структурою моделі, закладеними в неї внутрішніми зв'язками факторів, нарешті, завідомим огрубленням моделі.

Розроблені та програмно-реалізовані за моделлю (4; 5) алгоритми лежать в основі автоматизованої системи оцінки (КМО). Технічна реалізація способу

автоматизованої оцінки для цілей оподаткування наведена у вигляді корисної гібридної інтегрованої моделі, складовими якої є: функціональний модуль електронного приймання замовлень, модуль автоматизованої інформаційної системи баз даних і багаторівневої аналітики ринку нерухомості та модуль моделі ринкового ціноутворення, детальний опис роботи яких наведений в [6].

Висновки. Запропонована методологія процедури автоматизованої оцінки для визначення оцінювальної вартості об'єкта на базі його ринкової вартості з метою оподаткування і виконання при цьому вимог об'єктивності, однаковості й узгодженості отриманих результатів під час проведення оціночних процедур, а також мінімізації впливу суб'єктивного фактора. Для виконання цього завдання використано спеціальні прийоми та методи масової оцінки і статистичної обробки інформації із застосуванням гібридних інформаційних технологій, які призначені для використання у сфері оцінки майна та майнових прав.

У статті наведено розроблену концепцію автоматизованої оцінки за трьома підходами, основою якої є прийоми і методи комп'ютеризованої масової оцінки. Базисом цієї концепції є запропоновані адаптивні гібридні моделі ринкового ціноутворення в різних сегментах ринку нерухомості України. Реалізацію цього завдання здійснено шляхом застосування розроблених та програмно-реалізованих адаптивних алгоритмів для визначення ринкової вартості з використанням результатів багаторівневого аналізу ринку нерухомості. Запропоновано корисну гібридну модель автоматизованої оцінки, відповідно до якої реалізовано комп'ютеризацію оціночних процедур на базі розроблених програмно-реалізованих адаптивних алгоритмів. Наукова новизна запропонованої корисної гібридної моделі підтверджується патентом на корисну модель і авторським правом на програмний продукт.

Розроблені адаптивні моделі ринку нерухомості можуть сприяти формуванню методичних пропозицій щодо удосконален-

ня сучасного стану досліджень ринку і, зокрема, розроблення методології автоматизованої масової та індивідуальної оцінки вартості нерухомості з метою оподаткування під час здійснення транзакцій з нерухомістю, та у разі введення в найближчому майбутньому адвалорного (відсоток від ринкової вартості) податку на нерухомість. Але аналіз проблем оцінки в інтересах держави, загалом, а також деякі питання проведення масової оцінки ще не опрацьовані повною мірою і вимагають проведення подальших комплексних наукових досліджень з метою створення і постійного оновлення інформаційного забезпечення оцінювальної діяльності, зокрема, і на державному рівні.

Будь-який проект, у тому числі і для визначення оцінюваної вартості на базі ринкової вартості з метою оподаткування, необхідно розглядати з двох точок зору: його концептуальної побудови і його практичної реалізації. Перехід до оподаткування житлової і нежитлової нерухомості за ринковою вартістю необхідно зарахувати до інноваційних проектів найвищого рівня складності і значимості, оскільки введення цього податку стосується інтересів усього населення України. А це означає, що ціна помилок під час реалізації проекту може бути дуже високою як для самої влади, так і для бізнесу та всього населення країни загалом.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Воронін В. О. Аналітика ринку нерухомості: методологія та принципи сучасної оцінки : монографія / В. О. Воронін, Е. В. Лянце, М. М. Мамчин. – Львів : Магнолія 2006, 2014. – 304 с.
2. Экспресс-оценка и статистический анализ жилой недвижимости г. Львова (Программный продукт экспресс-оценка) / В. А. Воронин, М. А. Литвин, Э. В. Лянце, Н. И. Лобур // Вісник оцінки. – 2008. – № 2(26) – С. 50-58.
3. Воронин В. А. Оценка недвижимости сравнительным и доходным подходами на основе методологии странственно-параметрического анализа и моделирования рынка / В. А. Воронин, Э. В. Ленце // Актуальные вопросы оценки бизнеса и недвижимости при залоге в банке, отчуждении и для финансовой отчетности : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., Ялта, 22-25 сентября 2011 г / Укр. о-во оценщиков – Ялта, 2011. – С. 103-120.
4. Воронін В. О. Проблеми інформаційного забезпечення оціночних процедур / В. О. Воронін // Нерухомі об'єкти культурної спадщини: інвестиції в збереження, досвід оцінки, законодавче регулювання : матеріали 5-ої міжнар. конф., Львів, 22-23 листопада 2012 р. / Ін-т підприємництва та перспективних технологій Нац. ун-ту «Львівська політехніка» / Львів, 2012. – С. 67-69.
5. Воронін В. О. Роль і місце аналітики ринку в оціночних процедурах / В. О. Воронін, А. В. Костик // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Дніпропетровськ, 2012. – № 12. – С. 27-33.
6. Автоматизована система визначення оціночної вартості : пат. 88098 Україна : МПК G 06 F 17/00 / Воронін В. О., Костик А. В., Гусельников А. С. (Україна). – № u 2013 12793, заявл. 04.11.2013 ; опубл. 25.02.2014, Бюл. № 4. – 4 с.
7. Комп'ютерна програма «Програмний комплекс автоматизована масова та індивідуальна оцінка нерухомості» : свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір / Костик А. В., Воронін В. О. – № 50862 ; дата реєстрації 22.08.2013.
8. Грибовский С. В. Математические методы оценки стоимости недвижимого имущества / С. В. Грибовский, С. А. Сивец ; под ред. С. В. Грибовского, М. А. Федотовой – Москва : Финансы и статистика, 2008. – 368 с.
9. Экономико-математические модели оценки недвижимости / Грибовский С. В., Федотова М. А., Стерник Г. М., Житков Д. Б. // Финансы и кредит. – 2005. – № 3(171). – С. 24-43.
10. Калинина Н. В. Массовая оценка / Н. В. Калинина, Ю. В. Кочетков, В. А. Овсянников // Центр анализа рынков недвижимости. – Режим доступа: http://crea.ru/newcrea/Articles/mass_est/mass_est/mass_est.htm.
11. Кочетков Ю. В. О роли и задачах компьютеризованной массовой оценки в России / Ю. В. Кочетков // RWAY : информационно-аналитический бюллетень рынка недвижимости. – 1998. – № 35(2). – С. 107-111.
12. Лейфер Л. А. Информационное обеспечение российской оценки. Стратегия выхода из тупика / Л. А. Лейфер, З. А. Кашникова // Приволжский центр финансового консалтинга и оценки. – 2006. – Режим доступа: <http://www.pcfko.ru/research25.html#1>.
13. Нейман Е. И. Информационная аналитическая система массовой и индивидуальной оценки недвижимости на основе "Cloud Computing" – "Облачные вычисления" : [презентация] / Е. И. Нейман. – Режим доступа: <http://www.myshared.ru/slide/96319/>.
14. Организация оценки и налогообложения недвижимости : в 2 т. : пер. с англ. / под общ. ред. Дж. К. Эккерта. – Москва : Академия оценки, 1997. – (Энциклопедия оценки).
15. Румянцев С. И. Экономико-математическое моделирование массовой оценки объектов недвижимости : дис. ... канд. экон. наук : 08.00.13 / Сергей Игоревич Румянцев. – Москва, 2002. – 173 с.
16. Ульянов А. В. Теоретические и практические аспекты массовой оценки недвижимости как базы налогообложения / А. В. Ульянов // Российское предпринимательство. – 2003. – № 1(37). – С. 37-44.

REFERENCES

1. Voronin V.O., Lyantse E.V. and Mamchyn M.M. *Analityka rynku nerukhomosti: metodologiya ta pryntsyipy suchasnoi otsinky* [Real Estate Market Analysis: Methodology and principles of modern evaluation]. Lviv: Magnoliia 2006, 2014, 304 p. (in Ukrainian).
2. Voronin V.A., Litvin M.A., Lyantse E.V. and Lobur N.I. *Ekspress-otsenka i statisticheskiy analiz zhiloy nedvizhimosti g. L'vova (Programny produkt ekspress-otsenka)* [Express-evaluation and statistical analysis of residential real estate in Lviv (program-product and express evaluation)]. *Visnyk otsinky* [Bulletin of evaluation]. 2008, no. 2(26), pp. 50-58. (in Russian).
3. Voronin V.A. and Lyantse E.V. *Otsenka nedvizhimosti sravnitel'nym i dokhodnym podkhodami na osnove metodologii prostranstvenno-parametricheskogo analiza i modelirovaniya rynku* [Real estate valuation by comparative and income approaches based on the methodology of space-parametric analysis and simulation of market]. *Aktual'nye voprosy otsenki biznesa i nedvizhimosti pri zaloge v banke, otchuzhdenii i dlya finansovoy otchetnosti* [Actual business evaluation items and real estate as mortgage in the bank, alienation and for financial reporting]. Ukr. o-vo otsenshchikov [Ukrainian community of evaluator]. Yalta, 2011, pp. 103-120. (in Russian).
4. Voronin V.O. *Problemy informatsiynogo zabezpechennya otsinochnykh protsedur* [Problems of information providing of evaluation procedures]. *Nerukhomi obiekty kulturnoi spadshchyny: investitsii v zberezhennia, dosvid otsinky, zakonodavche reguliuvannia* [Objects of cultural heritage: investments for preservation, evaluation experience, legislative regulation]. In-t pidpriemnytstva ta perspektyvnykh tekhnologiy, Nats. un-tu «Lvivs'ka politekhnika» [The Institute of business and innovative technology, National university "Lviv Polytechnic"]. Lviv, 2012, pp. 67-69. (in Ukrainian).
5. Voronin V.O. and Kostyk A.V. *Rol i mistse analityky rynku v otsinochnykh protsedurakh* [Role and place of analytic of market in evaluation procedures]. *Visnyk PDABA* [Bulletin of PSACEA]. Dnipropetrovsk, 2012, no. 12, pp. 27-33. (in Ukrainian).
6. Voronin V.O., Kostyk A.V. and Guselnikov A.S. *Avtomatyzovana systema vyznachennia otsinochnoi vartosti* [Automated system for determining of the evaluation value]. Pat. 88098 Ukraina: MPK G 06 F 17/00.
7. Kostyk A.V. and Voronin V.O. *Kompiuterna programa «Programnyi kompleks avtomatyzovana masova ta individualna otsinka nerukhomosti»: Svidotstvo pro reiestratsiiu avtorskogo prava na tvir № 50862* [The computer program "Program complex-automated mass and individual valuation of real estate": Certificate of registration of copyright № 50862]. (in Ukrainian).
8. Gribovskiy S.V. and Sivets S.A. *Matematicheskie metody otsenki stoimosti nedvizhimogo imushchestva* [Mathematical methods of valuation of real estate]. Moscow, Finansy i statistika, 2008, 368 p. (in Russian).
9. Gribovskiy S.V., Fedotova M.A., Sternik G.M and Zhitkov D.B. *Ekonomiko-matematicheskie modeli otsenki nedvizhimosti* [Economic and mathematical models of real estate valuation]. *Finansy i kredit* [Finance and credit]. 2005, no 3(171), pp. 24-43. (in Russian).
10. Kalinina N.V., Kochetkov Yu.V. and Ovsyannikov V.A. *Massovaya otsenka* [Mass evaluation]. *Tsentr analiza ryнков nedvizhimosti* [Centre for analysis of real estate markets]. Available at: http://crea.ru/newcrea/Articles/mass_est/mass_est/mass_est.htm.
11. Kochetkov Yu.V. *O roli i zadachakh komp'yuterizovannoy massovoy otsenki v Rossii* [About the role and tasks of a computerized mass appraisal in Russia]. *RWAY: informatsionno-analiticheskiy byulleten' rynku nedvizhimosti* [RWAY: information-analytical bulletin of real estate market]. 1998, no 35(2), pp. 107-111. (in Russian).
12. Leyfer L.A. and Kashnikova Z.A. *Informatsionnoe obespechenie rossiyskoy otsenki. Strategiya vykhoda iz tupika* [Software of Russian evaluation. The strategy to break the deadlock]. *Privolzhskiy tsentr finansovogo konsaltinga i otsenki* [Privolzhsk center of financial consulting and evaluation]. 2006. Available at: <http://www.pcfko.ru/research25.html#1>.
13. Neyman E.I. *Informatsionnaya analiticheskaya sistema massovoy i individual'noy otsenki nedvizhimosti na osnove "Cloud Computing" – "Oblachnye vychisleniya"* [Information and analytical system of mass and individual valuation of real estate on the basis of "Cloud Computing"]. Available at: <http://www.myshared.ru/slide/96319/>.
14. Ekkert J.K. *Organizatsiya otsenki i nalogooblozheniya nedvizhimosti* [The valuation and taxation of real estate]. Moscow Akademiya otsenki, 1997.
15. Rumyantsev S.I. *Ekonomiko–matematicheskoe modelirovanie massovoy otsenki ob'ektov nedvizhimosti. Cand. Diss.* [Economic and mathematical modeling of mass valuation of real estate. Ph. D. Thesis]. Moscow, 2002, 173 p. (in Russian).
16. Ul'yanin A.V. *Teoreticheskie i prakticheskie aspekty massovoy otsenki nedvizhimosti kak bazy nalo-gooblozheniya* [Theoretical and practical aspects of mass valuation of real estate as a base of taxation]. *Rossiyskoe predprinimatel'stvo* [Russian Entrepreneurship]. 2003, no. 1(37), pp. 37-44. (in Russian).

Рецензент: д-р т. н., проф. О. Ю. Кірічек

Надійшла до редколегії: 16.09.2015 р. Прийнята до друку: 19.09.2015 р.

УДК 332.62:657.922

ПРОБЛЕМА ОБ'ЄКТИВНОСТІ ТА СПОСОБИ ЇЇ ВИРІШЕННЯ В МАСОВІЙ ОЦІНЦІ МІСЬКИХ ЗЕМЕЛЬ

ДРАПКОВСЬКИЙ О. І.^{1*}

ІВАНОВА І. Б.²

ДУБНИЦЬКА М. В.³

¹Центр організації та економіки міського землекористування, вул. Віктора Ярмоли, 4, оф. 3, 03055, Київ, Україна, тел. +38 (044) 501-21-94, e-mail: a_drapikovsky@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2370-986X

²Центр організації та економіки міського землекористування, вул. Віктора Ярмоли, 4, оф. 3, 03055, Київ, Україна, тел. +38 (044) 501-21-94, e-mail: i_ivanova@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9325-686X

³Центр організації та економіки міського землекористування, вул. Віктора Ярмоли, 4, оф. 3, 03055, Київ, Україна, тел. +38 (050) 456-74-14, e-mail:margaritatrion@yandex.ru, , ORCID ID: 0000-0002-1907-1496

Анотація. Постановка проблеми. Здійснення зваженої інвестиційної, містобудівної та податкової політики можливе лише за умови знання реальної вартості земельних ділянок у межах усього міста, яке отримують шляхом масової оцінки міських земель. Виконання цієї важливої соціальної функції висуває жорсткі вимоги щодо об'єктивності та порівнянності результатів масової оцінки, сформульовані у міжнародних галузевих стандартах і правилах. **Мета.** Визначити основні вимоги до забезпечення об'єктивності масової оцінки міських земель та проаналізувати відповідність цим вимогам нормативної грошової оцінки земель населених пунктів. **Висновки.** Проблему об'єктивності у масовій оцінці міських земель можна розглядати через призму онтологічного, гносеологічного та логічного аспектів, дотримання яких дозволить передбачити очікувану ефективність вдосконалення методичного апарату цієї оцінки.

Ключові слова: масова оцінка, нормативна грошова оцінка, об'єктивність оцінки

ПРОБЛЕМА ОБЪЕКТИВНОСТИ И СПОСОБЫ ЕЁ РЕШЕНИЯ В МАССОВОЙ ОЦЕНКЕ ГОРОДСКИХ ЗЕМЕЛЬ

ДРАПИКОВСКИЙ А. И.^{1*}

ИВАНОВА И. Б.²

ДУБНИЦКАЯ М. В.³

¹Центр организации и экономики городского землепользования, ул. Виктора Ярмолы, 4, оф. 3, 03055, Киев, Украина, тел. +38 (044) 501-21-94, e-mail: a_drapikovsky@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2370-986X

²Центр организации и экономики городского землепользования, ул. Виктора Ярмолы, 4, оф. 3, 03055, Киев, Украина, тел. +38 (044) 501-21-94, e-mail: i_ivanova@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9325-686X

³Центр организации и экономики городского землепользования, ул. Виктора Ярмолы, 4, оф. 3, 03055, Киев, Украина, тел. +38 (050) 456-74-14, e-mail:margaritatrion@yandex.ru, , ORCID ID: 0000-0002-1907-1496

Аннотация. Постановка проблемы. Осуществление взвешенной инвестиционной, градостроительной и налоговой политики возможно лишь при условии знания реальной стоимости земельных участков в пределах всего города, которое получают путём массовой оценки городских земель. Выполнение этой важной социальной функции выдвигает жёсткие требования к объективности и сравнимости результатов массовой оценки, сформулированные в международных отраслевых стандартах и правилах. **Цель.** Определить основные требования к обеспечению объективности массовой оценки городских земель и проанализировать соответствие этим требованиям нормативной денежной оценки земель населённых пунктов. **Выводы.** Проблему объективности в массовой оценке городских земель можно рассматривать через призму онтологического, гносеологического и логического аспектов, соблюдение которых позволяет предвосхитить ожидаемую эффективность совершенствования методического аппарата этой оценки.

Ключевые слова: массовая оценка, нормативная денежная оценка, объективность оценки

THE PROBLEM OF URBAN LAND MASS VALUATION OBJECTIVENESS AND WAYS OF SOLVING IT

DRAPIKOVSKIY O. I., *Director*^{1*}

IVANOVA I. B., *Deputy director*²

DUBNYTSKA M. V.³

¹ Centre of Urban Land Use Management and Economics, Victor Yarmola str., 4, of. 3, 03055, Kyiv, Ukraine, тел.+38 (044) 501-21-94, e-mail: a_drapikovsky@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-2370-986X

² Centre of Urban Land Use Management and Economics, Victor Yarmola str., 4, of. 3, 03055, Kyiv, Ukraine, тел. +38 (044) 501-21-94, e-mail: i_ivanova@hotmail.com, ORCID ID: 0000-0002-9325-686X

³Centre of Urban Land Use Management and Economics, Victor Yarmola str., 4, of. 3, 03055, Kyiv, Ukraine, тел. +38 (050) 456-74-14, e-mail: margaritatriton@yandex.ru, , ORCID ID: 0000-0002-1907-1496

Summary. Raising of problem. Implementation of prudent investment, urban planning and fiscal policy is possible only if there is knowledge of the real value of land in the entire city, which is obtained by the mass appraisal of urban land. The implementation of this important social function puts strict requirements for urban land mass valuation results objectiveness and comparability, stated in the international sectoral standards and regulations. **Purpose.** The aim of the article is to determine the basic requirements to urban land mass valuation results objectiveness maintenance and to analyze the compliance of the normative monetary valuation with these requirements. **Conclusion.** The problem of urban land mass valuation objectiveness can be considered through the prism of the ontological, epistemological and logical aspects, compliance with which allows the anticipation of the expected improvement of this valuation methodological apparatus efficiency.

Key words: mass valuation, normative monetary valuation, valuation objectiveness

Постановка проблеми. Професійна оціночна діяльність виконує важливу соціальну функцію, що полягає в наданні необхідного для здійснення зваженої інвестиційної, містобудівної та податкової політики знання про вартість – ймовірної суми грошей, за яку може відбутися зміна власника, умов власності чи умов використання власності. Особливу актуальність ця функція набуває при масовій оцінці міських земель, оскільки така оцінка, за умов фрагментарного характеру угод стосовно вакантних земельних ділянок, слугує чи не єдиним можливим засобом отримання потрібної інформації про вартість землі в межах усього міста.

В свою чергу, суспільство висуває низку вимог до професійної оціночної діяльності і, насамперед, щодо об'єктивності та порівнянності її результатів. Тому цілком природно, що в роботах, присвячених теорії та практиці масової оцінки міських земель ці питання, навіть якщо вони не є предметом спеціального дослідження, посідають центральне місце. Проте способи досягнення об'єктивності, що пропонують вітчизняні фахівці з оцінки міських земель, суттєво різняться між собою, що свідчить про існування ще невирішених питань у цій проблемі.

Мета статті – розкрити основні аспекти проблеми об'єктивності в масовій оцінці міських земель та проаналізувати запропоновані вітчизняними фахівцями підходи до їх вирішення.

Предметом дослідження стали стандарти та правила з питань масової оцінки, підготовлені Міжнародною асоціацією податкових оцінювачів (IAAO), Радою з

Міжнародних стандартів оцінки (IVSC), Міжнародною федерацією геодезистів (FIG), Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (FAO), Оціночною фундацією США; фундаментальні праці, присвячені масовій оцінці, за редакцією Р. Дж. Глоудеманса, М. Д'Амато, Дж. К. Еккерта, Т. Кауко, Р. Р. Олмі, а також майже тридцять монографій, статей та дисертацій, опублікованих в Україні, починаючи з 1996 року, в яких висвітлювалося питання методології масової оцінки міських земель.

Виклад основного матеріалу. Проблема об'єктивності є ключовою в оціночній діяльності. Без перебільшення можна казати, що прагнення її вирішення, виступає визначаючим чинником всього розвитку оцінки в цілому і масової оцінки міських земель зокрема. Це зумовлено тим, що в самому намаганні досягти об'єктивності в оцінці криється певний парадокс, оскільки вартість, на встановлення якої спрямований процес оцінювання, є нічим іншим, як судженням про ступінь корисності тієї чи іншої речі, а отже – суб'єктивним поняттям [1, р. 17].

Ще в XIX столітті в економічній науці було доведено, що вартість не іманентна об'єкту, а відбиває чийось думку про його цінність. Наприклад, продавця, для якого мірою цінності об'єкту слугують понесені витрати на його створення, чи покупця, який цінність об'єкту вимірює майбутніми вигодами від його володіння, або користувача, для якого цінність об'єкту залежатиме від індивідуальних смаків, поглядів, особистих планів тощо. Крім того, існує безліч інших обставин, через які значення вартості одного

і того ж об'єкту для різних осіб можуть істотно різнитися.

Таке уявлення про відносний характер корисності нерухомого майна узагальнюють Єдині стандарти професійної оціночної діяльності, одночасно конкретизуючи поняття вартості як «монетарного відношення до нерухомого майна тих, хто купує, продає або використовує це майно» [2, U-4]. Тобто, усі оцінки (а значить і вартість) за своїм походженням суб'єктивні, а проблема полягає в порівнянності цих суб'єктивних оцінок.

«Об'єктивізацію» суб'єктивних оцінок побачили в їх стійкості (відтворюваності) при повторенні ситуації та їх мінливості під впливом нових обставин, що наочно проявляється при укладанні угоди купівлі-продажу чи оренди на ринку. Тому цілком природним є те, що в теорії вартості увага поступово переміщається на аналіз ринкових цін, в яких закріплюються пропорції обміну, а в оціночній діяльності на перший план висувається поняття ринкової вартості, що відбиває колективне сприйняття і поведінку учасників ринку і, тим самим, набуває інтерсуб'єктивного виміру.

Отже, якщо і казати про об'єктивну оцінку, то це – професійно визначена ринкова вартість, що розглядається як узагальнена характеристика цінності об'єкту з позицій невизначеного числа його потенційних володарів, тобто з точки зору ринку, що складається з діяльності і мотивації багатьох його учасників.

Безумовно, що орієнтація на визначення ринкової вартості, посилює фактуальний аспект оцінки, де одиницею спостереження слугує угода, невід'ємними елементами якої є суб'єкти угоди (покупець і продавець), предмет угоди (права на нерухомість, що передають) і сума угоди (ціна купівлі-продажу), а сама оцінка все більше набуває риси аналітичного дослідження, де основним методом стає ринкове порівняння. Проте число угод щодо вакантних земельних ділянок у містах обмежена і кількісно, і територіально, що не дозволяє скласти цілісного та надійного уявлення про цінність землі на терені усього міста. Переважно предметом пропозиції на ринку купівлі-

продажу, оренди чи іпотеки у містах виступають поліпшені земельні ділянки і ціна, яку сплачують, пропонують чи запитують, стосується об'єкту нерухомості в цілому, без її розподілення між його фізичними складовими – землею та поліпшеннями.

Інакше кажучи, земля задовольняє потреби не безпосередньо, а опосередковано – у складі об'єкту нерухомого майна. Саме як на складову нерухомого майна на землю формуються ринкові попит і пропозиція, і саме як складова нерухомості земля матиме ринкову вартість. Тобто, немає ринку ділянок як таких, а є ринок ділянок під конкретне використання, що зумовлене потребою в певному типі нерухомого майна. І якщо використання землі слугує системним чинником формування її вартості, то нерухоме майно, що є результатом прикладання до землі праці, капіталу і підприємницької ініціативи та створює матеріально-правові умови її використання, виконує роль системи, поєднання компонентів якої встановлює значення ринкової вартості землі. Таким чином, проблема об'єктивності оцінки міських земель має ще один аспект, пов'язаний із залишковою продуктивністю землі.

З орієнтацією масової оцінки на досягнення ринкової вартості в її інструментарії все більше місце починають посідати гедоністичні моделі ціноутворення, що розглядають вартість нерухомості як результативну ознаку впливу певних факторних ознак, що характеризують угоду та об'єкт, стосовно якого ця угода укладається. Це, в свою чергу, дозволяє обчислити вартість як одиниць вибірки (об'єктів нерухомості, стосовно яких були укладені та проаналізовані угоди), так і решти подібних їм об'єктів [3].

Очевидно, що розрахована за допомогою гедоністичних моделей вартість не завжди співпадатиме із значенням ринкової вартості, адже на ціни, що можна спостерігати на ринку, впливає безліч випадкових та непередбачених чинників, що неможливо врахувати. Тому для зменшення випадкової похибки вдаються до збільшення кількості об'єктів у стратах, на які поділяється вибірка, що стосовно оцінки міських земель означатиме розширення території спостереження

і, як наслідок, втрату подібності, основним критерієм якої для об'єктів нерухомого майна, як відомо, є їх місце розташування. Таким чином, збільшення об'єму страт вибірки за рахунок розширення їх територіальних меж призводить до похибки іншого роду – похибки поправки, з якою пов'язаний ще один аспект об'єктивності масової оцінки міських земель.

На думку фундатора української оціночної статистики І. М. Геллера, проблема представництва груп об'єктів, за якими розраховують модельне значення вартості, може бути вирішена при узагальненні даних для територіальних одиниць рівня житлового району (80-120 га), в межах яких одночасно пропонують до продажу 30 і більше об'єктів. Це підтверджує і практика застосування авторами статті гедоністичних моделей при оцінці земель житлової забудови у м. Києві, коли мінімальне значення випадкової похибки та похибки поправки досягалося при оперуванні даними у розрізі житлових районів (рис. 1).

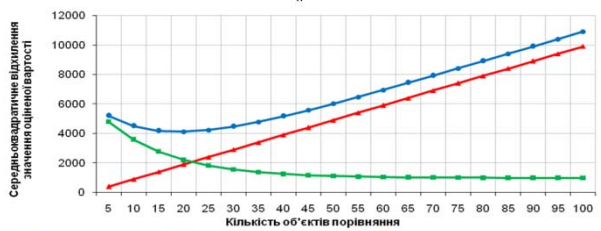


Рис. 1 Залежність відхилення значення оціненої вартості від обсягу вибірки

Отже, в ході масової оцінки міських земель неможливо досягти ідеальних результатів, тому отримані значення вартості також підлягають оцінці на відповідність ринковим даним. Ця процедура, яку називають аналізом відносних показників вартості, відповідно до вимог Стандарту масової оцінки нерухомого майна Міжнародної асоціації податкових оцінювачів, є обов'язковим елементом підтвердження об'єктивності результатів проведеної оцінки [4].

Узагальнюючи основні аспекти проблеми об'єктивності масової оцінки міських земель, можна констатувати, що вирішення цієї проблеми передбачає: застосування як бази оцінки ринкової вартості; побудову

оціночної моделі, що відображає залишкову продуктивність землі; формування представницької вибірки за територіальними одиницями, розмір яких забезпечує мінімізацію похибок; оцінку відповідності отриманих результатів ринковим даним.

Зрозуміло, що виконання цих вимог у час, коли відбувалося становлення масової оцінки міських земель в Україні, було ускладнено як об'єктивними, так і суб'єктивними причинами. До об'єктивних причин, насамперед, слід віднести вкрай незначну кількість угод на ринку нерухомості в цілому і ринку землі зокрема. Серед суб'єктивних причин можна назвати домінування в суспільстві, включаючи й наукове співтовариство, марксистської точки зору щодо немайнового характеру земельних відносин та трудової природи вартості, яка, якщо не заперечувала взагалі, то щонайменш ставила під сумнів існування вартості землі поза витрат. Наочним прикладом непорушності цих поглядів може слугувати положення дисертаційної роботи О. Ю. Мельничука, що була захищена в 2003 році, про неможливість об'єктивно визначити вартість незабудованих земельних ділянок, оскільки вони «не містять минулої уречевленої праці (будівельної вартості), за винятком можливих транзитних інженерних комунікацій» [5].

За цих обставин розробники методики грошової оцінки, що, до речі, мала назву тимчасової, поклали в її основу компенсаційний принцип обчислення вартості як вимушений засіб в умовах, коли ринок нерухомості в країні знаходиться в стадії становлення. Скоріш це була своєрідна логічна конструкція, за якою *спочатку* – шляхом капіталізації нормативного прибутку від витрат на освоєння й облаштування території та врахування місця населеного пункту в системі виробництва і розселення визначали базову (середню для населеного пункту) вартість 1 кв. м земель населеного пункту; *потім* – базову вартість диференціювали за економіко-планувальними зонами – функціонально визначеними та територіально вираженими частинами населеного пункту з різним ступенем містобудівної цінності те-

риторії; *i na reshti* – визначали вартість 1 кв. м земельної ділянки залежно від особливостей її розташування в межах економіко-планувальної зони та функціонального використання. За суттю, результат грошової оцінки вказував не на вартість землі, а на розмір компенсації коштів, понесених містом на освоєння та облаштування його території, що мають зробити власники землі та землекористувачі залежно від місця розташування, функції використання та площі земельної ділянки, якою вони володіють [6].

Недосконалість грошової оцінки зумовила критичне ставлення до неї цілого ряду науковців.

Так, А. М. Третяк у 1997 р. основний недолік грошової оцінки вбачав у тому, «що коефіцієнти, що використовують при проведенні грошової оцінки мають бути результатом, а не вихідними даними оцінки, і їх значення треба встановлювати індивідуально для кожного населеного пункту, виходячи з реальних цін на існуючих ринках нерухомості» [7]. Б.А. Семененко у 1999 р. вважав порядок грошової оцінки практично не придатним для оцінки ринкової вартості міських земельних ділянок через його замасковану «витратність», а спроби «відрегулювати» його за рахунок поправочних коефіцієнтів, запозичених з витратних методик попередніх років малопереконливими та відірваними від реальної дійсності [8]. В.М. Кілочко (2004) також відзначав, що «грошова оцінка в межах населених пунктів в основному базується на витратній концепції», «побудована не на ринковій інформаційній основі і не враховує кон'юнктуру ринку землі» [9]. М.Г. Кривококов (2005) вказував, що «тільки ринкові дані можуть бути обґрунтуванням вибору факторів, що впливають на вартість земель» [10]. І, нарешті, А.Г. Мартин у 2011 р. резюмує, що грошова оцінка «жодним чином не кореспондується із реальною ринковою вартістю землі» [11].

Проте найбільш переконливими доказами недосконалості грошової оцінки стали аналітичні дослідження розбіжностей між її результатами та цінами, що склалися на ринку міських земель. У 2003 р. Р.Є. Волосе-

цький опублікував статтю, де на прикладі м. Львова продемонстрував невідповідність результатів грошової оцінки ринковим даним, внаслідок чого оподаткування земель стає неадекватним тим вигодам, що отримують власники землі в різних частинах міста, і набуває регресійного характеру, коли власники дешевших ділянок сплачують більше податку на одиницю ринкової вартості, ніж власники дорожчих ділянок [12]. Подібні результати та висновки отримали Ю.О. Кірічек, Є.О. Ландо, Є.Ю. Гайденко, які провели аналогічне дослідження у 2012 р. по м. Дніпропетровську [13].

Деякі автори не обмежувалися критикою, а пропонували альтернативні методики, спрямовані на визначення ринкової вартості міських земель. При чому практично кожна них передбачала процедуру екстракції вартості землі з ринкової вартості нерухомості.

У 1996 році була опублікована методика, що ґрунтувалася на методі співвіднесення і використовувала концепції ситуаційних класів та стандартної вартості землі. В рамках цієї методики була висунута гіпотеза, що об'єкти нерухомості можуть бути об'єднані в ситуаційні класи за ступенем цінності міських земель, для кожного з яких характерна певна частка землі в ринковій вартості нерухомості. Саме співвідношення з часткою у вартості, а не з абсолютним значенням вартості землі, на думку авторів, дозволяє подолати нелінійну залежність між вартістю землі як складовою нерухомості та вартістю нерухомості в цілому. Щоб уникнути плутанини з індивідуально визначеною ринковою вартістю, згодом було введено поняття стандартної вартості землі як її ринкової вартості для нерухомості, що ще не побудована, проте має риси типової забудови для конкретного району розташування (нерухомість зі стандартною вартістю землі) [14, 15].

Дослідження ринку нерухомості у Львові, проведені Ю.П. Губарем у 2005 році, підтвердили, що між вартістю землі та вартістю нерухомості існує зв'язок, що з наближенням до центру міста та радіальних магістралей переходить у нелінійну залежність. З

врахуванням цієї залежності, як вважає автор, виникає можливість для отримання адекватних значень вартості землі на підставі аналізу цін продажу (пропозиції) міської нерухомості [16].

Оригінальна методика масової оцінки міських земель, а саме земель житлової забудови, була запропонована у 2008 році В.Д. Жоголевим, який на основі економічного методу експертної грошової оцінки побудував математичну модель, що описувала функцію залежності ринкової вартості житла в сучасних житлових будинках від наступних параметрів: вартості проектування та будівництва, вартості землі та норми прибутку забудовника, що, в свою чергу, залежить від вартості землі та територіаломісткості забудови. Це дозволило автору визначити ринкову вартість земель Києва в розрізі житлових районів міста залежно від поверховості забудови.

Таким чином, наочно було продемонстровано, що чинна методика грошової оцінки земель населених пунктів має неринковий, нормативний характер. З цим висновком погодився і законодавець, поділивши грошову оцінку на експертну і нормативну та окресливши сфери їх застосування. У 2003 році в Законі України «Про оцінку земель» нормативна грошова оцінка земельних ділянок була кваліфікована як «капіталізований рентний дохід із земельної ділянки, визначений за встановленими і затвердженими нормативами», що мають використовувати «для визначення розміру земельного податку, державного мита при міні, спадкуванні та даруванні земельних ділянок, орендної плати за земельні ділянки державної та комунальної власності, втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, а також при розробці показників та механізмів економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель».

Закріплення на законодавчому рівні неринкового характеру масової оцінки земель істотно вплинуло на її подальший розвиток. Нормативна грошова оцінка отримала необхідне нормативно-правове забезпечення, а питання її удосконалення стали предметом

численних наукових праць та дисертаційних робіт.

Переважає більшість науковців сходилися на прагненні підвищити об'єктивність нормативної грошової оцінки шляхом упрощення нових поправочних коефіцієнтів та подрібнення економіко-планувального зонування територій населених пунктів.

Так, предметом дослідження Н. Ю. Марченко (2000) стали роль і місце екологічних чинників у формуванні вартості міських територій [17]. Натомість О. Ю. Мельничук (2003) доводив необхідність впровадження більш широкого переліку локальних коефіцієнтів, що враховують інженерно-геологічні фактори та кількісні просторово-часові характеристики інженерно-геологічних процесів [5]. Т. Р. Яхіна (2004) запропонувала враховувати на базовому рівні нормативної грошової оцінки земель історичних міст річні додаткові витрати коштів на охорону, збереження і розвиток пам'яток історико-культурного комплексу міста. На думку автора «вагомим показником, що здатний забезпечити обґрунтоване суттєве зростання ринкової вартості земельних ділянок та об'єктів нерухомості в умовах історичних міст, мав стати коефіцієнт використання земель під базові функції (рекомендовані: комерційні, туристичні, оздоровчі)» [18].

К. М. Ніколайчук (2011) зосередила увагу на проблемі удосконалення системи врахування рентоутворюючих факторів та представила методику визначення значень локальних коефіцієнтів залежно від відстані земельної ділянки до зони поширення цих факторів [19]. О.М. Патиченко разом з Ю.М. Палехою (2013) доводили, що «вказане завдання можна розв'язати виділенням у межах кожної економіко-планувальної зони під впливом локальних факторів кварталів грошової оцінки з подальшим розрахунком вартості землі в межах кожного кварталу» [20]. У дисертаційній роботі Д. С. Кузнецової (2011) запропоновано створити умови для переходу до такої нормативної грошової оцінки, що залежатиме від ринкової вартості, шляхом врахування впливу гірничих робіт на різних етапах нормативної грошової

оцінки земель населеного пункту та розроблення підходу до виділення зон однакового впливу підземних гірничих робіт.

Проте усі названі вище автори не виходили за рамки розрахункового ціноутворення, притаманного нормативній грошовій оцінці. Тому їх пропозиції щодо збільшення кількості факторних змінних лише створювали ілюзію підвищення об'єктивності результатів оцінки і жодним чином не гарантували наближення цих результатів до ринкової вартості, оскільки не мали відповідних ринкових свідчень про значимість та немультіколінеарність запропонованих факторів. У свою чергу, пропозиції щодо деталізації економіко-планувального зонування взагалі ставили під сумнів можливість отримання таких свідчень через проблематичність утворення представницьких вибірок земельних ділянок, стосовно яких були б укладені чи запропоновані угоди на ринку.

Загалом більшість авторів, які вбачали у розрахунковому ціноутворенні запоруку об'єктивності результатів оцінки, мета визначення ринкової вартості міських земель або зовсім не розглядалася, або носила декларативний характер.

Наприклад, М.Г. Ступінь у докторській дисертації пропонує методіку, за якою «масова ринкова вартість земель населеного пункту може бути визначена як добуток ринкової ціни одиниці площі та коефіцієнтів, що характеризують вартісні характеристики землі (чинники місцеположення, виробництва тощо)». При цьому, обґрунтовуючи необхідність «переорієнтації системи нормативної грошової оцінки земель населених пунктів у напрямі її відповідності Міжнародним стандартам оцінки», автор відстоює «концептуальні положення удосконалення оцінки земель, які базуються на врегулюванні збалансованих рентних відносин у населених пунктах у послідовності: цінність > рента > вартість > ціна», що суперечить прийнятій у Міжнародних стандартах оцінки концепції ринкової вартості як найімовірнішої ціни, за яку об'єкт може бути проданий на ринку.

Подібну неринкову позицію, що «вартість є основою для визначення ціни за

окрему земельну ділянку», захищав у докторській дисертації й Ю.М. Палеха. Показово, що висновки цієї роботи лише продублювали основні положення останніх (1997 та 2006 рр.) редакцій Порядку нормативної грошової оцінки земель населених пунктів. У 2012-2013 рр. Ю.М. Палеха пише, що «необхідно відійти від показника витрат на освоєння та облаштування території, який ґрунтується на відновній вартості основних фондів інженерно-транспортної інфраструктури, і ввести як головний показник, що визначає середню вартість території населеного пункту, рентний дохід із розрахунку на 1 кв. м» [21], значення якого, як і ставка капіталізації «мають встановлюватися уповноваженим органом із земельних ресурсів і підлягають коригуванню кожні п'ять років» [22].

Думку про необхідність впровадження для масової оцінки нормативно встановленого рентного доходу поділяє й А. Г. Мартин. У 2012 р. він пише, що показники оцінки повинні обчислюватися виключно як капіталізований рентний дохід із земельної ділянки, що визначається за встановленими і затвердженими нормативами [23]. В авторефераті докторської дисертації, оцінюючи свій внесок у вдосконалення методичних засад нормативної грошової оцінки, А. Г. Мартин зазначає, що впровадження нормативів капіталізованого рентного доходу «дозволить підвищити об'єктивність оціночних показників та спростити їх надання учасникам земельних відносин».

Очевидно, що запропоновані Ю. М. Палехою та А. Г. Мартином нововведення не тільки не підвищують об'єктивність нормативної грошової оцінки, а й ще більше посилюють її неринковий характер та сприяють закріпленню у суспільстві неадвалорного мислення. Водночас спільність позицій Ю. М. Палехи та А. Г. Мартини є симптоматичною і зумовлена прагненням зберегти особливий статус землеоціночної діяльності як спеціального виду оціночних робіт, що, за словами А. Г. Мартини, має фундаментальні відмінності з іншими об'єктами майнових прав у теоретико-методологічних засадах¹ та потребує в суттєво більшій мірі

державного регулювання на базі спеціально уповноваженого органу влади з питань земельних ресурсів [11].

¹ Одним з основних доводів, що наводить А.Г. Мартин є те, що «вартість землі, на відміну від інших об'єктів оцінки у матеріальній формі, не описується класичною трудовою теорією вартості» [11].

Таким чином, у вітчизняних фахівців з оцінки міських земель існують різні точки зору на подальшу долю нормативної грошової оцінки, за допомогою якої українське суспільство вже двадцять років отримує уявлення про цінність міських земель. І якщо одні пропонують відмовитися від неї та перейти до ринково орієнтованих методик масової оцінки, то інші прагнуть удосконалити методіку існуючої оцінки, не порушуючи її нормативний характер. Проте причина таких розбіжностей у поглядах фахівців одна – різне розуміння проблеми об'єктивності в оцінці.

Висновок. Забезпечення об'єктивності результатів – завдання, що ставилося перед оціночною діяльністю з моменту набуття нею професійного характеру. Пошук шляхів його вирішення сприяв розвитку методології оцінки, в тому числі і масової оцінки міських земель, як прикладного (прагматичного) економічного дослідження, в результаті якого формується судження про вартість речі («відображення речі в необхідності та можливості») і що є необхідною ланкою між пізнанням та практикою.

Об'єктивність в масовій оцінці міських земель в *онтологічному аспекті* передбачає, що оцінювач у своїх припущеннях спирається на факти – ціни угод купівлі-продажу та оренди, що склалися на ринку і відбивають колективне сприйняття його учасниками корисності тієї чи іншої земельної ділянки, – а не обмежується суб'єктивним уявленням або мотивом окремої особи. У *гносеологічному аспекті* об'єктивність визначає можливості відображення коливання попиту і пропозиції, зміни конкуренції, інших чинників, що безпосередньо або опосередковано впливають на продуктивність та ефективність використання міських земель. У *логічному аспекті* об'єктивність масової оцінки міських земель передбачає наявність засобів для перевірки відповідності отриманих результатів (оціненої вартості) ринковим даним.

Намагання підмінити ці принципи об'єктивності неадвалорними концепціями, що засновані на розрахунковому ціноутворенні та спрямовані на отримання наперед заданого результату, що є економічно необґрунтованим і невідповідним, призводять до викривлення інформації щодо реальної вартості міських земель і, як наслідок, до несправедливого оподаткування та кредитування, до стримування інвестиційних та містобудівних процесів, що ставить під сумнів можливість виконання масовою оцінкою своєї соціальної функції.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Mass appraisal methods: an international perspective for property valuers / edited by Tom Kauko & Maurizio d'Amato. – London : Wiley-Blackwell, 2008. – 335 p.
2. Uniform standards professional appraisal practice (USPAP). 2014-2015 edition / Appraisal standards board. – Washington : Appraisal foundation, 2014. – 370 p. – Режим доступу: <http://www.appraisertom.com/USPAP-2014-15.pdf>.
3. Gloudemans R. J. Fundamentals of mass appraisal / Robert J. Gloudemans, Richard R. Almy. – Kansas City : IAAO, 2011. – 424 p.
4. Standard on mass appraisal of real property / International association of assessing officers. – Kansas City : IAAO, 2013. – 24 p.
5. Мельничук О. Ю. Врахування інженерно-геологічних умов при грошовій оцінці земель населених пунктів: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.24.04 / О. Ю. Мельничук ; Київ. нац. ун-т буд-ва та архітектури. – Київ, 2003. – 20 с.
6. Драпіковський О. І. Принципи і методи оцінки міських земель в умовах переходу до ринкової економіки / О. І. Драпіковський, І. Б. Іванова // Вісник Української академії державного управління при Президентіві України. – 1998. – № 4. – С. 213-223.
7. Третьяк А. М. Грошова оцінка земель населених пунктів / А. М. Третьяк // Вісник оцінки. – 1997. – № 3/4. – С. 15-17.

8. Семененко Б. А. Приватизация и оценка городских территорий / Б. А. Семененко, А. М. Телиженко, Н. А. Соколов. – Сумы : ИПП "Мрія-1" ЛТД, 1999. – 250 с.
9. Кілочко В. М. Науково-методичні засади грошової оцінки земель. 08.08.01-економіка природокористування і охорони навколишнього середовища : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук / В. М. Кілочко ; Голов н.-д. і проєкт. ін.-т землеустрою. – Київ, 2004. – 20 с.
10. Кривобоков М. Г. Формалізація оціночного зонування міських земель з застосуванням ГІС-моделі : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.24.04 / М. Г. Кривобоков ; Київ. нац. ун-т буд-ва та архітектури – Київ, 2005. – 16 с.
11. Мартин А. Г. Регулювання ринку земель в Україні : наук. монографія / А. Г. Мартин – Київ : НУБіП України, 2011. – 252 с.
12. Волосецький Р. Аналіз існуючої проблеми ефективного управління земельними ресурсами в населених пунктах / Роман Волосецький // Земля і власність. – 2003. – № 2 – С. 10-13.
13. Кірічек Ю. О. Оцінка нерухомості, в тому числі земельних ділянок для цілей оподаткування / Ю. О. Кірічек, С. О. Ландо, Є. Ю.Гайденко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. праць. – Дніпропетровськ, 2012. – № 12 : Всеукр. науч.-практ. конф. «Оценка движимого и недвижимого имущества, в том числе земельных участков». – С. 7-12.
14. Драпіковський О. І. Методика і практика масової оцінки міських земель: на прикладі Києва / О. І. Драпіковський, І. Б. Іванова // Український географічний журнал. – 1996. – № 3. – С. 37-43.
15. Драпіковський О. І. Вартість земель м. Києва в показниках цінової статистики / О. І. Драпіковський, І. Б. Іванова // Управління сучасним містом : наук.-інформ. бюл. / Укр. акад. держ. управління при Президенті України ; Ун-т північ. Лондона. – Донецьк, 2000. – С. 24-36.
16. Губар Ю. П. Кадастрова багатофакторна оцінка міських земель : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.24.04 / Губар Юрій Петрович ; Нац. ун-т "Львів. політехніка" – Львів, 2005. – 19 с.
17. Марченко Н. Ю. Врахування екологічних чинників при економічній оцінці міських територій: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : 08.08.01 / Н. Ю. Марченко ; Сум. держ. ун-т. – Суми, 2000. – 18 с.
18. Яхіна Т. Р. Економічна оцінка територіальних ресурсів історичних міст України (на прикладі історичного міста Полтави) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : 08.10.01 / Т. Р. Яхіна ; Харків. нац. міського госп-ва. – Харків, 2004. – 20 с.
19. Ніколайчук К. М. Удосконалення системи використання рентоутворюючих факторів у нормативній грошовій оцінці земель населених пунктів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 05.24.04 / Ніколайчук Катерина Миколаївна ; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. – Рівне, 2011. – 23 с.
20. Палеха Ю. М. Нормативна грошова оцінка земель сільських населених пунктів і селищ міського типу – нові підходи до визначення показників / Ю. М. Палеха, О. М. Патиченко // Землеустрій і кадастр. – 2013. – № 1. – С. 34-44.
21. Палеха Ю. М. Методика нормативної грошової оцінки земель населених пунктів – необхідність змін, зумовлена часом / Ю. М. Палеха // Землеустрій і кадастр. – 2012. – № 3. – С. 56-61.
22. Палеха Ю. М. Нормативна грошова оцінка земель населених пунктів: на рубіконі змін / Ю. М. Палеха, А. А. Колосюк // Землеустрій і кадастр. – 2013. – № 2. – С. 60-67.
23. Мартин А. Нормативна грошова оцінка несільськогосподарського призначення: нові методичні підходи запроваджуються у 2013 році / А. Мартин // Землевпорядний вісник. – 2012. – № 10. – С. 20-24.

REFERENCES

1. Kauko T. and Maurizio d'Amato, eds. *Mass appraisal methods: An international perspective for property valuers*. London: Wiley-Blackwell, 2008, 335 p.
2. Appraisal standards board. *Uniform standards professional appraisal practice (USPAP). 2014-2015 edition*. – Washington: Appraisal foundation, 2014, 370 p. Available at: <http://www.appraisertom.com/USPAP-2014-15.pdf>.
3. Gloudemans R.J. and Richard R. *Fundamentals of mass appraisal*. Kansas City: IAAO, 2011, 424 p.
4. International association of assessing officers. *Standard on mass appraisal of real property*. Kansas City: IAAO, 2013, 24 p.
5. Melnychuk O.Iu. *Vrakhuvannia inzhenerno-heolohichnykh umov pry hroshovii otsyntsi zemel naselennykh punktiv: Avtofef. dis. kand. tehn. nauk: 05.24.04* [The account of geological conditions in the urban monetary valuation: Techn. sc. candidate dissertation thesis: 05.24.04]. Kyiv, 2003, 20 p. (in Ukrainian).
6. Drapikovskiy O.I. and Ivanova I.B. *Pryntsyipy i metody otsinky miskyykh zemel v umovakh perekhodu do rynkovoi ekonomiky* [Principles and methods of urban land valuation in the transition to market economy]. *Visnyk Ukrain's'koi akademii derzhavnogo upravlinnja pri Prezidentovi Ukraini* [Bulletin of Ukrainian Academy of Government Control under the President of Ukraine]. Kyiv. 1998, no. 4, pp. 213-223. (in Ukrainian).
7. Tretiak A.M. *Hroshova otsinka zemel naselennykh punktiv* [The urban monetary valuation]. *Visnyk otsinky* [Buletin of the appraisal]. 1997, no. 3/4, pp. 15-17. (in Ukrainian).

8. Semenenko B.A., Telyzhenko A.M. and Sokolov N.A. *Pryvatyzatsiia y otsenka horodskykh terrytori* [Urban territories privatization and valuation]. Sumy: IPP «Mrija-1» LTD, 1999, 250 p. (in Russian).
9. Kilochko V.M. *Naukovo-metodychni zasady hroshovoi otsinky zemel: Avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. ekon. nauk 08.08.01* [Scientific and methodological foundations of land monetary valuation: Econ. sc. candidate dissertation thesis: 08.08.01]. Kyiv, 2004, 20 p. (in Ukrainian)
10. Kryvobokov M.H. *Formalizatsiia otsinochnoho zonuvannia miskyykh zemel z zastosuvanniam HIS-modeli: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.24.04* [The formalization of the urban land zoning valuation using GIS-models: Techn. sc. candidate dissertation thesis: 05.24.04]. Kyiv, 2005, 16 p. (in Ukrainian).
11. Martyn A.H. *Rehuliuвання ринку земел в Україні* [Land market regulation in Ukraine]. Kyiv, 2011, 252 p. (in Ukrainian).
12. Volosetskyi R. *Analiz isnuiuchoi problemy efektyvnoho upravlinnia zemelnymy resursamy v naselenykh punktakh* [Analysis of the problem of effective urban land management]. *Zemlia i vlasnist* [Land and property]. 2003, no 2, pp. 10-13. (in Ukrainian).
13. Kirichek Iu.O., Lando Ie.O. and Haidenko Ie.Iu. *Otsinka nerukhomosti, v tomu chysli zemelnykh dilianok dlia tsilei opodatkuvannia* [Evaluation of real estate, including land for tax purposes]. *Visnik Prydniprov's'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi* [Bulletin of Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture]. Dnipropetrovsk, 2012, no. 12, pp. 7-12. (in Ukrainian).
14. Drapikovskiy O.I. and Ivanova I.B. *Metodyka i praktyka masovoi otsinky miskyykh zemel: na prykladi Kyieva* [Techniques and practices of urban land mass valuation: the case of Kyiv]. *Ukrain's'kij geografichnij zhurnal* [Ukrainian geographical journal]. 1996, no 3, pp. 37-43. (in Ukrainian).
15. Drapikovskiy O.I. and Ivanova I.B. *Vartist zemel m. Kyieva v pokaznykakh tsinovoi statystyky* [Kyiv land value in terms of price statistics]. *Upravlinnia suchasnym mistom* [The modern city control]. Donetsk, 2000, pp. 24-36. (in Ukrainian).
16. Hubar I.P. *Kadastrava bahatofaktorna otsinka miskyykh zemel: Avtoref. dys. kand. tekhn. nauk: 05.24.04* [Cadastral multifactorial urban land valuation: Techn. sc. candidate dissertation thesis: 05.24.04]. Lviv, 2005, 19 p. (in Ukrainian).
17. Marchenko N.Iu. *Vrakhuvannia ekolohichnykh chynnykiv pry ekonomichnii otsyntsi miskyykh terytorii: Avtoref. dis. kand. ekon. nauk: 08.08.01* [Consideration of environmental factors in the economic valuation of urban areas: Techn. sc. candidate dissertation thesis: 08.08.01]. Sumy, 2000, 14 p. (in Ukrainian).
18. Yakhina T.R. *Ekonomichna otsinka terytorialnykh resursiv istorychnykh mist Ukrainy (na prykladi istorychnoho mista Poltava): Avtoref. dis. kand. ekon. nauk: 08.10.01* [Economic valuation of territorial resources historic of cities of Ukraine (for example, the historical city of Poltava): Econ. sc. candidate dissertation thesis: 08.10.01]. Kharkiv, 2004, 20 p. (in Ukrainian).
19. Nikolaichuk K.M. *Udoskonalennia systemy vykorystannia rentoutvoriuiuchykh faktoriv u normatyvni hroshovii otsyntsi zemel naselenykh punktiv: Avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.24.04* [Improving the use of rent-making factors in normative monetary valuation of land settlements: Techn. sc. candidate dissertation thesis: 05.24.04]. Lviv, 2011, 18 p. (in Ukrainian).
20. Palekha Iu.M. and Patychenko O.M. *Normatyvna hroshova otsinka zemel silskykh naselenykh punktiv i selyshch miskoho typu – novi pidkhody do vyznachennia pokaznykiv* [Normative monetary valuation of urban and rural lands – new approaches to the determination of parameters]. *Zemleustrii i kadastr* [Land Management and Cadastre]. 2013, no 1, pp. 34-44. (in Ukrainian).
21. Palekha Iu.M. *Metodyka normatyvnoi hroshovoi otsinky zemel naselenykh punktiv – neobkhidnist zmin, zumovlena chasom* [Methods of normative monetary urban land valuation – the need for changes due time]. *Zemleustrii i kadastr* [Land Management and Cadastre]. 2012, no 3, pp. 56-61. (in Ukrainian).
22. Palekha Iu.M. and Kolosiuk A.A. *Normatyvna hroshova otsinka zemel naselenykh punktiv: na rubikoni zmin* [Normative monetary valuation of land settlements: the Rubicon change]. *Zemleustrii i kadastr* [Land Management and Cadastre]. 2013, no. 2, p. 60-67. (in Ukrainian).
23. Martyn A. *Normatyvna hroshova otsinka nesilskohospodarskoho pryznachennia: novi metodychni pidkhody zaprovadzhuiutsia u 2013 rotsi* [Normative monetary valuation for non-agricultural purpose: a new methodological approaches implemented in 2013]. *Zemlevporiadnyi visnyk* [Land Management bulletin]. 2012, no. 10, pp. 20-24. (in Ukrainian).

Рецензент: д-р т. н., проф. О. Ю. Кірічек

Надійшла до редколегії: 17.09.2015 р. Прийнята до друку: 19.09.2014 р.

УДК 624.15.001

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ОТ СОБСТВЕННОГО ВЕСА ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН ПО ГЛУБИНЕ

НЕСТЕРОВА Е. В.,¹ к. т. н.

¹ Кафедра водоснабжения, водоотведения и гидравлики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 756-34-74, e-mail: helena2010_10@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1035-6572

Аннотация. Постановка проблемы. При решении задач об определении напряженно-деформированного состояния (НДС) строительных конструкций методом конечных элементов (МКЭ) на точность решения существенно влияют размеры расчетной области основания. Предложено разработать критерии определения размеров расчетной области. В настоящее время при расчете вертикальных осадков грунтовых плотин с трапециевидальной формой сечения предполагается, что эпюра контактных давлений имеет прямоугольную форму [2; 6]. При этом фактическая эпюра контактных давлений по подошве плотины имеет форму трапеции (рис. 1). Таким образом, имеет место несоответствие контактных давлений по подошве грунтовых плотин фактическим и принятым в нормативных документах. **Цель статьи** - рассчитать значение коэффициента затухания вертикальных напряжений по глубине основания, определяемого приложенной к основанию нагрузкой трапециевидальной формы. Об этом уже немало написано в научной литературе [5 - 7; 13]. На наш взгляд, для определения вертикальных осадков оснований грунтовых плотин следует использовать формулу Д-1 ДБН [7], откорректировав в ней коэффициент затухания обусловленных весом плотины вертикальных напряжений по глубине, то есть выполнить учет трапециевидальной формы внешней нагрузки (рис. 1). **Вывод.** Рассчитанные нами коэффициенты затухания вертикальных напряжений по глубине (табл. 1) позволяют более точно определять их значения, чем коэффициенты, представленные в нормативных документах [7]. Это обусловлено более полным, чем в нормативных документах, учетом конфигурации внешней нагрузки.

Ключевые слова: нагрузка, коэффициент, плотина, напряжение, основание плотины

ДО ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ЗАГАСАННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ НАПРУЖЕНЬ ВІД ВЛАСНОЇ ВАГИ ГРУНТОВИХ ГРЕБЕЛЬ ПО ГЛИБИНІ

НЕСТЕРОВА О. В.,¹ к. т. н.

¹ Кафедра водопостачання, водовідведення та гідравліки, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел.+38(0562)756-34-74, e-mail: helena2010_10@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1035-6572

Анотація. Постановка проблеми. Для розв'язання задач про визначення напружено-деформованого стану (НДС) будівельних конструкцій методом кінцевих елементів (МКЕ) на точність розв'язку істотно впливають розміри розрахункової області заснування. Запропоновано розробити критерії визначення розмірів розрахункової області. Наразі при розрахунку вертикальних осадів грунтових гребель із трапециевидальною формою перерізу передбачається, що епюра контактних тисків має прямокутну форму [2; 6]. При цьому фактична епюра контактних тисків по підшві греблі має форму трапеції (рис. 1). Таким чином, має місце невідповідність контактних тисків по підшві грунтових гребель фактичним і прийнятим у нормативних документах. **Мета статті** - розрахувати значення коефіцієнта загасання вертикальних напружень по глибині основи, обумовленого прикладеним до основи навантаженням трапециевидальної форми. Про це вже немало написано в науковій літературі [5 - 7; 13]. На наш погляд, для визначення вертикальних осадів основ грунтових гребель слід застосовувати формулу Д-1 ДБН [7], відкоригувавши в ній коефіцієнт загасання вертикальних напружень по глибині, зумовлених вагою греблі, тобто виконати врахування трапециевидальної форми зовнішнього навантаження (рис. 1). **Висновок.** Розраховані нами коефіцієнти загасання вертикальних напружень по глибині (табл. 1) дозволяють більш точно визначати їх значення, ніж коефіцієнти, наведені в нормативних документах [7]. Це зумовлено більш повним, ніж у нормативних документах, урахуванням конфігурації зовнішнього навантаження.

Ключові слова: навантаження, коефіцієнт, гребля, напруження, основа греблі

TO DETERMINATION OF DAMPING COEFFICIENT OF VERTICAL DEAD STRESS OF EARTH DAMS ON A DEPTH

NESTEROVA E. V.,¹ *Cand. Sc. (Tech.)*

¹ Department of Water-Supply, Water-Diversion and Hydraulics, State Higher Educational Establishment the «Pridneprov's'ka State Academy of Building and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnepropetrovsk 49600, Ukraine, Tel. +38 (0562) 756-34-74, e-mail: helena2010_10@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-1035-6572

Annotation. Raising of problem. At the problem solving about determination of deflected mode (DM) of build constructions by the finite element method (FEM) on accuracy of solving substantial influence is rendered by the sizes of effective area of foundation. It is suggested to develop the criteria of determining the size of effective area. Presently at the calculation of vertical fallouts of earth dams with the trapeziform section (fig. 1), is assumed that the epure of contact pressures has a rectangular form [2, 6]. Thus actual epure of contact pressures on the sole of dam has form of trapezoid (fig. 1). Thus, there is a disparity between actual and accepted in the normative documents in the contact pressures on the sole of earth dams. **Purpose.** At writing of this article we were pursue a purpose to calculate the value of damping coefficient of vertical dead stress on the depth of foundation, trapeziform loading determined and to foundation attached. About it has been already written not a bit in scientific literature [2; 5; 6; 7; 13]. In our view, for determination of vertical fallouts of foundation of earth dams it is necessary to use the formula of D-1 DBN [7], corrected in it the damping coefficient of vertical stress on a depth, conditioned of dam weight, that is to calculate a trapezoidal form of environmental stress (fig. 1). **Conclusion.** The damping coefficients of vertical stress calculated by us on a depth (tablas. 1) allow more exactly to determine their values, than coefficients, presented in normative documents [7]. This is caused by more complete, than it takes a place in normative documents, in the light of configuration of the environmental stress.

Key words: loading, coefficient, dam, stress, foundation of dam

Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными практическими задачами. В настоящее время при расчете вертикальных осадок грунтовых плотин с трапецеидальной формой сечения (рис. 1) предполагается, что эпюра контактных давлений имеет прямоугольную форму [2;

6]. При этом фактическая эпюра контактных давлений по подошве плотины форму трапеции (рис. 1). Таким образом, имеет место несоответствие фактическим и принятым в нормативных документах контактных давлений по подошве грунтовых плотин.

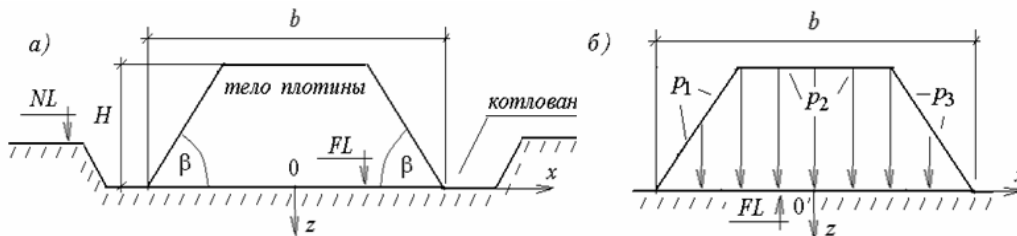


Рис. 1. К определению нагрузки на основание от веса плотины. а – фактическая схема; б – то же, расчетная

Примечание: $p_1 = \gamma \cdot \left(\frac{b}{2} + x\right) \cdot \text{tg}(\beta)$; $p_2 = \gamma \cdot H$; $p_3 = \gamma \cdot \left(\frac{b}{2} - x\right) \cdot \text{tg}(\beta)$.

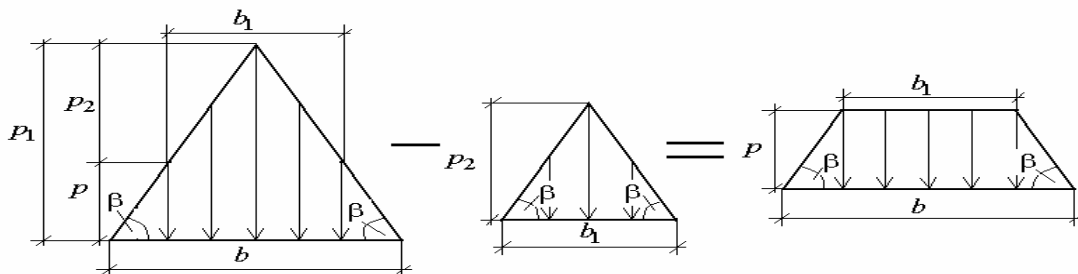


Рис. 2. К преобразованию треугольной нагрузки в трапецидальную.

Примечание: $p_1 = \gamma \cdot \frac{\gamma \cdot b}{2} \cdot \text{tg}(\beta)$; $p_2 = \gamma \cdot \frac{\gamma \cdot b_1}{2} \cdot \text{tg}(\beta)$; $p = \gamma \cdot H$, где H - высота плотины,

γ - удельный вес ее материала

Анализ последних исследований и публикаций. На наш взгляд, для определения вертикальных осадок оснований грунтовых плотин следует использовать формулу Д-1 ДБН [7], откорректировав в ней коэффициент затухания вертикальных напряжений по глубине, обусловленных весом плотины, т. е. выполнить учет трапецидальной формы внешней нагрузки (рис. 1).

Цель работы - рассчитать значения коэффициента затухания вертикальных напряжений по глубине основания, обусловленных приложенной к основанию нагрузкой трапецидальной формы.

Изложение основного материала. К основанию приложена трапецидальная вертикальная нагрузка. Требуется определить коэффициент затухания по глубине вертикальных нормальных напряжений, обусловленных этой нагрузкой.

Для решения задачи нами была использована представленная на рисунке 2 схема, с помощью которой треугольная эпюра контактных давлений может быть преобразована в трапецидальную (рис. 2) и составлены таблицы затухания вертикальных нормальных напряжений по глубине, соответствующие треугольной нагрузке на основание.

Для получения уточненных значений коэффициента α используем известную формулу Буссинеска для вертикальной осадки основания, находящегося под воздействием вертикальной сосредоточенной силы [4]:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z(x, y, z) &= \frac{K}{z^2} \cdot P; & K &= \frac{3}{2 \cdot \pi} \cdot \left(\frac{z}{R} \right)^5; \\ R &= \sqrt{r^2 + z^2}; & r &= \sqrt{x^2 + y^2}. \end{aligned} \right\} (1)$$

положив в ней:

$$\left. \begin{aligned} r &= \sqrt{(x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}; \\ x &= 0; & y &= 0; \\ dP &= q \cdot \left(1 - 2 \cdot \frac{\xi}{b} \right) \cdot d\xi \cdot d\eta \end{aligned} \right\} (2)$$

Здесь q - амплитудное значение распределенной нагрузки.

Далее проинтегрируем (2) по площади, а полученный таким образом интеграл разделим на масштабный множитель q :

$$\alpha = \frac{\sigma_{zz}}{q} = \frac{3 \cdot z^3}{\pi} \cdot \int_{-\frac{L}{2}}^{\frac{L}{2}} \left\{ \int_0^{\frac{b}{2}} \frac{\left(1 - \frac{2 \cdot \xi}{b} \right)}{\left[\xi^2 + \eta^2 + z^2 \right]^{\frac{5}{2}}} \right\} \cdot d\eta \cdot d\xi \quad (3)$$

Далее выполним нормировку формулы (3). Положим в ней:

$$\left. \begin{aligned} \xi &= \xi_1 \cdot \frac{b}{2} \\ \eta &= \eta_1 \cdot \frac{L}{2} \\ n &= \frac{L}{b} \\ m &= \frac{2 \cdot z}{b} \\ d\xi &= d\xi_1 \cdot \frac{b}{2} \\ d\eta &= d\eta_1 \cdot \frac{L}{2} \end{aligned} \right\} (4)$$

С учетом (4) из (3) имеем:

$$\alpha^* = \frac{\sigma_{zz}}{q} = \frac{3 \cdot m^3 \cdot n}{\pi} \cdot \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \int_{-\frac{1}{2}}^{\frac{1}{2}} \frac{(1 - \xi_1) \cdot d\xi_1}{\left(\xi_1^2 + n \cdot \eta_1^2 + m^2 \right)} \cdot d\eta_1 \quad (5)$$

Первый интеграл (5) вычислялся аналитически, а второй – численно, с использованием приближенного метода трапеций [5].

Результаты выполненных с использованием формулы (5) расчетов для ряда значений угла заложения представлены в таблице.

Для удобства расчетов нами составлены таблицы для определения коэффициента затухания напряжений по глубине для различных значений угла заложения откоса грунтовых плотин β .

В этом случае для определения вертикальных напряжений по глубине грунтовой толщи σ_{zp} следует использовать формулу Д-1 ДБН [3], положив в ней:

$$\sigma_{zp,i} = \alpha^* \cdot \gamma \cdot b \quad (6)$$

где b - ширина подошвы плотины, α^* - коэффициент затухания вертикальных напряжений по глубине основания (зависит от отношения длины подошвы плотины L к его ширине b и угла заложения откоса грунтовой плотины β); а γ - среднее значение удельного веса материала, из которого изготовлена плотина.

Таблиця

Коефіцієнт α
Значення коефіцієнта α^* (при углі заложення откоса, рівном $\beta = 20^\circ$)

№ п.п.	$\xi = \frac{2 \cdot z}{b}$	Коефіцієнт α для оснований плотин						
		Соотношение сторон подошвы плотины $\sqrt{\eta = \frac{L}{b}}$						
		n=1	n=1,4	n=1,8	n=2,4	n=3,2	n=5,0	n=10,0
1	0	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182	0,182
2	0,4	0,136	0,137	0,138	0,138	0,138	0,138	0,138
3	0,8	0,095	0,101	0,102	0,103	0,104	0,104	0,104
4	1,2	0,066	0,073	0,077	0,079	0,080	0,080	0,080
5	1,6	0,046	0,054	0,059	0,062	0,064	0,064	0,065
6	2	0,033	0,041	0,046	0,050	0,052	0,053	0,054
7	2,4	0,025	0,031	0,036	0,040	0,043	0,045	0,046
8	2,8	0,019	0,025	0,029	0,033	0,036	0,039	0,040
9	3,2	0,015	0,020	0,024	0,028	0,031	0,034	0,035
10	3,6	0,012	0,016	0,019	0,023	0,027	0,030	0,031
11	4	0,010	0,014	0,016	0,020	0,023	0,027	0,028
12	4,4	0,008	0,011	0,014	0,017	0,020	0,024	0,026
13	4,8	0,007	0,010	0,012	0,015	0,018	0,021	0,023
14	5,2	0,006	0,008	0,010	0,013	0,016	0,019	0,021
15	5,6	0,005	0,007	0,009	0,011	0,014	0,017	0,020
16	6	0,005	0,006	0,008	0,010	0,012	0,016	0,019
17	6,4	0,004	0,006	0,007	0,009	0,011	0,014	0,017
18	6,8	0,004	0,005	0,006	0,008	0,010	0,013	0,016
19	7,2	0,003	0,005	0,006	0,007	0,009	0,012	0,015
20	7,6	0,003	0,004	0,005	0,007	0,008	0,011	0,014
21	8	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008	0,010	0,013
22	8,4	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,010	0,013
23	8,8	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,009	0,012
24	9,2	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008	0,011
25	9,6	0,002	0,003	0,003	0,004	0,006	0,008	0,011
26	10	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,010
27	10,4	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,007	0,010
28	10,8	0,001	0,002	0,003	0,003	0,005	0,006	0,009
29	11,2	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,006	0,009
30	11,6	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,006	0,008
31	12	0,001	0,002	0,002	0,003	0,004	0,005	0,008

Значення коефіцієнта α^* (при углі заложення откоса, рівном $\beta = 40^\circ$)

№ п.п.	$\xi = \frac{2 \cdot z}{b}$	Коефіцієнт α для оснований плотин						
		Соотношение сторон подошвы плотины $\sqrt{\eta = \frac{L}{b}}$						
		n=1	n=1,4	n=1,8	n=2,4	n=3,2	n=5,0	n=10,0
1	0	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420	0,420
2	0,4	0,314	0,317	0,318	0,318	0,318	0,318	0,318
3	0,8	0,220	0,232	0,236	0,238	0,239	0,239	0,239
4	1,2	0,151	0,169	0,177	0,182	0,184	0,186	0,186
5	1,6	0,106	0,125	0,135	0,143	0,147	0,149	0,149
6	2	0,077	0,094	0,105	0,114	0,120	0,123	0,124
7	2,4	0,057	0,072	0,083	0,093	0,099	0,104	0,105
8	2,8	0,044	0,057	0,067	0,077	0,084	0,090	0,092

Продолжение таблицы

9	3,2	0,035	0,046	0,055	0,064	0,071	0,078	0,081
10	3,6	0,028	0,037	0,045	0,054	0,061	0,069	0,072
11	4	0,023	0,031	0,038	0,046	0,053	0,061	0,065
12	4,4	0,019	0,026	0,032	0,040	0,047	0,054	0,059
13	4,8	0,016	0,022	0,028	0,034	0,041	0,049	0,054
14	5,2	0,014	0,019	0,024	0,030	0,036	0,044	0,050
15	5,6	0,012	0,017	0,021	0,026	0,032	0,040	0,046
16	6	0,011	0,015	0,018	0,023	0,029	0,037	0,043
17	6,4	0,009	0,013	0,016	0,021	0,026	0,033	0,040
18	6,8	0,008	0,012	0,015	0,019	0,023	0,031	0,038
19	7,2	0,007	0,010	0,013	0,017	0,021	0,028	0,035
20	7,6	0,007	0,009	0,012	0,015	0,019	0,026	0,033
21	8	0,006	0,008	0,011	0,014	0,018	0,024	0,031
22	8,4	0,006	0,008	0,010	0,013	0,016	0,022	0,030
23	8,8	0,005	0,007	0,009	0,012	0,015	0,021	0,027
24	9,2	0,005	0,007	0,008	0,011	0,014	0,019	0,026
25	9,6	0,004	0,006	0,008	0,010	0,013	0,018	0,025
26	10	0,004	0,006	0,007	0,009	0,012	0,017	0,023
27	10,4	0,004	0,005	0,006	0,009	0,011	0,016	0,022
28	10,8	0,003	0,005	0,006	0,008	0,011	0,014	0,021
29	11,2	0,003	0,004	0,006	0,007	0,010	0,013	0,020
30	11,6	0,003	0,004	0,005	0,007	0,009	0,013	0,019
31	12	0,003	0,004	0,005	0,007	0,008	0,012	0,018

Значения коэффициента α^* (при угле заложения откоса, равном $\beta = 60^\circ$)

№ п.п.	$\xi = \frac{2 \cdot z}{b}$	Коэффициент α для оснований плотин						
		Соотношение сторон подошвы плотины $\sqrt{\eta = \frac{L}{b}}$						
		n=1	n=1,4	n=1,8	n=2,4	n=3,2	n=5,0	n=10,0
1	0	0,866	0,866	0,866	0,866	0,866	0,866	0,866
2	0,4	0,647	0,653	0,655	0,656	0,656	0,656	0,656
3	0,8	0,454	0,478	0,487	0,492	0,493	0,494	0,494
4	1,2	0,312	0,349	0,366	0,376	0,380	0,383	0,383
5	1,6	0,218	0,258	0,279	0,295	0,302	0,307	0,308
6	2	0,158	0,194	0,217	0,236	0,247	0,254	0,256
7	2,4	0,118	0,149	0,171	0,192	0,205	0,215	0,217
8	2,8	0,091	0,118	0,138	0,158	0,173	0,185	0,189
9	3,2	0,072	0,094	0,113	0,132	0,147	0,161	0,166
10	3,6	0,058	0,077	0,093	0,111	0,127	0,142	0,148
11	4	0,048	0,064	0,078	0,095	0,110	0,126	0,135
12	4,4	0,040	0,054	0,067	0,082	0,096	0,112	0,122
13	4,8	0,034	0,046	0,057	0,071	0,085	0,102	0,112
14	5,2	0,029	0,040	0,049	0,061	0,075	0,091	0,102
15	5,6	0,025	0,035	0,043	0,055	0,066	0,083	0,095
16	6	0,022	0,030	0,038	0,048	0,059	0,075	0,088
17	6,4	0,019	0,027	0,034	0,043	0,054	0,069	0,082
18	6,8	0,017	0,024	0,030	0,039	0,048	0,063	0,077
19	7,2	0,015	0,022	0,027	0,035	0,044	0,057	0,073
20	7,6	0,014	0,019	0,025	0,032	0,040	0,053	0,068
21	8	0,013	0,017	0,022	0,028	0,036	0,049	0,064
22	8,4	0,012	0,016	0,020	0,026	0,033	0,046	0,061

Продолжение таблицы

23	8,8	0,010	0,014	0,018	0,024	0,031	0,043	0,056
24	9,2	0,010	0,013	0,017	0,022	0,029	0,039	0,054
25	9,6	0,009	0,012	0,016	0,020	0,027	0,037	0,051
26	10	0,008	0,011	0,014	0,019	0,025	0,035	0,047
27	10,4	0,008	0,010	0,013	0,018	0,023	0,032	0,046
28	10,8	0,007	0,010	0,013	0,016	0,022	0,030	0,044
29	11,2	0,007	0,009	0,012	0,015	0,020	0,027	0,041
30	11,6	0,006	0,008	0,011	0,014	0,019	0,027	0,039
31	12	0,006	0,008	0,010	0,014	0,017	0,025	0,038

Значения коэффициента α^ (при угле заложения откоса, равном $\beta = 80^\circ$)*

№ п.п.	$\xi = \frac{2 \cdot z}{b}$	Коэффициент α для оснований плотин						
		Соотношение сторон подошвы плотины $\sqrt{\eta = \frac{L}{b}}$						
		n=1	n=1,4	n=1,8	n=2,4	n=3,2	n=5,0	n=10,0
1	0	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840	2,840
2	0,4	2,123	2,143	2,148	2,150	2,152	2,152	2,152
3	0,8	1,490	1,569	1,598	1,612	1,617	1,619	1,619
4	1,2	1,024	1,144	1,199	1,233	1,247	1,254	1,255
5	1,6	0,717	0,845	0,915	0,966	0,992	1,006	1,008
6	2	0,518	0,636	0,711	0,773	0,809	0,832	0,838
7	2,4	0,387	0,490	0,562	0,628	0,673	0,703	0,713
8	2,8	0,299	0,386	0,451	0,517	0,566	0,605	0,619
9	3,2	0,236	0,310	0,369	0,431	0,483	0,527	0,545
10	3,6	0,191	0,253	0,304	0,365	0,416	0,465	0,487
11	4	0,157	0,211	0,256	0,311	0,360	0,414	0,441
12	4,4	0,131	0,179	0,218	0,268	0,316	0,367	0,399
13	4,8	0,112	0,151	0,187	0,232	0,278	0,333	0,366
14	5,2	0,096	0,131	0,162	0,201	0,246	0,300	0,335
15	5,6	0,083	0,114	0,142	0,179	0,218	0,271	0,312
16	6	0,073	0,100	0,125	0,158	0,195	0,248	0,290
17	6,4	0,064	0,088	0,111	0,141	0,176	0,226	0,269
18	6,8	0,057	0,079	0,098	0,127	0,158	0,206	0,254
19	7,2	0,050	0,071	0,090	0,115	0,143	0,188	0,240
20	7,6	0,045	0,063	0,081	0,105	0,130	0,175	0,223
21	8	0,041	0,056	0,073	0,092	0,119	0,161	0,210
22	8,4	0,038	0,052	0,066	0,085	0,110	0,149	0,200
23	8,8	0,034	0,047	0,060	0,080	0,101	0,140	0,185
24	9,2	0,032	0,044	0,056	0,071	0,094	0,129	0,175
25	9,6	0,029	0,040	0,052	0,067	0,088	0,121	0,168
26	10	0,027	0,037	0,047	0,062	0,081	0,113	0,154
27	10,4	0,026	0,034	0,044	0,058	0,075	0,106	0,151
28	10,8	0,023	0,032	0,041	0,054	0,071	0,098	0,144
29	11,2	0,021	0,030	0,039	0,050	0,065	0,090	0,134
30	11,6	0,020	0,028	0,036	0,046	0,061	0,088	0,129
31	12	0,019	0,026	0,032	0,045	0,057	0,083	0,124

Из представленных в таблице данных вытекает, что на распределение вертикальных нормальных напряжений по глубине (точнее, коэффициент их затуха-

ния) существенное влияние оказывает угол наклона нагрузки к горизонту β .

Поэтому был сделан вывод, что рассчитанные нами коэффициенты затуха-

ния вертикальных напряжений по глубине α^* (табл.) позволяют более точно определять их значения, чем коэффициенты, представленные в нормативных докумен-

тах [7]. Это обусловлено более полным, чем это имеет место в нормативных документах, учетом конфигурации внешней нагрузки.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Земляные сооружения, основания и фундаменты : СНиП 3.02.01-87 / Гос. строит. ком. – Взамен СНиП 3.02.01-83*, СНиП III-8-76 и СН 536-81 ; введ. 01.07.1988. – Изд. офиц. – Москва : ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 120 с. – (Строительные нормы и правила).
2. Иванов П. Л. Грунты и основания гидротехнических сооружений / П. Л. Иванов. – Москва : Высш. шк., 1985. – 352 с. : ил.
3. Корн Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Определения, теоремы, формулы / Корн Г., Корн Т. ; пер. И. Г. Арамановича [и др.] ; под общ. ред. И. Г. Арамановича. – Москва : Наука, 1974. – 832 с.
4. Ляпичев Ю. П. Гидротехнические сооружения / Ю. П. Ляпичев. – Москва : РУДН, 2008. – 302 с.
5. Нестеров М. В. Гидротехнические сооружения / М. В. Нестеров. – Минск : Новое знание, 2006. – 616 с.
6. Основания гидротехнических сооружений : СНиП 2.02.02-85 / Гос. строит. ком. – Взамен СНиП II-16-76 ; введ. 01.01.1987. – Изд. офиц. – Москва : ЦИТП Госстроя СССР, 1988. – 112 с. – (Строительные нормы и правила)
7. Об'єкти будівництва та промислової продукції будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування : ДБН В.2.1-10-2009. – Введ. вперше зі скасуванням на території України СНиП 2.02.01-83 ; чинні від 2009-07-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 107 с. – (Державні будівельні норми України).
8. Распопин Г. А. Гидротехнические сооружения. Грунтовые плотины, береговые водосбросы и специальные ГС / Г. А. Распопин. – Новосибирск : Новосиб. гос. акад. вод. трансп., 2007. – 327 с.
9. Гидротехнические сооружения / [Н. П. Розанов, Я. В. Бочкарев, В. С. Лапшенков, Г. И. Журавлев, Г. М. Каганов, И. С. Румянцева] ; под ред. Н. П. Розанова. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 432 с.
10. Механика грунтов / В. Г. Шаповал, В. Л. Седин, А. В. Шаповал, Б. В. Моркляник, В. С. Андреев. – Днепропетровск : Пороги, 2010. – 168 с. : ил.
11. Шаповал А. В. К определению упругих определению упругих и реологических свойств грунта / А. В. Шаповал, В. В. Крысан, В. Г. Шаповал // Збірник наукових праць Серія : Галузеве машинобудування, будівництво / Полтав. нац. ун-т ім. Ю. Кондратюка. – Полтава, 2011. – Вип.1(29). – С. 212-215.
12. Koerner R. M. Construction and geotechnical engineering using synthetic fabrics / R. M. Koerner, J. P. Welsh. – New York : John Wiley & Sons, 1980. – 268 p.
13. Atkinson J. The mechanics of soils and foundations / John Atkinson. – 2nd ed. – London ; New York : Taylor & Francis Group, 2007. – 475 p.

REFERENCES

1. *Zemljanye sooruzhenija, osnovanija i fundamenti: SNiP 3.02.01-87* [Earthwork structure, bases and foundations: Construction rules and regulation 3.02.01-87]. Moskva: CITP Gosstroja SSSR, 1988, 120 p. (in Russian).
2. Ivanov P.L. *Gruntj i osnovanija gidrotehničeskij sooruzhenij* [Soils and foundation of Hydraulic engineering works]. Moskva: Vysshaja shkola, 1986, 92 p. (in Russian).
3. Korn G. and Korn T. *Spravočnik po matematike* [Mathematical Handbook]. Moskva: Nauka, 1974, 840 p. (in Russian).
4. Ljapichev Ju.P. *Gidrotehničeskie sooruzhenija* [Hydraulic engineering works]. Moskva: RUDN, 2008, 302 p. (in Russian).
5. Nesterov M.V. *Gidrotehničeskie sooruzhenija*. [Hydraulic engineering works]. Minsk: Novoe znanie, 2006, 436 p. (in Russian).
6. *Osnovanija gidrotehničeskij sooruzhenij: SNiP 2.02.02-85* [Foundation of Hydraulic engineering works: Construction rules and regulation 2.02.02-85]. Moskva: CITP Gosstroja SSSR, 1988, 112 p. (in Russian).
7. *Ob'ekti budivnictva ta promislova produkcija budivel'nogo priznachennja. Osnovi ta fundamenti budinkiv i sporud. Osnovi ta fundamenti sporud. Osnovni položennja proektuvannja: DBN V.2.1-10-2009* [Construction objects and industrial products for construction application. Bases and foundations of buildings and structures. Bases and foundations of buildings. The main regulation of design: State Construction Norm V.2.1-10-2009]. Kiiv: Minregionbud Ukraïni, 2009, 107 p. (in Ukrainian).
8. Raspopin G.A. *Gidrotehničeskie sooruzhenija. Gruntovye plotiny, beregovye vodosbrosy i special'nye GS* [Hydraulic engineering works. Groundwater dams, shorespillways and special hydraulic engineering works]. Novosibirsk: No-

- vosib. gos. akad. vod. transp, 2007, 311 p. (in Russian).
9. Rozanov N.P., Bochkarev Ja.V., Lapshenkov V.S., Zhuravlev G.I., Kaganov G.M. and Rumjanceva I.S. *Gidrotehnicheskie sooruzhenija* [Hydraulic engineering works]. Moskva: Agropromizdat, 1985, 52 p. (in Russian).
 10. Shapoval V.G., Sedin V.L., Shapoval A.V., Morkljanik B.V. and Andreev V.S. *Mehanika gruntov* [Mechanics of soils]. Dnepropetrovsk: Porogi, 2010, 168 p. (in Russian).
 11. Shapoval A.V., Krysan V.V. and Shapoval V.G. *K opredeleniju uprugih opredelenija uprugih i reologicheskikh svojstv grunta* [Determination of elastic and rheological properties of soils]. *Zbirnik naukovih prac' (galuzeve mashinobuduvannja, budivnictvo)*. [Collection of scientific works (industry engineering, construction)]. Poltavs'kij nacional'nij universitet im. Ju. Kondratjuka [Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University]. Poltava, 2011, no. 1(29), pp. 212-215. (in Russian).
 12. Koerner R.M. and Welsh J.P. *Construction and Geotechnical Engineering using fabrics*. New York: John Wiley & Sons, 1980, 268 p.
 13. Atkinson J. *The Mechanics of Soils and Foundations*. 2nd ed., London; New York: Taylor & Francis Group, 2007, 475 p.

Рецензент: д-р т. н., проф. В. І. Большаков

Надійшла до редколегії: 23.08.2015 р. Прийнята до друку: 28.08.2015 р.

УДК 711.582

ТЕХНИКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТІВ БУДІВНИЦТВА ДОСТУПНОГО ЖИТЛА

КРАВЧУНОВСЬКА Т. С.^{1*}, д. т. н., проф.,

БРОНЕВИЦЬКИЙ С. П.^{2*}, к. т. н.

^{1*} Кафедра планування і організації виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-93-92, e-mail: kts789@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

^{2*} Комунальна організація «Інститут Генерального плану м. Києва», вул. Хрещатик, 32, 01001, Київ, Україна, тел. +38 (044) 234-85-89, e-mail: bsp@grad.gov.ua, ORCID ID: 0000-0002-7585-0638

Анотація. Постановка проблеми. Розвиток населених пунктів України характеризується значними відмінностями в рівнях їх соціально-економічного розвитку. Спостерігається надмірна концентрація населення і виробництва у великих містах, неефективний, сповільнений розвиток більшості середніх і малих міст, селищ і сіл, значні територіальні диспропорції економічного розвитку країни, істотні недоліки в територіальній організації суспільства. Водночас спостерігається тенденція збільшення загальної площі територій населених пунктів. При цьому землі використовуються нераціонально. До числа спільних для більшості населених пунктів проблем належить житлова проблема. При ухваленні рішень щодо проектування будівництва доступного житла одним із найважливіших етапів при розробці техніко-економічного обґрунтування проекту є визначення доцільності та ефективності будівництва. Обґрунтування доцільності та ефективності будівництва доступного житла засноване на визначенні техніко-економічних показників проектів, серед яких одним із найважливіших є вартість, при розрахунку якої необхідно враховувати вплив організаційно-технологічних факторів, що відображають особливості будівництва в умовах ущільненої забудови. **Мета.** Розробка методичних рекомендацій щодо обґрунтування вартості будівництва доступного житла в умовах ущільненої забудови. **Висновок.** З метою забезпечення оперативної обробки та аналізу даних необхідне розроблення прикладного програмного забезпечення на основі розробленої блок-схеми обґрунтування вартості будівництва доступного житла.

Ключові слова: житлове будівництво, доступне житло, територіальні ресурси, вартість, організаційно-технологічні фактори

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТОВ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОСТУПНОГО ЖИЛЬЯ

КРАВЧУНОВСКАЯ Т. С.^{1*}, д. т. н., проф.,

БРОНЕВИЦКИЙ С. П.^{2*}, к. т. н.

^{1*} Кафедра планирования и организации производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-93-92, e-mail: kts789@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

^{2*} Коммунальная организация «Институт Генерального плана г. Киева», ул. Хрещатик, 32, 01001, Киев, Украина, тел. +38 (044) 234-85-89, e-mail: bsp@grad.gov.ua, ORCID ID: 0000-0002-7585-0638

Аннотация. Постановка проблемы. Развитие населенных пунктов Украины характеризуется значительными различиями в уровнях их социально-экономического развития. Наблюдается чрезмерная концентрация населения и производства в крупных городах, неэффективное, замедленное развитие большинства средних и малых городов, поселков и сел, значительные территориальные диспропорции экономического развития страны, существенные недостатки в территориальной организации общества. В то же время наблюдается тенденция увеличения общей площади территорий населенных пунктов. При этом земли используются нерационально. К числу общих для большинства населенных пунктов проблем относится жилищная проблема. При принятии решений по проектированию строительства доступного жилья одним из важнейших этапов при разработке технико-экономического обоснования проекта является определение целесообразности и эффективности строительства. Обоснование целесообразности и эффективности строительства доступного жилья основано на определении технико-экономических показателей проектов, среди которых одним из важнейших является стоимость, при расчете которой необходимо учитывать влияние организационно-технологических факторов, отражающих особенности строительства в условиях плотной застройки. **Цель.** Разработка методических рекомендаций по обоснованию стоимости строительства доступного жилья в условиях плотной застройки. **Вывод.** С целью обеспечения оперативной обработки и анализа данных необходима разработка прикладного программного обеспечения на основе разработанной блок-схемы обоснования стоимости строительства доступного жилья.

Ключевые слова: жилищное строительство, доступное жилье, территориальные ресурсы, стоимость, организационно-технологические факторы

TECHNICAL AND ECONOMIC SUBSTANTIATION OF PROJECTS OF THE AFFORDABLE HOUSING CONSTRUCTION

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

BRONEVYTSKYI S. P.^{2*}, *Cand. Sc. (Tech.)*

^{1*} Department of planning and organization of production, State Higher Educational Establishment «Prydniprov's'ka State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernyshevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, phone +38 (0562) 46-93-92, e-mail: kts789@yandex.ua, ORCID ID: 0000-0002-0986-8995

^{2*} Municipal organization «Institute of General plan of Kyiv», 32, Chreshchatyk str., Kyiv 01001, Ukraine, phone +38 (044) 234-85-89, e-mail: bsp@grad.gov.ua, ORCID ID: 0000-0002-7585-0638

Summary. Problem statement. The development of inhabitant locality of Ukraine is characterized by significant differences in levels of socio and economic development. An excessive concentration of population and industry in large cities, inefficient, slow development of most medium and small cities, towns and villages, considerable territorial disproportions of economic development of the country, considerable shortcomings in the territorial organization of society are observed. At the same time the tendency of the total area of increasing of inhabitant locality. The lands are used inefficiently. Among the most common problems of inhabitant locality is the housing problem. When making a decision on the design of affordable housing construction is one of the most important stages in the development of the technique and economic substantiation of the project is determination of the advisability and effectiveness of construction. The substantiation of advisability and effectiveness of affordable housing based on the definition of technical and economic indicators of projects, one of the most important among them is the cost, in its calculation is necessary to take into account the influence of organizational and technological factors, reflecting the features of construction in condition of compacted construction. **Purpose.** Development of methodical recommendations on substantiation of cost construction of affordable housing in the conditions of compacted construction. **Conclusion.** To provide a processing and the analysis of data is necessary development of the applied software on the basis of the developed block scheme of justification of cost construction of affordable housing.

Key words: *housing construction, affordable housing, territorial resources, cost, organizational and technological factors*

Постановка проблеми. Розвиток населених пунктів України характеризується значними відмінностями в рівнях їх соціально-економічного розвитку, неузгодженістю ряду законодавчих і нормативно-правових актів з містобудівним законодавством, недостатньо чітко визначеною загальнодержавною стратегією. Спостерігається надмірна концентрація населення і виробництва у великих містах, неефективний, сповільнений розвиток більшості середніх і малих міст, селищ і сіл, значні територіальні диспропорції економічного розвитку країни, істотні недоліки в територіальній організації суспільства, в системі поселень. Це спричинило погіршення демографічної ситуації в країні, стану зайнятості, зниження якості життя населення, до певної міри зумовило занепад сільської місцевості. В усіх областях України посилюються процеси депопуляції населення, чисельність якого, починаючи з 1991 року, постійно скорочується [3, 7, 9, 10].

Водночас спостерігається тенденція збільшення загальної площі територій населених пунктів. При цьому землі використовуються нераціонально. Значні площі зайняті під складування відходів виробництва, під

сміттєзвалища тощо. Здебільшого неефективно використовуються землі, відведені під об'єкти промисловості, транспорту, енергетики, а також землі рекреаційного призначення. Через нестачу коштів державного і місцевих бюджетів майже припинено розробку і коригування генеральних планів населених пунктів, іншої містобудівної документації, що є основою для вирішення питань щодо забезпечення раціонального використання територій [3, 7].

До числа спільних для більшості населених пунктів проблем належать наступні:

– житлова проблема – необхідність збільшення площі житла та кількості квартир, поліпшення їх споживчих якостей, зниження вартості житла та експлуатаційних витрат на його утримання;

– проблема реконструкції житлових будівель, перш за все будівель перших масових серій;

– повне або майже повне вичерпання сельбищних територій в межах міст для традиційного житлового будівництва кварталами або мікрорайонами на вільних територіях;

– незадовільний стан інженерних ме-

реж та систем, особливо теплових систем, в яких втрачається до 30% теплової енергії, більша частина інженерних мереж знаходиться в аварійному стані та в стадії перманентних ремонтів;

- обмеженість пропускної спроможності міських автомобільних шляхів, недостатність шляхопроводів, підземних пішохідних переходів;

- проблема створення організованих стоянок особистих автомобілів;

- недостатня забезпеченість населення системою об'єктів соціально-побутового обслуговування, особливо у житлових кварталах, віддалених від центрів міст [3, 7].

Для забезпечення раціонального використання земельних ресурсів забудова міст, селищ і сіл здійснюється відповідно до затверджених генеральних планів, іншої містобудівної документації та місцевих правил забудови.

Перегляд генеральних планів і формування комплексних програм забудови міст та інших населених пунктів здійснюється з урахуванням нових видів і методів спорудження житла, в тому числі малоповерхового, індивідуального (садибного).

Для забезпечення населення житлом, поліпшення умов його проживання та сталого функціонування житлово-комунального господарства:

- створюються організаційні та економічні умови для збільшення обсягів житлового будівництва, реконструкції, ремонту та модернізації житлового фонду старої забудови;

- впроваджуються ринкові засади та ефективні форми організації житлового будівництва, реконструкції, ремонту та модернізації житлового фонду, його утримання і обслуговування [3, 7, 8, 11–13].

Аналіз публікацій. Оцінка сучасних європейських тенденцій свідчить про пріоритетність компактного розвитку великих міст у ХХІ столітті, що обумовлено об'єктивними факторами. До найбільш вагомих відносяться:

- висока вартість землі;

- необхідність економії енергоресурсів та обумовлені цим тенденції до зменшення протяжності інженерних мереж, дорожньо-транспортної мережі;

- перенесення промислового виробництва до країн Азії та деградація індустріальних зон у великих містах Європи;

- приватизація земель сільськогосподарського призначення, які оточують великі міста;

- наявність значних територій в межах міст, зайнятих застарілою амортизованою забудовою [4, 6].

Зважаючи на те, що конгломерати міст, які склалися, вже достатньо повно насичені будівлями і спорудами, територіальні ресурси у більшості міст вичерпані, а вільні земельні ділянки потребують значних витрат на інженерну підготовку, в сучасних умовах основним напрямом перетворення і розвитку міст стає комплексна реконструкція та вторинна забудова житлових кварталів (мікрорайонів) з максимальним використанням існуючих будівель та інфраструктури міських територій.

Мета статті. Метою статті є розробка методичних рекомендацій щодо обґрунтування вартості будівництва доступного житла в умовах ущільненої забудови.

Виклад матеріалу. При ухваленні рішень щодо проектування будівництва доступного житла одним із найважливіших етапів при розробці техніко-економічного обґрунтування проекту є визначення доцільності та ефективності будівництва.

Обґрунтування доцільності та ефективності будівництва доступного житла засноване на визначенні техніко-економічних показників проектів, серед яких одним із найважливіших є вартість, при розрахунку якої необхідно враховувати вплив організаційно-технологічних факторів, що відображають особливості будівництва в умовах ущільненої забудови [1, 2].

Сутність розробленої методики обґрунтування доцільності та ефективності будівництва доступного житла, заснованої на врахуванні організаційно-технологічних аспектів будівництва в умовах ущільненої забудови, представлена на рис. 1.

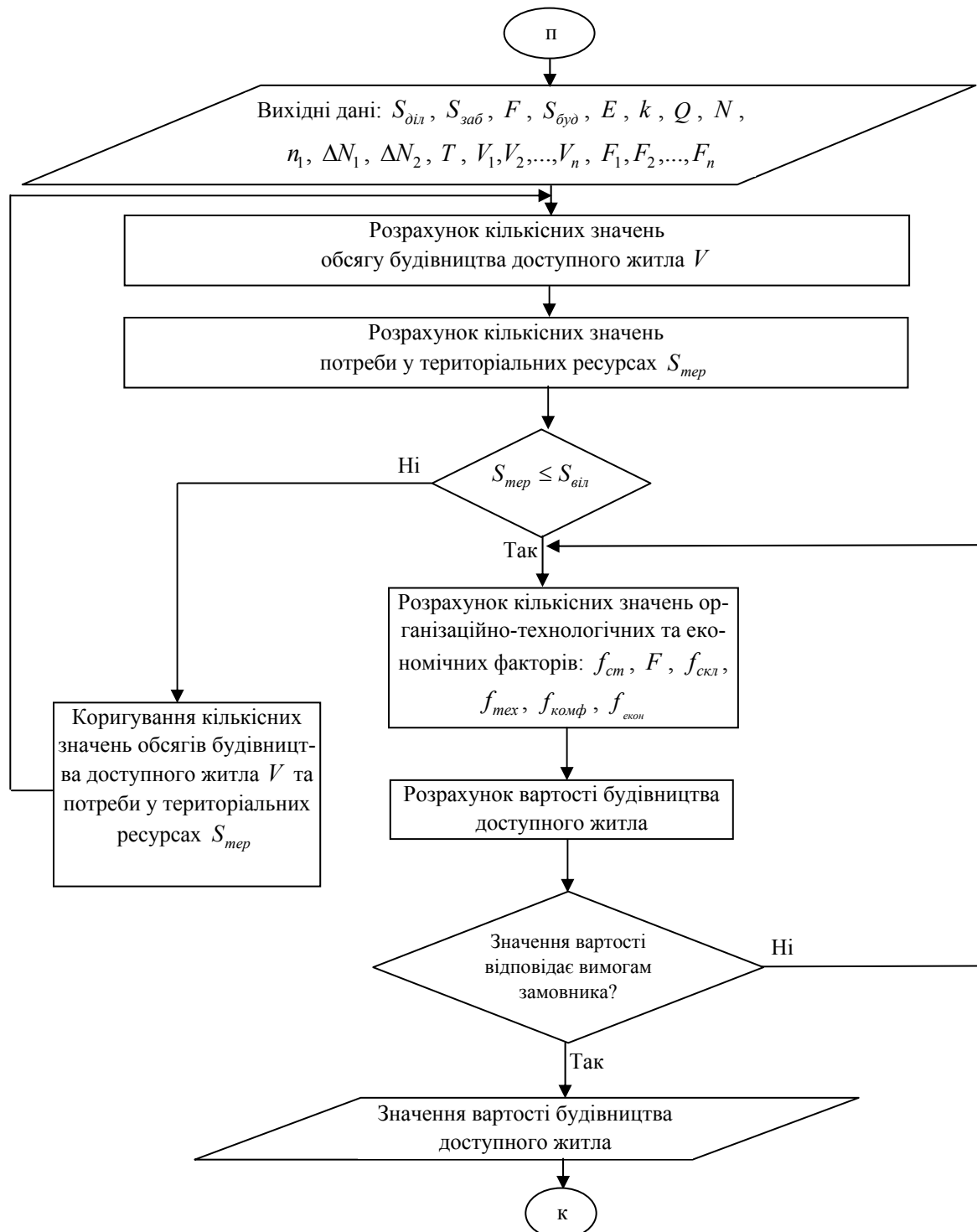


Рис. 1. Блок-схема обґрунтування вартості будівництва доступного житла

Вихідними даними для обґрунтування вартості будівництва доступного житла з урахуванням умов ущільненої забудови за запропонованою методикою є наступні:

- $S_{дiл}$ – площа земельної ділянки, m^2 ;
- $S_{зaб}$ – площа забудови, m^2 ;
- F – поверховість будівлі;
- $S_{бyд}$ – загальна площа будівлі;

- E – клас енергоефективності будівлі;
- k – коефіцієнт, що враховує мінімальний резервний фонд до 10 %;
- Q – розрахункова перспективна житлова забезпеченість, m^2 на 1 особу;
- N – кількість осіб, що знаходяться на квартирному обліку (розраховується виходячи з кількості родин та середнього демографічного складу родини);

n_1 – кількість одиниць, що знаходяться на квартирному обліку;

ΔN_1 – орієнтовна середня кількість осіб, які щорічно потрапляють на квартирний облік (визначається за результатами статистичних спостережень попередніх років за період будівельного циклу);

ΔN_2 – орієнтовна щорічна кількість родин, які плануються щорічно до заселення в будинках за програмою будівництва доступного житла;

T – розрахунковий термін реалізації програми будівництва доступного житла;

V_1, V_2, \dots, V_n – заплановані обсяги будівництва доступного житла в будинках різної поверховості;

F_1, F_2, \dots, F_n – мінімальна розрахункова площа земельної ділянки на одну особу для будівництва окремого житлового будинку різної поверховості (слід зазначити, що показники F_1, F_2, \dots, F_n потребують в подальшому коригування з урахуванням збільшення ширини корпусу житлових будинків, будівництва підземних паркінгів та інженерних споруд).

На основі цих вихідних даних розраховуються прогнозовані обсяги будівництва доступного житла (V) та потреби у територіальних ресурсах ($S_{мер}$) за наступними формулами:

$$V = k \cdot Q \cdot \sum \{(N + n_1) + (\Delta N_1 - \Delta N_2) \cdot T\};$$

$$S_{мер} = Q / 10000 \cdot B \cdot (V_1 : F_1 + V_2 : F_2 + \dots + V_n : F_n).$$

Якщо потреба у територіальних ресурсах для будівництва доступного житла ($S_{мер}$) не перевищує наявні вільні площі міських територій, що потенційно можуть бути використані для розміщення об'єктів доступного житла ($S_{вил}$), здійснюється розрахунок організаційно-технологічних та економічних факторів, які враховують особливості створення доступного (соціального) житла та умови ущільненої міської забудови.

До організаційно-технологічних та економічних факторів, які здійснюють визначальний вплив на вартість будівництва доступного житла, відносяться наступні:

– фактор стисненості (f_{cm});

– фактор поверховості (F);

– фактор складності об'єкта ($f_{скл}$);

– фактор технологічності проектних рішень ($f_{тех}$);

– фактор комфортабельності ($f_{комф}$);

– фактор економічності ($f_{екон}$).

При цьому потрібно враховувати такі параметри, як конструктивна система будівлі, загальна площа будівлі, будівельний об'єм будівлі, клас енергоефективності будівлі.

Фактор стисненості визначається за наступною формулою [5]:

$$f_{cm} = \frac{S_{заб}}{S_{вил}},$$

де $S_{заб}$ – площа забудови, м²;

$S_{вил}$ – площа земельної ділянки, м².

Значення фактора складності об'єкта, фактора технологічності проектних рішень, фактор комфортабельності, фактор економічності визначаються за допомогою методу експертних оцінок.

Виявлення залежностей вартості будівництва доступного житла від фактора стисненості, фактора поверховості, фактора складності об'єкта, фактора технологічності проектних рішень, фактора комфортабельності, фактора економічності виконується за застосуванням методів кореляційного і регресійного аналізу.

Визначення вартості будівництва доступного житла здійснюється з урахуванням вимог замовника.

Після цього за необхідності відбувається коригування вартості будівництва доступного житла шляхом регулювання значень організаційно-технологічних та економічних факторів.

Запропонована методика обґрунтування доцільності та ефективності будівництва доступного житла в умовах ущільненої міської забудови з урахуванням впливу організаційно-технологічних та економічних факторів забезпечує:

– визначення вартості будівництва доступного житла в залежності від впливу одного з організаційно-технологічних та економічних факторів, які розглядаються;

– визначення вартості будівництва доступного житла в залежності від впливу двох чи більше організаційно-технологічних та економічних факторів, які розглядаються;

– кількісне оцінювання впливу конкретних організаційно-технологічних та економічних факторів на вартість будівництва доступного житла в умовах ущільненої забудови;

– можливість регулювання вартості будівництва доступного житла шляхом ко-

ригування кількісних та якісних характеристик організаційно-технологічних і економічних факторів та параметрів, застосовуваних у методиці.

Висновки та перспективи подальших досліджень. З метою забезпечення оперативної обробки та аналізу даних необхідне розроблення прикладного програмного забезпечення на основі розробленої блок-схеми обґрунтування вартості будівництва доступного житла.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Система надійності та безпеки в будівництві. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки: ДБН В.1.2-12-2008 / Мінрегіонбуд України. – Введ. вперше ; чинні з 2009-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. – 36 с.
2. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва : ДБН А.3.1-5-2009 / М-во регіон. розвитку та буд-ва України. – На заміну ДБН А.3.1-5-96 ; чинні з 2012-01-01. – Офіц. вид. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Большаков В. И. Планирование строительства доступного жилья в генеральных планах крупных городов (на примере г. Киева) : монография / В. И. Большаков, Т. С. Кравчуновская, С. П. Борневицкий ; под. общ. ред. В. И. Большакова. – Днепропетровск: ПГАСА, 2015. – 146 с.
4. Киевский И. Л. Влияние организационно-технических факторов на реализацию продукции жилищного строительства: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / Киевский Илья Леонидович ; Центр. науч.-исслед. и проектно-эксперим. ин-т орг., механизации и техн. помощи стр-ву. – Москва, 2003. – 22 с.
5. Кирнос В. М. Организация строительства / В. М. Кирнос, В. Ф. Залуин, Л. Н. Дадиверина. – Днепропетровск : Пороги, 2005. – 309 с.
6. Кирнос О. И. Организационно-технологические аспекты обоснования цены на строительную продукцию : дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Кирнос Олеся Ивановна ; Днепропетр. инж.-строит. ин-т. – Днепропетровск, 1993. – 145 с.
7. Кравчуновська Т. С. Комплексна реконструкція житлової забудови: організаційно-технологічні аспекти : монографія / Т. С. Кравчуновська. – Дніпропетровськ : Наука і освіта, 2010. – 230 с.
8. Проблеми і перспективи будівництва доступного житла в Україні / Т. С. Кравчуновська, С. П. Борневицький, І. О. Михайлова, О. О. Мартенс // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. / Приднепр. акад стр-ва и архитектуры. – Днепропетровск, 2013. – Вып. 69 : Инновационные технологии жизненного цикла объектов жилищно-гражданского, промышленного и транспортного назначения. – С. 242-246.
9. Осітнянко А. П. Планування розвитку міста : монографія / А. П. Осітнянко. – Київ : КНУБА, 2001. – 459 с.
10. Шутенко Л. Н. Технологические основы формирования и оптимизации жизненного цикла городского жилого фонда (теория, практика, перспективы) / Л.Н. Шутенко. – Харьков : Майдан, 2002. – 1053 с.
11. Richard L. Urban construction project management / L. Richard, J. Eschemuller. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 480 p. – (McGraw-Hill Construction Series).
12. Shevchenko G. Multi-attribute analysis of investments risk alternatives in construction / G. Shevchenko, L. Ustinovichius, A. Andruskevicius // Technological and Economic Development of Economy. – 2008. – Vol. 14, № 3. – P. 428-443.
13. Sidney V. L. Project management in construction / V. L. Sidney. – New York.: McGraw-Hill, 2006. – 402 p.

REFERENCES

1. Minregionbud Ukrainy *Budivnytstvo v umovakh ushchilnenoї zabudovy. Vymogy bezpeky: DBN B.1.2-12-2008* [Construction in the compacted area. Safety requirements: SCN B.1.2-12-2008]. Kyiv, 2008, 34 p. (in Ukrainian).
2. Minregionbud Ukrainy *Organizatsiia budivelnogo vyrobnytstva: DBN A.3.1-5-2009* [Organization of construction production: SCN A.3.1-5-2009]. Kyiv, 2011, 61 p. (in Ukrainian).
3. Bolshakov V.I., Kravchunovskaya T.S. and Bronevitskiy S.P. *Planirovanie stroitelstva dostupnogo zhilya v generalnykh planakh krupnykh gorodov (na primere g. Kiev)* [Planning of construction of affordable housing in general plans of the large cities (on the example of Kiev)]. Dnepropetrovsk: PGASA, 2015, 146 p. (in Russian).

4. Kievskiy I.L. *Vliyanie organizatsionno-tekhnicheskikh faktorov na realizatsiyu produktsii zhilishchnogo stroitelstva. Avtorefera Kand.* [Influence of organizational and technical factors on realization of products of housing construction. Abstract of Ph.D. dissertation]. Moscow, 2000, 22 p. (in Russian).
5. Kirnos V.M., Zalunin V.F. and Dadiverina L.N. *Organizatsiya stroitelstva* [Organization of construction]. Dnepropetrovsk: Porogi, 2005, 309 p. (in Russian).
6. Kirnos O.I. *Organizatsionno-tekhnologicheskie aspekty obosnovaniya tseny na stroitelnyuyu produktsiyu. Avtoreferat Kand.* [Organizational and technological aspects of the justification of prices for construction products. Abstract of Ph.D. dissertation]. Dnepropetrovsk, 1993, 145 p. (in Russian).
7. Kravchunovska T.S. *Kompleksna rekonstruktsiia zhytlovoi zabudovy: organizatsiino-tekhnologichni aspekty* [Complex reconstruction of residential construction: organizational and technological aspects]. Dnipropetrovsk: Nauka i osvita, 2010, 230 p. (in Ukrainian).
8. Kravchunovska T.S., Bronevytskyi S.P., Mykhailova I.O. and Martens O.O. *Problemy i perspektivy budivnytstva dostupnogo zhytla v Ukraini* [Problems and prospects of affordable housing in Ukraine]. *Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie* [Construction, materials science, mechanical engineering], 2013, iss. 69, pp. 242-246. (in Ukrainian).
9. Ositniano A.P. *Planuvannia rozvytku mista* [City development planning]. Kyiv: KNUCEA, 2001, 460 p. (in Ukrainian).
10. Shutenko L.N. *Tekhnologicheskie osnovy formirovaniya i optimizatsii zhiznennogo tsikla gorodskogo zhilogo fon-da (teoriya, praktika, perspektivy)* [Technological basis of formation and optimization of the life cycle of the urban housing fund (theory, practice, prospects)]. Kharkov: Maydan, 2002, 1053 p. (in Russian).
11. Richard L. and Eschemuller J. *Urban construction project management*. New York: McGraw-Hill, 2008, 480 p.
12. Shevchenko G., Ustinovichius L. and Andruskevicius A. *Multi-attribute analysis of investments risk alternatives in construction. Technological and Economic Development of Economy*, 2008, vol. 14, № 3, pp. 428-443.
13. Sidney V.L. *Project management in construction*. New York: McGraw-Hill, 2006, 402 p.

Рецензент: д-р т. н., доц. І. В. Трифіонов

Надійшла до редколегії: 25.11.2015 р. Прийнята до друку: 27.11.2015 р.

УДК 625.002.5

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ ПОЛНОСБОРНЫХ ЗДАНИЙ

СОКОЛОВ И. А.,¹ д. т. н.

¹ Кафедра технологии строительного производства, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 46-42-51, e-mail: pgs@mail.pgasa.dp.ua., ORCID ID: 0000-0001-8366-4301

Аннотация. Постановка проблемы. Наибольшие резервы повышения эффективности строительного производства заключены в решении проблемы обеспечения соответствия технологических свойств объемно-планировочных и конструктивных решений зданий организационно-технологическим условиям производственных процессов. Тенденции развития общества предопределили рост объемов строительства, усложнение проектных решений зданий, а также обуславливал необходимость сокращения сроков возведения зданий и снижения стоимости строительно-монтажных работ. В последние годы, архитектурно-композиционные решения возводимых зданий все чаще входят в противоречие с организационно-технологическими и техническими возможностями строительных организаций. Эта проблема решается путем совершенствования и создания новых технологий строительного производства, применение более современных строительных машин и механизмов. Реализация поставленных задач может быть решена путем создания объемно-планировочных и конструктивных решений зданий соответствующим возможностям строительных организаций или создания принципиально новых технологий. В настоящее время отсутствует единый комплексный подход позволяющий установить степень соответствия объемно-конструктивных решений зданий технологическими возможностями строительного производства. Дисбаланс намерений и возможностей приводит к значительному увеличению финансовых затрат на возведение здания. **Цель статьи.** Необходимо предложить метод оценки уровня технологичности возведения полносборных зданий, применение которой обеспечит возможность совершенствования полного технологического процесса возведения здания и, как следствие, роста его эффективности путем повышения степени соответствия технологических свойств объемно-планировочных и конструктивных решений зданий организационно-технологическим условиям процессов изготовления, погрузки-разгрузки, транспортирования и монтажа конструкций и изделий. **Выводы.** Предложенный метод и система инженерных расчетов позволяют вносить коррективы в предложенный вариант объемно-планировочного и конструктивного решения (без ущерба архитектурно-композиционному решению) здания, а также совершенствовать технологические процессы его возведения, за счет оптимизации его отдельных параметров. Создание экономико-математических моделей, описывающих подсистемы строительного производства, позволило установить функциональную и структурную взаимосвязь эффективности строительного производства и технологичности проектных решений возводимых зданий.

Ключевые слова: повышение эффективности строительного производства, полносборные здания, проектные решения

ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЗЕРВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗВЕДЕННЯ ПОВНОЗБІРНИХ БУДИНКІВ

СОКОЛОВ І. А.,¹ д. т. н.

¹ Кафедра технологій будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 46-42-51, e-mail: pgs@mail.pgasa.dp.ua., ORCID ID: 0000-0001-8366-4301

Анотація. Постановка проблеми. Найбільші резерви підвищення ефективності будівельного виробництва укладені у вирішенні проблеми забезпечення відповідності технологічних властивостей об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель організаційно-технологічним умовам виробничих процесів. Тенденції розвитку суспільства зумовили зростання обсягів будівництва, ускладнення проектних рішень будівлі, а також обумовлював необхідність скорочення термінів зведення будівель і зниження вартості будівельно-монтажних робіт. В останні роки, архитектурно-композиційні рішення зведених будинків все частіше входять в протиріччя з організаційно-технологічними та технічними можливостями будівельних організацій. Ця проблема вирішується шляхом вдосконалення і створення нових технологій будівельного виробництва, застосування більш сучасних будівельних машин і механізмів. Реалізація поставлених завдань може бути вирішена шляхом створення об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель відповідним можливостям будівельних організацій або створення принципово нових технологій. В даний час відсутній єдиний комплексний підхід дозволяє встановити ступінь відповідності об'ємно-конструктивних рішень будівель технологічними можливостями будівельного виробництва. Дисбаланс намірів і можливостей призводить до значного збільшення фінансових витрат на зведення будівлі. **Мета статті.** Необхідно запропонувати метод оцінки рівня технологічності зведення повнозбірних будівель, застосування якої забезпечить можливість вдосконалення повного технологічного процесу зведення будівлі і, як наслідок, зростання його ефективності шляхом підвищення ступеня відповідності технологічних властивостей об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель організаційно-технологічним умови процесів виготовлення, погрузкі-

розвантаження, транспортування і монтажу конструкцій і виробів. **Висновки.** Запропонований метод і система інженерних розрахунків дозволяють вносити корективи в запропонований варіант об'ємно-планувального і конструктивного рішення (без шкоди архітектурно-композиційному рішенню) будівлі, а також удосконалювати технологічні процеси його зведення, за рахунок оптимізації його окремих параметрів. Створення економіко-математичних моделей, що описують підсистеми будівельного виробництва, дозволило встановити функціональну і структурну взаємозв'язок ефективності будівельного виробництва і технологічності проектних рішень зведених будинків.

Ключові слова: підвищення ефективності будівельного виробництва, повнозбірні будівлі, проектні рішення

PRODUCTION CAPABILITIES EFFICIENCY PREFABRICATION ERECTION OF BUILDINGS

SOKOLOV I. A.,¹ *Dr. Sc. (Tech.)*

¹ Department of technology and bilding production, State Higher Education Establishment «Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 46-42-51, e-mail: pgs@mail.pgasa.dp.ua., ORCID ID: 0000-0001-8366-4301

Abstract. Formulation of the problem. the largest reserves of increase of efficiency of building production concluded in the decision of problems of ensuring compliance with the technological properties of space-planning and constructive decisions of buildings organizational and technological conditions of manufacturing processes. Tendencies of development of the society determined the growth in construction, complexity of design rhenium building and makes it necessary to reduce the time of construction of buildings and reduce the cost of construction and installation works. In recent years, the architectural and compositional solutions constructed buildings are increasingly conflict with organizational, technological and technical capacity building organizations. This problem is solved by the improvement and development of new technologies of building production, the use of more modern construction machines and mechanisms. The implementation of the tasks can be solved by creating a space-planning and constructive decisions of buildings corresponding possibilities of building organizations and the creation of fundamentally new technologies. Currently, there is no single comprehensive approach allows to establish the extent to which space-constructive decisions of buildings technological possibilities of building production. Imbalance intentions and capabilities results in a significant increase in financial expenses for the construction of the building. **The purpose of the article.** It is necessary to propose a method of assessing the level of technological prefabrication construction of buildings, the application of which will provide an opportunity to improve the full process of erection of the building and, as a consequence, increase its efficiency by increasing the extent to which the technological properties of space-planning and constructive decisions of buildings organizational and technological conditions of manufacturing processes, pogruzki- unloading, transportation and installation of structures and products. **Conclusions.** The proposed method and system engineering calculations allow you to make adjustments to the proposed version of the space-planning and constructive decisions (without compromising architectural composition solution) of the building, as well as to improve the processes of its construction, by optimizing its individual parameters. Creation of economic and mathematical models describing the subsystem construction industry, has allowed to establish the functional and structural relationship of the efficiency of building production and technological design solutions constructed buildings.

Key words: efficiency of construction, prefabrication building design solutions

Решение задач повышения эффективности строительного производства, совершенствования технологии и организации процессов, обуславливает необходимость создания методики, позволяющей проводить факторный анализ эффективности возведения полносборных зданий и сооружений при различных проектных и организационно-технологических решениях с заданным уровнем надежности и давать научно обоснованные предложения по повышению эффективности строительства путем совершенствования технологичности проектных решений [3, 4, 5].

Под технологичностью проектных решений зданий понимаются группа признаков, характеризующих степень соответствия объ-

емно-планировочных и конструктивных решений зданий (ОКР) высоконадежным организационно-технологическим условиям процессов изготовления, транспортирования и монтажа конструкций и изделий, позволяющим осуществлять возведение зданий при минимальных затратах живого и общественного труда и соблюдении высокого качества работ.

Для количественной оценки технологичности проектных решений используется система показателей, характеризующих технологичность изготовления, транспортирования и монтажа отдельных конструкций и конструктивно-технологических групп изделий, а также технологичность объемно-планировочной композиции здания.

На основании проведенных исследований была создана экономико-математическая модель, устанавливающая функциональную, и структурную взаимосвязь эффективности строительного производства и технологичности проектных решений **ВОЗВОДИМЫХ** зданий.

Задача решается в монокритериальной постановке с применением в качестве критерия технологичности показателя приведенных затрат ($S_{пр}$).

В связи с тем, что некоторые технологичные проектные решения не могут противостоять возмущениям, возникающим в процессах изготовления, транспортирования и монтажа, возникла необходимость оценить вероятностный характер реальной системы и учесть в разработанной модели факторы, дестабилизирующие строительное производство [2]. С этой целью в математическую модель были введены показатели, учитывающие вероятности того, что принятое решение выполнит свои функции по обеспечению эффективности процессов изготовления, транспортирования и монтажа в интервале нормативного времени.

Уравнение связи критерия эффективности ($S_{пр}$) с определенными показателями технологичности (K_{μ}), характерными для каждого ρ -го технологического процесса можно записать в виде сложной функции: а) процесс изготовления:

1. стеновый способ производства
$$S_{пр}^{ист} = f_1[K_{\mu}, P_{ст}(t)]; \quad (1)$$

2. кассетный способ производства
$$S_{пр}^{икас} = f_2[K_{\mu}, P_{кас}(t)]; \quad (2)$$

3. конвейерный способ производства
$$S_{пр}^{икон} = f_3[K_{\mu}, P_{кон}(t)]; \quad (3)$$

а) процесс транспортирования
$$S_{пр}^{тр} = f_4[K_{\mu}, P_{рт}(t)]; \quad (4)$$

б) процесс монтажа:
$$S_{пр}^м = f_5[K_{\mu}, P_m(t)]; \quad (5)$$

где: $P_j^{(t)}$ — вероятность того, что показатель технологичности (K_{μ}) выполнит свои функции в ρ -ом реальном процессе в момент времени t .

Анализ уравнений (1-3) дает возможность определить наиболее эффективный x -ый способ изготовления конструкций и изделий:

$$S_{пр}^н = \left\{ \begin{array}{l} S_{пр}^{ист} = f_1[K_{\mu}, P_{ст}(t)] \\ S_{пр}^{икас} = f_2[K_{\mu}, P_{кас}(t)] \\ S_{пр}^{икон} = f_3[K_{\mu}, P_{кон}(t)] \end{array} \right\} = f_n[K_i, P_n(t)] \quad (6)$$

Совместное решение уравнений (4-6)) позволяет записать обобщающее уравнение связи, характеризующее эффективность всего процесса строительства в зависимости от K_{μ} :

$$S_{пр}^в = \{f_n[K_{\mu}, P_n(t)]; f_4[K_{\mu}, P_{рт}(t)]; f_5[K_{\mu}, P_m(t)]\} = \Phi[K_i, P(t)] \quad (7)$$

где: $P(t)$ —вероятность соответствия K_{μ} -го показателя технологичности эффективности функционирования системы строительного производства/

Исследование уравнения связи (7) относительно управляющего фактора (K_i) дает возможность получить функцию цели и отыскать оптимальное значение параметра при $S_{пр} = \min$. Для нахождения экстремального значения необходимо взять первую и вторую производные:

$$\frac{dS_{пр}}{dK_{\mu}} = 0, \quad \frac{d[K_i, P(t)]}{dK_{\mu}} = 0$$

Если $S_{пр}'' > 0$, тогда $S_{пр} = \min$, а $K_{\mu} = \text{opt}$, при вероятности $P(t)$.

Такой подход к решению задач дает возможность установить оптимальные значения для каждого K_{μ} -го показателя технологичности в конкретных производственных условиях при планируемой организационно-технологической надежности.

Сравнение показателей технологичности, характеризующих проектное решение зданий, с их оптимальными значениями, позволяет сделать вывод о степени технологичности ОКР здания и наметить мероприятия по их совершенствованию, что в конечном итоге приводит к повышению эффективности и организационно-технологической надежности строительного производства.

Для оценки технологичности проектных решений разработана методика, включающая комплекс экономико-математических моделей и алгоритм решения задачи.

Проектное решение полносборного здания может быть представлено совокупностью конструкций и изделий образующих строительный объем, и в конечном итоге описывающих ОКР, т.е. речь об отработке каждого железобетонного изделия на технологичность.

Под технологичністю конструкцій и изделий понимается группа признаков, характеризующая степень соответствия их конструктивного решения высоконадежным организационно-технологическим условиям процессов изготовления, транспортирования и монтажа, позволяющим осуществлять эти процессы при минимальных затратах живого и общественного труда и соблюдения высокого качества работ.

Для количественной оценки технологичности железобетонных изделий используется система показателей (K_{μ}), наиболее значимые из которых: масса конструкций (Q_k), технологическая длина (L_k), технологическая ширина (B_k), приведенная толщина (b_k), показатель сложности армирования (K_a), показатель сложности конфигурации ($K_{ск}$), показатель строительной равновесности ($K_{стр}$), показатель готовности конструкций (K_r), серийность конструкции ($K_{с.т}$), показатель конструктивной преимущества ($K_{п}$).

Анализ существующих строительных процессов, способов и методов изготовления, транспортирования и монтажа с учетом их влияния на отдельные показатели технологичности позволил создать экономико-математическую модель технологичности железобетонных конструкций и изделий. Данная модель представляет собой выражение в математической форме экономических и технических характеристик реальных оптимизированных процессов с учетом их специфических и вероятностных особенностей и показателей, характеризующих технологичность железобетонных изделий.

В качестве критерия эффективности конструкции i -го вида j -го типа приняты удельные приведенные затраты ($S_{пр.ij}$). Использование относительных показателей позволяет проводить сравнительную оценку свойств. пределы изменения этих показателей приняты в диапазоне от 0 до 1, что обеспечивается структурой формул

Моделирование проводилось для каждого из строительных процессов с учетом рациональных способов изготовления, транспортирования и монтажа. В результате выполненных исследований и обработки технико-экономических данных были получены уравнения связи удельных приведенных затрат (для конструкции i -го вида j -го типа) и пока-

зателей технологичности для каждого из p -х процессов строительного производства с учетом их вероятностного характера (табл. 1).

В уравнениях приняты следующие обозначения: F_d — действительный фонд рабочего времени технологического оборудования машин и механизмов при односменной работе; C_1 — количество рабочих смен; C_2 — количество смен работы тепловых агрегатов в сутки; t_c — продолжительность стендовых операций; $t_{об}^c$ — продолжительность тепловой обработки; $t_{ф}$ — продолжительность формования изделия; n — оптимальное количество одновременно формируемых изделий; V_{kij} — объем конструкции i -го вида j -го типа; L_{kij} — технологическая длина изделий i -го вида j -го типа; $M_{ф}$ — металлоемкость форм; $K_{с.т.ij}$ — серийность изделий i -го вида j -го типа; m_{kij} — количество марок изделий; K_1^1 , K_1 — коэффициенты, учитывающие степень механизации процессов; K_3^1 , K_3 — коэффициенты, характеризующие усилие натяжения арматуры; $f_{ф}$, f_c — количество рабочих, выполняющих соответственно формование изделий и общестендовые операции; $K_{ф}^{cp}$, K_c^{cp} — часовая ставка рабочих средневзвешенного разряда, соответственно при формовании и стендовых операциях; r — ритм работы технологической линии; m — оптимальное количество постов на линии; f_k — количество рабочих, выполняющих формование изделий при кассетном способе производства; $K_{ф}^k$ — часовая ставка рабочих средневзвешенного разряда при кассетном способе изготовления; o — оптимальное количество отсеков в кассетной установке; t_0 — продолжительность формования одного отсека; $t_{пз}$ — общая продолжительность подготовительно-заключительных операций; $t_{об}^k$ — продолжительность тепловой обработки; $P_{рс}$ — масса разделительной стенки; $P_{то}$ — масса теплового отсека; u — количество изделий между тепловыми отсеками; b_{kij} — толщина изделия i -го вида j -го типа; $b_{то}$ — толщина теплового отсека; R — расстояние транспортирования конструкций; d — количество конструкций i -го вида j -го типа на автосредстве; γ — коэффициент использования грузоподъемности; a_1 и b_1 — коэффициенты, характеризующие изменение продолжительности погрузочно-разгрузочных работ в зависимости от массы и вида конструкции; a_2 и b_2 — ко-

эффиценты, характеризующие изменение скорости автосредства в зависимости от его длины; $C_{тр}$ — сменность работы автосредств; A и B — коэффициенты, характеризующие изменение продолжительности цикла монтажа конструкций i -го вида j -го типа в зависимости от его массы; C_{M4}^H — себестоимость машино-часа рационального H -го монтажного крана; K^H — капитальные вложения в этот кран; Δ_{ij} — расстояние перемещения крана от конструкции до конструкции; V_K^H — скорость перемещения H -го монтажного крана; f_M — количество монтажников, выполняющих монтаж конструкции i -го вида j -го типа; K_M^Φ — часовая ставка монтажников средне-взвешенного разряда; C_M — сменность работы при выполнении монтажного процесса; K_μ — μ -ый показатель технологичности; α — коэффициент, учитывающий переход от $K_{\mu-1}$ к K_μ ; $K_H^{ст}$, $K_H^{кон}$, $K_H^{кас}$, $K_H^{тр}$, K_H^M — показатели надежности θ -го строительного процесса; β — коэффициент учитывающий вероятность соответствия K_μ -го показателя технологичности эффективности функционирования ρ -ой системы строительного производства.

Исследование совокупности конструкций i -го вида j -го типа по уравнениям связи, приведенным в табл. 1, позволили записать уравнения связи удельных приведенных затрат с каждым K_μ -м показателем технологичности в виде сложной функции:

а) для каждого ρ -го процесса строительного производства:

$$S_{np}^\rho = \Phi_\rho(k_\mu); \quad (8)$$

б) для системы строительного производства

$$S_{np} = \sum_{\rho=1}^H S_{np}^\rho = \sum_{\rho=1}^H \Phi_\rho(k_\mu) \quad (9)$$

Оптимальное значение K_μ -го показателя технологичности при применении суммы удельных приведенных как критерия оптимальности, находится решением уравнения, получаемого приравниванием нулю производной от правой части формулы (9) которая определяет эффективность применения конструкции по величине K_μ :

$$\frac{d \sum_{\rho=1}^H \Phi_\rho(k_\mu)}{dk_\mu} = 0, \quad S_{np} = \min_{k_\mu = opt} \quad (10)$$

Сравнение показателей технологичности, характеризующих исследуемую конструкцию

i -го вида j -го типа, с их оптимальными значениями, позволяет сделать вывод о степени технологичности разрабатываемой конструкции и наметить пути по повышению ее технологичности.

В общем случае уровень технологичности отдельного изделия i -го вида j -го типа, входящего в совокупность изделий, образующих ОКР здания, в любой ρ -ой подсистеме строительного производства может быть представлен в виде:

$$t_j^\rho = \sum_{\mu=1}^d \left(1 - \frac{(K_\mu - K_{\mu opt})}{K_{\mu opt}}\right) r_\mu \quad (11)$$

где d — количество показателей характеризующих изделие i -го вида j -го типа;

r_μ — удельная значимость μ -показателя;

K_μ — показатель характеризующий μ -ое технологическое свойство из числа множества d ;

$K_{\mu opt}$ — оптимальное значение показателя из числа множества d .

Уровень технологичности железобетонного изделия i -го вида j -го типа в системе строительного производства полученных путем установления корреляционной зависимости представлен выражением:

$$t_{ij} = 0,47t_{ij}^H + 0,2t_{ij}^{TP} + 0,08t_{ij}^{MP} + 0,25t_{ij}^M \quad (12)$$

В целом уровень технологичности здания образованного совокупностью изделий n -го вида и m -го типа вычисляется по формуле:

$$t_{окр} = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m K_{ctij}} (0,47 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij}^H K_{ctij} + 0,20 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij}^{TP} K_{ctij} + 0,08 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij}^{MP} K_{ctij} + 0,25 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_{ij}^M K_{ctij}) \quad (13)$$

Оценив уровень технологичности проектного ОКР производим оптимизацию каждого ρ -го производственного процесса и установим уровень его эффективности:

$$T_\rho = \frac{S_{np}^{\rho min}}{S_{np}^s}, \quad (14)$$

где: $S_{np}^{\rho min}$ — минимальные затраты в ρ -ой подсистеме возведения здания при оптимальных параметрах производственного процесса
 S_{np}^s — фактические затраты в ρ -ой подсистеме возведения здания при достигнутых организационно-технических условиях производственных процесса.

Уравнения связи удельных приведенных затрат ($S_{пріj}$) и μ -го показателя технологичности конструкции i -го вида j -го типа

Подсистемы строительного производства		Математические модели процессов
Изготовление	Стеновой	$S_{пріj}^{ист} = \frac{\alpha\beta_{ст}}{nF_{gc} V_{кij} K_{\mu} K_{H}^{ст}} \left(\frac{t_c}{C_1} + \frac{t_{ов}}{C_2} + \frac{t_{\phi} \cdot n}{C_1} \right) [K_1 n (0,05 \ell_{кij}^3 + 1038) + K_1' (0,08 \ell_{кij}^3 + 1165) +$ $n (2,85 \ell_{кij}^2 + 1197) + 35 \ell_{кij} + 790 + K_3 n (0,56 \ell_{кij} + 219) + 1' (0,03 \ell_{кij}^3 + 725) + n \cdot 0,0036 \ell_{кij}^4 + 0,024 \ell_{кij}^4 + n \cdot 1598 M_{\phi ij} +$ $+ 80 K_{стij} (m_{кij} - 1)] + \frac{\alpha\beta}{V_{кij} K_{\mu} K_{H}^{ст}} (n f_{\phi} K_{\phi}^{ст} t_{\phi} + f_c K_c^{ст} t_c)$
	Конвейерный	$S_{пріj}^{икон} = \frac{\alpha\beta_{к} \tau}{V_{кij} K_{\mu} K_{H}^{кон}} \{0,0018 [K_1 (138,89 \ell_{кij}^2 + 35000) + K_1' m (18,52 \ell_{кij}^2 + 4833) + 0,00017 m \cdot 475 M_{\phi ij} +$ $+ 0,00005 [3,97 \ell_{кij}^3 + 34142 + m \cdot 1042 \ell_{кij}]]\} + [m (0,018 \ell_{кij}^2 + 2,83) + 3 + 0,13 \ell_{кij}] \frac{\alpha\beta}{m r K_{\mu} K_{H}^{кон}}$
	Кассетный	$S_{пріj}^{икас} = \frac{\alpha\beta_{кас}}{K_{\mu} K_{H}^{кас}} \left\{ 0,0583 \frac{f_k K_{cp}^k (O t_o + t_{пз})}{V_{кij} \cdot O} + \frac{(O t_o + t_{ов} + t_{пз})}{\phi V_{кij} O} \left[(O \frac{P_{oc}(U-1) + P_{то}}{U} + 42,20) 0,0157 + [31,84 \right.$ $\left. + 7,13 [O (B_{кij} + B_{рс} \frac{U-1}{U}) + B_{то} (\frac{O}{U} + 1)] \right] \right\} 0,0012$
Транспортирование конструкций и изделий	$S_{пріj}^{тр} = \frac{\alpha\beta_{тр}}{K_{\mu} K_{H}^{тр}} \left\{ \frac{40R}{Q_{кij} d} \left[(46 + 2,11 \frac{Q_{кij} d}{j}) \frac{a_1 + B_1 Q_{кij}}{R} + (2,2 + 0,13 \frac{Q_{кij} d}{j}) + 0,12 Q_{кij} d + 4 + 0,8 \frac{Q_{кij} d}{j} + \right. \right.$ $\left. + \frac{2}{a_2 + \frac{a_2^2}{\tau_{кij}}} (47,84 + 2,19 \frac{Q_{кij} d}{j} + 14,02 + 12,25 Q_{кij} d) \right\} + \frac{0,06}{F_{гр} C_{тр}} (a_1 + B_1 Q_{кij} + \frac{R}{a_2 + \frac{a_2^2}{\tau_{кij}}} + \frac{R}{V_{тех} K_g}$	
Монтаж конструкций и изделий	$S_{пріj}^M = \frac{\alpha\beta_M (A + B V_{кij})}{K_{\mu} K_{H}^M V_{кij} K_{стij} 0,83} \left\{ 1,08 C_{мч}^H [K_{стij} + \frac{\Delta_{ij}}{V_k^H (A + B V_{кij})}] + 1,5 f_m K_{cp}^M K_{стij} + 0,12 K^H \frac{K_{стij}}{F_{y\gamma} C_M} \right.$	

Основой для разработки методики поиска оптимального технологического процесса возведения явилось графическое представление процесса в виде морфологической модели. Это позволило описать процесс в виде каскада экспоненциального типа, который в свою очередь представляет не что иное, как граф построения оптимального технологического процесса [1]. Длина дуг графа соответствует величине приведенных затрат, значения которых устанавливались по экономико-математическим моделям процессов с учетом технологических свойств строительной продукции.

Уровень эффективности процесса возведения здания определяется по формуле:

$$T_{вз} = 0,47 T_H + 0,2 T_{тр} + 0,08 T_{пр} + 0,25 T_M \quad (15)$$

Сравнительная оценка уровня технологичности ОКР с уровнем эффективности процесса возведения здания, позволяет установить причины их низкого уровня. Анализ причин, позволяет разработать план организационно-технических мероприятий и выработать рекомендации по повышению уровня технологичности ОКР (корректировка проектного решения здания) и увеличению уровня эффективности технологического процесса возведения (оптимизация параметров процесса).

Выводы. Повышение эффективности возведения полносборных зданий обеспечивается за счет увеличения степени соответствия технологических свойств ОКР зданий организационно-техническим параметрам строительных процессов и осуществляется двумя путями:

- первый путь направлен на корректировку организационно-технических параметров технологических процессов с целью доведения их значений до оптимальных величин, т.е. проектирование технологических процессов, уровень эффективности которых близок к единице;

- второй путь предполагает внесение изменений в проектное решение здания, с целью доведения значений показателей, характеризующих технологические свойства ОКР до оптимальных значений, что соответствует повышению уровня технологичности ОКР и существенно влияет на уровень эффективности возведения полносборных зданий.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Березина Л. Ю. Графы и их применение / Л. Ю. Березина – Москва : Просвещение, 1979. – 143 с.
2. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – Москва : Высш. школа, 1977. – 368 с.
3. Гусаков А. А. Основы проектирования организации строительного производства (в условиях АСУ) / А. А. Гусаков. – Москва : Стройиздат, 1977. – 256 с.
4. Гусаков А. А. Организационно-технологическая надежность строительного производства / А. А. Гусаков – Москва : Стройиздат, 1974. – 252 с.
5. Молодецкий В. Р. Концепція надійності в організації будівельного виробництва / В. Р. Молодецький, А. В. Загуменова, А. Ю. Морошкіна // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2014. – № 4. – С. 19-24

REFERENCES

1. Berezina L. Ju. *Grafy i ih primenenie* [Graphs and their application]. Moskva: Prosveshhenie, 1979, 143 p. (in Russian).
2. Gmurman V. E. *Teoriya veroyatnostej i matematicheskaja statistika* [Theory of probability and mathematical statistics]. Moskva: Vyssh. shkola, 1977, 368 p. (in Russian).
3. Gusakov A. A. *Osnovy proektirovanija organizacii stroitel'nogo proizvodstva (v uslovijah ASU)* [Basics of designing organization of building production (at automated control systems conditions)]. Moskva: Strojizdat, 1977, 256 p. (in Russian).
4. Gusakov A. A. *Organizacionno-tehnologicheskaja nadezhnost' stroitel'nogo proizvodstva* [Organizational-technological reliability of building production]. Moskva: Strojizdat, 1974, 252 p. (in Russian).
5. Mlodec'kij V. R., Zagumenova A. V. and Moroshkina A. Ju. *Koncepcija nadijnosti v organizacii budivel'nogo virobnictva* [The concept of reliability in the organization of building production]. Bulletin of Pridneprov'ska State Academy of Civil

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

Надійшла до редколегії: 25.11.2015 р. Прийнята до друку: 27.11.2015 р.

УДК 502.53:504.06

КЛАСИФІКАЦІЯ АНТРОПОГЕННО ПЕРЕТВОРЕНИХ ҐРУНТІВ УРБООКОСИСТЕМИ м. ДНІПРОПЕТРОВСЬК

ЯКОВИШИНА Т. Ф.,¹ к. с.-г. н., доц.

¹ Кафедра екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 469371, e-mail: t_yakovyshyna@ukr.net, ORCIDID: 0000-0002-5924-7847

Анотація. Постановка проблеми. Функціонування міста як штучно створеної в результаті антропогенної діяльності системи спричинює деградацію та, іноді, навіть знищення навколишнього природного середовища з подальшою заміною його на техногенне. В першу чергу потерпає ґрунт як базова складова будь-якої екосистеми, в котрій замикаються колообіги речовин, адже він завдяки своїм протекторним функціям виступає потужним біогеохімічним бар'єром на шляху їх міграції, здатним депонувати токсиканти на тривалий час. У процесі ґрунтоутворення міських ґрунтів провідну роль відіграє антропогенний фактор, котрий здатний впливати як прямо – руйнування ґрунтового профілю внаслідок будівельної діяльності, так і опосередковано – у разі аерогенного або гідрогенного забруднення ксенобіотиками, що містяться у викидах та скидах промислових підприємств і визначається типом господарського використання та історією розвитку території. Строкатість використання міського ґрунту відбивається через порушення його ґрунтового профілю, чому, здебільшого, сприяє створення на його поверхні органо-мінерального шару шляхом перемішування, насипу, захоронення та (або) забруднення речовинами різного походження. Тому класифікація міських ґрунтів за ступенем порушення ґрунтового профілю внаслідок антропогенної діяльності є досить актуальним науково-практичним завданням урбоекотології щодо досягнення норм екологічної безпеки функціонування сучасного міста, адже відновлення їх протекторних функцій неможливе без знання трансформації морфологічної будови. **Мета.** Провести класифікацію антропогенно порушених, у наслідок будівельної діяльності, ґрунтів м. Дніпропетровськ шляхом визначення морфологічних ознак будови ґрунтового профілю з відокремленням поверхневих утворень антропогенного та техногенного походження порівняно до зонального ґрунту – чорнозему звичайного малогумусного важкосуглинкового на лесі. **Висновок.** Тривалий антропогенний вплив на зональний ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий в межах урбоекосистеми м. Дніпропетровськ спричинив його трансформацію в урбанозем, який за морфологічною будовою характеризувався перемішаним (санітарно-захисна зона промислових підприємств), насипним (висотна забудова) та агрогенним (присадибні ділянки приватного сектору) типом ґрунтового профілю. Відокремлення техногенних поверхневих утворень дало змогу класифікувати їх за ступенем порушення ґрунтового профілю, походженням, хімічним складом як органолітострати з групи натурфабрикатів – для перемішаного типу, що зазнав хімічного забруднення; та урбіквализему – для насипного типу урбанозему.

Ключові слова: урбоекосистема, ґрунтовий профіль, ґрунт, трансформація, будівельна діяльність

КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННО ПРЕОБРАЗОВАННЫХ ПОЧВ УРБООКОСИСТЕМЫ г. ДНЕПРОПЕТРОВСК

ЯКОВИШИНА Т. Ф.,¹ к. с.-х. н., доц.

¹ Кафедра экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 469371, e-mail: t_yakovyshyna@ukr.net, ORCIDID: 0000-0002-5924-7847

Аннотация. Постановка проблемы. Функционирование города как искусственно созданной в результате антропогенной деятельности системы способствует деградации и, иногда даже, уничтожению окружающей среды с последующей заменой ее на техногенную. В первую очередь страдает почва как базовая составляющая любой экосистемы, в которой замыкаются круговороты веществ, ведь она благодаря своим протекторным функциям выступает мощным биогеохимическим барьером на пути их миграции, способным депонировать токсиканты на длительное время. В процессе почвообразования городских почв ведущую роль играет антропогенный фактор, способный влиять как прямо – разрушение почвенного профиля в результате строительной деятельности, так и косвенно – при аерогенном или гидрогенном загрязнении ксенобиотиками, содержащимися в выбросах и сбросах промышленных предприятий; и определяется типом хозяйственного использования и историей развития территории. Пестрота использования городской почвы отражается на нарушении ее почвенного профиля, чему, в основном, способствует создание на ее поверхности органо-минерального слоя путем перемешивания, насыпи, захоронения и (или) загрязнения веществами различного происхождения. Поэтому классификация городских почв по степени нарушения почвенного профиля в результате антропогенной деятельности является весьма актуальной научно-практической задачей урбоекотологии для достижения норм экологической безопасности функционирования современного города, ведь восстановление их протекторных функций невозможно без знания трансформации морфологического строения.

Цель. Провести классификацию антропогенно нарушенных, в результате строительной деятельности, почв г. Днепропетровск путем определения морфологических признаков строения почвенного профиля с отделением поверхностных образований антропогенного и техногенного происхождения по сравнению с зональной почвой – черноземом обыкновенным малогумусным тяжелосуглинистым на лессе. **Вывод.** Длительное антропогенное воздействие на зональную почву – чернозем обыкновенный малогумусный тяжелосуглинистый в пределах урбоэкосистемы г. Днепропетровск привело к ее трансформации в урбанозем, который по морфологическому строению характеризовался перемешанным (санитарно-защитная зона промышленных предприятий), насыпным (высотная застройка) и агрогенным (приусадебные участки частного сектора) типом почвенного профиля. Отдельное рассмотрение техногенных поверхностных образований позволило классифицировать их по степени нарушения почвенного профиля, происхождению, химическому составу как органолитостраты из группы натурфабрикатов – для перемешанного типа, претерпевшего химическое загрязнение; и урбиквазимем – для насыпного типа урбанозема.

Ключевые слова: урбоэкосистема, почвенный профиль, почва, трансформация, строительная деятельность

CLASSIFICATION OF ANTHROPOGENIC TRANSFORMATIONS SOILS URBOECOSYSTEMS OF DNEPROPETROVSK

YAKOVYSHYNA T.F.,¹ Ph. D., Ass. Prof.

¹ Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Education Establishment «Pridneprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk, 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 469371, e-mail: t_yakovyshyna@ukr.net, ORCIDID: 0000-0002-5924-7847

Summary. Raising of problem. The functioning of the city, as artificially created system of the result of the anthropogenic activity, promotes degradation and, sometimes, destruction of the environment, with change it to the technogenic replacement. First of all suffers the soil, as a basic component of any ecosystem, where the circulation of materials close, because it is a powerful biogeochemical barrier to their migration, able to deposit toxicants a long time through its protective functions. The leading role of the formation of the urban soil plays an anthropogenic factor, which is able to influence directly – the destruction of the soil profile due to construction activity and indirectly – with aerogenic or hydrogenous pollution xenobiotics contained in the emissions and discharges of the industrial enterprises; and it is determined by the type of economic use and history of area developing. The variability of using the urban soil is reflected in the soil profile and contributed to the creation of the organic-mineral layer by the mixing, mound, burial and (or) contamination of the different substances on the surface. Therefore, classification of the urban soils by the anthropogenic destruction degree of the soil profile is very important scientific and practical task for the urban ecology to the achievement standards of the ecological safety of the modern city, because the restoring of their protective functions is impossible without knowledge of the morphological structure. **Purpose.** Classify the anthropogenic soils of city Dnipropetrovsk disturbed by the construction activities by the determining of the morphological characteristics of the soil profile structure with separation of the anthropogenic and technogenic surface formations compared to the zonal soil – ordinary chernozem. **Conclusion.** Within urboecosystem city Dnipropetrovsk long-term human impact to the zonal soil – chernozem led to its transformation into urbanozem with characterized as mixed (sanitary protection zone of the industrial enterprises), bulk (high-rise buildings) and agrogenic (private sector) types of the soil profile for the morphological structure. Separation of the technogenic surface formations made it possible to classify them according to the degradation of the soil type, origin, and chemical composition: organolitostrat of the naturfabrykat group – for mixed type with the chemical pollution; and urbikvazymem – for bulk type of the urbanozem.

Key words: urban ecosystems, soil profile, soil, transformation, construction activity

Постановка проблеми. Урбоекосистема м. Дніпропетровськ фрагментарно складається з елементів екологічних систем, характерних для даної природно-кліматичної зони (атмосферне повітря, водні ресурси, ґрунти, рештки рослинного та тваринного світу); сельбищної території, серед якої слід окремо виділити висотну забудову та приватний сектор; промислових підприємств із їх санітарно-захисними зонами; мереж комунікацій тощо. Функціонування міста як штучно створеної в результаті антропогенної діяльності системи спричинює деградацію та,

іноді, навіть знищення навколишнього природного середовища з подальшою заміною його на техногенне [3; 4]. В першу чергу потерпає ґрунт як базова складова будь-якої екосистеми, в котрій замикаються колообіги речовин, адже він завдяки своїм протекторним функціям виступає потужним біогеохімічним бар'єром на шляху їх міграції, здатним депонувати токсиканти на тривалий час.

Проте міські ґрунти не завжди підпадають під класичне визначення ґрунту, хоча вони й живуть і розвиваються під впливом

таких самих факторів ґрунтоутворення (клімат, рельєф, материнська порода, рослинний і тваринний світ, час), як і природні. Однак у процесі ґрунтоутворення міських ґрунтів провідну роль відіграє антропогенний фактор, котрий здатний впливати як прямо – руйнування ґрунтового профілю внаслідок будівельної діяльності, так і опосередковано – у разі аерогенного або гідрогенного забруднення ксенобіотиками, що містяться у викидах та скидах промислових підприємств, і визначається типом господарського використання та історією розвитку території.

Строкатість використання міського ґрунту відбивається через порушення його ґрунтового профілю, чому, здебільшого, сприяє створення на його поверхні органомінерального шару шляхом перемішування, насипу, захоронення та (або) забруднення речовинами різного походження [2; 3]. Тому класифікація міських ґрунтів за ступенем порушення ґрунтового профілю внаслідок антропогенної діяльності є досить актуальним науково-практичним завданням урбології щодо досягнення норм екологічної безпеки функціонування сучасного міста, адже відновлення їх протекторних функцій неможливе без знання трансформації морфологічної будови.

Аналіз публікацій. На антропогенному впливі щодо процесів ґрунтоутворення акцентували увагу С. Н. Edelman (1954) та Д. Н. Yaalon (1964) ще в середині ХХ століття, проте вперше термін “міський ґрунт” застосовує J. Vockheim (1974), котрий визначає його як “ґрунтовий матеріал, що містить антропогенний шар несільськогосподарського походження, глибиною понад 50 см, утворений шляхом перемішування, заповнення або забруднення земної поверхні міських і приміських територій”. Класифікації антропогенно перетворених ґрунтів приділяли увагу багато науковців: М. І. Герасимова, Н. В. Строганова, Р. М. Панас, М. І. Полупан, Н. В. Можаров, Т. В. Прокоф’єва, А. В. Синцов, А. Н. Бармін, А. І. Самофалова, М. Sauerwein, R. W. Arnold [1; 6; 7; 9; 12].

Однак існуючі класифікації мають досить фрагментарний характер, приміром, у

найбільш поширеній міжнародній реферативній базі ґрунтових ресурсів (WRB) [13] виділяється група Anthrosols – ґрунтів, що виникли під впливом людської діяльності або значного перетворення, яка складається з чотирьох підрозділів (Aric, Fimic, Cumulic, Urbic, Anthros), проте антропогенний вплив частково враховується також у групі Regosols, куди потрапили як природні, так і ґрунти, змінені людиною [11].

Визначення підгруп відбувається шляхом діагностування антропогенних горизонтів. На думку С. М. Польчиної (2006), застосування шару “urbic” – матеріалу, що містить 35 % від загального обсягу будівельного сміття, тільки для діагностики Anthropic Regosols дещо вузьке, його треба поширити також і на міські ґрунти [8]. Як вважають фахівці з Ґрунтового інституту ім. В. В. Докучаєва РАН (1997), техногенні поверхневі утворення – цілеспрямовано сконструйовані ґрунтоподібні тіла, а також залишкові продукти господарської діяльності, що складаються з природного та/або спеціально утвореного субстрату, перебуваючи на поверхні, хоча й функціонують в урбоекосистемі, проте не є ґрунтами відносно сутності цього поняття за В. В. Докучаєвим [5], адже в них ще не сформувались генетичні горизонти. Тому їх запропоновано класифікувати окремо виходячи зі складу зазначених утворень, а саме: за наявністю морфологічної будови розкривної або насипної товщі здебільшого тільки в останній спостерігається система шарів; природного або штучного походження; хімічного складу матеріалу, тощо.

Отже, **мета роботи** полягала в класифікації антропогенно порушених унаслідок будівельної діяльності ґрунтів м. Дніпропетровськ шляхом визначення морфологічних ознак будови ґрунтового профілю з відокремленням поверхневих утворень антропогенного та техногенного походження порівняно до зонального ґрунту – чорнозему звичайного малогумусного важкосуглинкового на лесі.

Методи проведення досліджень. Дослідження морфологічних ознак ґрунтового профілю проводили на прикладі ґрунтів м.

Дніпропетровськ із різним функціональним використанням. Ділянки відбирали таким чином, щоб втручання людської діяльності стосувалось тільки зонального ґрунту – чорнозему звичайного, тобто уникали балок та ярів, надзаплавних терас р. Дніпро, штучно створених лісних масивів тощо. Так, розрізи були закладені на території приватного сектору – житловий масив Ігрені (Самарський район), висотної забудови – житловий масив Тополя-3 (Бабушкінський район) та санітарно-захисної зони південно-західної групи заводів (Ленінський район). Об'єктом досліджень виступав урбопедогенез ґрунтів сільбищних територій м. Дніпропетровськ, а предметом – класифікація урбаноземів за їх морфологічною будовою.

Для діагностики об'єкта досліджень за основу були взяті кваліфікаційні ознаки та систематика антропогенно перетворених ґрунтів, розроблена М. Н. Строгановою (2003) [1; 10], крім того, поверхневі утворення антропогенного та техногенного походження відокремлювали від решти ґрунтового профілю й описували та класифікували окремо згідно з рекомендаціями Ґрунтового інституту ім. В. В. Докучаєва РАН [5].

Результати досліджень та їх обговорення. Територіально Дніпропетровськ розташований у зоні Північного степу України, отже, його ґрунтовий покрив переважно представлений чорноземом звичайним малогумусним важкосуглинковим із типовою будовою ґрунтового профілю:

$$H + H_{pk} + Phk + Pk.$$

Зазначений тип ґрунту сформувався в умовах непромитого водного режиму під різнотравно-типчачково-ковиловою рослинною асоціацією.

Структура ґрунтового покриву урбоєко-системи, на відміну від природного, має переривчастий і дещо фрагментарний характер, так, його строкатість пояснюється, поперше, порушенням ґрунтового профілю внаслідок будівництва, при облаштуванні фундаментів будинків, прокладанні комунікацій, запечатання під асфальто- дорожнім покриттям; а, по-друге, зміною фізико-

хімічних властивостей через інгредієнтне забруднення різноманітними ксенобіотиками, що є включеннями антропогенного та техногенного характеру, як то промислові відходи різних класів токсичності, будівельне і побутове сміття; або потрапляють на поверхню аерогенним шляхом із викидами промислових підприємств та автотранспорту.

Площа відкритих незапечатаних ділянок ґрунту у м. Дніпропетровськ зумовлюється ступенем урбанізації і варіює в широких межах, а саме: від 5-12 % у центрі, до 70-85 % – присадибні ділянки приватного сектору Лівобережжя та Сухачівки, Діювки-1 і 2 у правобережній частині міста. Природний непорушений ґрунт зберігся в Ленінському лісництві та частково в заплавах і нижніх терасах р. Дніпро.

Серед основних рис, за якими ґрунти Дніпропетровська відрізняються від зонального чорнозему звичайного, слід зазначити:

- формування ґрунтів шляхом насипання, намівання або перемішування;
- наявність у верхньому шарі ґрунту включень будівельного та побутового сміття;
- високий ступінь токсичності внаслідок забруднення важкими металами, нафтопродуктами та радіоактивними речовинами;
- порушення кислотно-лужного балансу та окисно-відновного потенціалу;
- зміна фізико-механічних властивостей ґрунтів, як то підвищена щільність, знижена вологоємність, погана аерація тощо.

Типовими для м. Дніпропетровськ є антропогенно глибокоперетворені ґрунти, що утворюють групу урбаноземів із горизонтом "urbic" потужністю понад 50 см, які сформувались на культурному шарі, насипних, намівних та перемішаних ґрунтах.

Перемішаний тип ґрунтового профілю ($H_{qk}(u) + H_{pk}(u) + Phk(u) + Pk$) в санітарно-захисній зоні південно-західної групи заводів виник через зняття, переміщення і складування, в результаті будівництва, значних масивів ґрунту на прилеглих територіях паралельно з розбавленням його будівельним сміттям та промисловими відходами в умовах постійного аерогенного забруднення. Завдяки нечітко вираженим генетичним го-

ризонтам і значній кількості включень антропогенного та техногенного характеру він більше підпадав під визначення техногенних поверхневих утворів, а саме – органолітостратів із групи натурфабрикатів.

Урбанозем із насипним типом ґрунтового профілю (Hdk + UHk + Hpk + Phk + Pk) був притаманний невеличким зеленим зонам внутрішньодворових територій висотної забудови спальних районів міста, де втручання людської діяльності було переважно одноразовим і здебільшого зводилось до проведення земляних робіт та прокладання комунікацій у процесі будівництва високоповерхівок. Після закінчення будівництва на поверхні зонального ґрунту формується шар різної потужності, що зумовлюється складністю рельєфу, часом освоєння та ступенем втручання людини, який у нашому випадку (розріз закладений на житловому масиві Тополя-3) характеризувався наявністю значної кількості включень будівельного та побутового сміття. За ознаками техногенних поверхневих утворів цей тип ґрунту належить до урбіквазиземів.

Відмінно рисою агрогенного типу урбанозему з ґрунтовим профілем Ha + Hk + Hpk + Phk + Pk (приватна забудова на житловому масиві Ігрені) - це наявність досить потужного, збагаченого гумусом шару, який за умов тривалого використання під городи (понад 50 років) перевищував глибину орного горизонту в 1,6 рази, що зумовлювалось щорічним внесенням органічних (гній, птишиний послід) та мінеральних добрив. Зазначений тип ґрунтів формується на присадибних ділянках та дачах, отже,

зустрічається тільки на периферії міста. Відсутність включень неприродного характеру не дає змоги розглядати його як техногенні поверхневі утвори.

Висновок. Тривалий антропогенний вплив на зональний ґрунт – чорнозем звичайний малогумусний важкосуглинковий в межах урбоєкосистеми м. Дніпропетровськ спричинив його трансформацію в урбанозем, який за морфологічною будовою характеризувався перемішаним (санітарно-захисна зона промислових підприємств), насипним (висотна забудова) та агрогенним (присадибні ділянки приватного сектору) типом ґрунтового профілю. Відокремлення техногенних поверхневих утворів дало змогу класифікувати їх за ступенем порушення ґрунтового профілю, походженням, хімічним складом як органолітострати з групи натурфабрикатів – для перемішаного типу, що зазнав хімічного забруднення; та урбіквазизему – для насипного типу урбанозему.

Перспективи подальших досліджень потрібно зосередити на створенні системи екологічного моніторингу та подальшому відновленні протекторних властивостей міських ґрунтів з урахуванням ступеня їх порушення. Це дозволяє здійснити проведена класифікація на основі морфологічних ознак будови ґрунтового профілю з відокремленням поверхневих утворів антропогенного та техногенного походження, а це, в свою чергу, сприятиме поліпшенню загального стану урбоєкосистем і забезпечить відповідність якості навколишнього середовища нормам екологічної безпеки.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Антропогенные почвы (генезис, география, рекультивация) / М. И. Герасимова, М. Н. Строганова, Н. В. Можарова, Т. В. Прокофьева ; под ред. Г. В. Добровольского. – Москва ; Смоленск : Ойкумена, 2003. – 268 с.
2. Вовк О. Б. Особливості ґрунтового моніторингу в умовах міста (на прикладі м. Львова) / О. Б. Вовк // Екологія та ноосферологія. – 2007. – Т. 18, № 1/2. – С. 57-63.
3. Гаврюшина О. Є. Екологічні аспекти трансформації міських ґрунтів під штучними покриттями / О. Є. Гаврюшина // Людина та довкілля. Проблеми неоекології. – 2013. – № 3/4. – С. 164-167.
4. Ёркина Н. В. Почвы как репрезентативный компонент экологического мониторинга урбоэкоосистемы / Н. В. Ёркина // Біологічний вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. – 2011. – № 3. – С. 6-12.
5. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск : Ойкумена, 2004. – 342 с.

6. Панас Р. М. Техногенні ґрунти України. Ґрунтознавство / Р. М. Панас. – Львів : Новий Світ-2000, 2008. – С. 267-279.
7. Полупан М. І. Класифікація ґрунтів України / М. І. Полупан, В. Б. Соловей, А. В. Величко. – Київ : Аграрна наука, 2005. – С. 275-279.
8. Польчина С. М. Регуляторна функція лісопаркових насаджень в урбоантропогенезі / С. М. Польчина // Екологія та ноосферологія. – 2006. – Т. 17, № 1/2. – С. 122-128.
9. Самофалова І. А. Современные проблемы классификации почв / И. А. Самофалова. – Пермь : Изд-во ФГБОУ ВПО Перм. ГСХА, 2012. – 175 с.
10. Строганова М. Н. Городские почвы: генезис, классификация, экологическое значение (на примере г. Москвы) : автореф. дис. ... доктора биол. наук / М. Н. Строганова. – Москва, 1998. – 71 с.
11. Цех В. Почвы мира. Атлас / В. Цех, Г. Хинтермайер-Эрхард ; пер. с нем. Е. В. Дубравиной ; под ред. Б. Ф. Апарина. – Москва : Академия, 2007. – 120 с.
12. Arnold R. W. Soil Classification Principles / Richard W. Arnold // Soil classification 2001 : contributions to the International symposium "Soil Classification 2001", 8-12 October 2001, Velence, Hungary / edited by Erika Micheli, Freddy O. Nachtergaele, Robert J. A. Jones, Luca Montanarella. – Italy, 2002. – P. 3-8.
13. World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication : World soil resources reports № 103 / IUSS working group WRB. – 2nd edition. – Rome : FAO , 2006. – 128 p. – Available at: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsr103e.pdf>

REFERENCES

1. Gerasimova M.I., Stroganova M.N., Mozharova N.V. and Prokofeva T.V. *Antropogennyie pochvyi: genezis, geografiya, rekultivatsiya* [Anthropogenic soils: genesis, geography, reclamation]. Smolensk: Oykumena, 2003, 268 p. (in Russian).
2. Vovk O.B. *Osoblivosti gruntovogo monitoringu v umovah mista (na prikladi m. Lvova)* [Special features of soil monitoring in the urban environment (by the example of L'viv, Ukraine)]. *Ekologiya ta noosferologiya* [Ecology and Noospherology]. 2007, vol. 18, no. 1-2, pp. 57-63 (in Ukrainian).
3. Gavryushina O.E. *Ekologichni aspekti transformatsiyi miskih gruntiv pid shtuchnimi pokrityami* [Environmental aspects of the transformation of urban soils under the artificial covering]. *Lyudina ta dovkillya. Problemi neoekologiy* [The Man and Environment. Problems of Neoecology]. 2013, no. 3-4, pp. 164-167 (in Ukrainian).
4. Yorkina N.V. *Pochvyi kak reprezentativnyiy komponent ekologicheskogo monitoringa urboekosistemyi* [Soils as a representative component of environmental monitoring of urboecosystem]. *Biologichnyy visnik Melitopolskogo derzhavnogo pedagogichnogo universitetu* [Biological Bulletin of Melitopol State Pedagogical university]. 2011, no. 3, pp. 6-12 (in Russian).
5. Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I. and Gerasimova M.I. *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and diagnosis of soil of Russia]. Smolensk: Oykumena, 2003, p. 268. (in Russian).
6. Panas R.M. *Tehnogenni ґрунти Ukrayini. Ґрунтознавство* [Man-made soils of Ukraine. Soil science]. Lviv: Noviy Svit-2000, 2008, pp. 267-279 (in Ukrainian).
7. Polupan M.I., Solovey V.B. and Velichko A.V. *Klasifikatsiya gruntiv Ukrayini* [Classification of soils of Ukraine]. Kiev: Agrarna nauka, 2005, pp. 275-279 (in Ukrainian).
8. Polchina S.M. *Regulyatorna funktsiya lisoparkovih nasadzhen v urboantropogenezi* [The regulatory function of forest park plantations in the urboanthropogeny]. *Ekologiya ta noosferologiya* [Ecology and noospherology]. 2006, vol. 17, no. 1-2, pp. 122-128 (in Ukrainian).
9. Samofalova I.A. *Sovremennyye problemy klassifikatsii pochv* [The modern problems of classification of soils]. Perm': Izd-vo FGBOU VPO Permskaya GSHA, 2012, 175 p. (in Russian).
10. Stroganova M.N. *Gorodskie pochvyi: genezis, klassifikatsiya, ekologicheskoe znachenie (na primere g. Moskvyi). Avtoref. dis. doktora biol. nauk* [Urban soils: genesis, classification, ecological value (by the example of Moscow city). Diss. of Dr. Biol.Sc.]. Moskva, 1998, 71 p. (in Russian).
11. Tseh V. and Hintermayer-Erhard G. *Pochvyi Mira. Atlas* [Soils of the world. Atlas]. Moskva: Akademiya, 2007, 120 p.
12. Arnold R.W. *Soil Classification Principles. Soil classification 2001: contributions to the International symposium "Soil Classification 2001", 8-12 October 2001, Velence, Hungary*, edited by Erika Micheli, Freddy O. Nachtergaele, Robert J.A. Jones, Luca Montanarella. Italy, 2002, pp. 3-8.
13. *World reference base for soil resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication: World soil resources reports. No 103.* 2nd edition. Rome: FAO, 2006, 128 p. Available at: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/wsr103e.pdf>

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

Надійшла до редколегії: 24.09.2015 р. Прийнята до друку: 24.09.2015 р.

УДК 004.01:204

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СЛУЧАЙНЫХ МАРКОВСКИХ ПОЛЕЙ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТУР ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ

МЕРКУЛОВА Е. В.^{1*}, к. т. н., доц.,

ЗАПОРОЖЕЦ Е. В.^{2*}, к. т. н., доц.

^{1*} Кафедра прикладной математики и информатики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, e-mail: kate.don11@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6347-5191

^{2*} Кафедра прикладной математики и информатики, Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры», ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, e-mail: Lena_ne@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5913-1310

Аннотация. Постановка проблемы. Черные металлы являются основным материалом, который используют в различных отраслях промышленности: в машиностроении, авиастроении и судостроении для изготовления металлоконструкций для промышленного и жилищного строительства, транспортных коммуникаций и техники.

Металлургические заводы Украины предоставляют свою продукцию не только в страны СНГ, но и за рубеж. При этом продукция должна быть качественной, чтобы не потерять клиентов и сохранить свою конкурентоспособность на мировом рынке. Поэтому задача получения комплекса свойств того или иного металла становится еще более актуальной, так как позволяет найти равноценный отечественный заменитель иностранным маркам стали как по составу, так и по свойствам. Одним из самых важных аспектов решения данной задачи является контроль качества выпускаемой продукции. Создание автоматизированной системы металлографического анализа срезов сплавов на основе обработки их изображений является актуальной задачей.

Ключевые слова: марковские поля, текстурные изображения металлов, обработка изображений

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ВИПАДКОВИХ МАРКОВСЬКИХ ПОЛІВ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТЕКСТУР ЗОБРАЖЕНЬ МЕТАЛОГРАФІЧНОГО АНАЛІЗУ

МЕРКУЛОВА К. В.^{1*}, к. т. н., доц.,

ЗАПОРОЖЕЦЬ О. В.^{2*}, к. т. н., доц.

^{1*} Кафедра прикладної математики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, e-mail: kate.don11@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6347-5191

^{2*} Кафедра прикладної математики, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, e-mail: Lena_ne@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5913-1310

Анотація. Постановка проблеми. Чорні метали - основний матеріал, який використовують у різноманітних галузях промисловості, в машино-, авіа- та суднобудуванні, у виготовленні металлоконструкцій для промислового та житлового будівництва, транспортних комунікацій та техніки.

Металургійні заводи України постачають свою продукцію не тільки до країн СНД, а й за кордон. При цьому продукція повинна бути якісною, аби не втратити клієнтів і зберегти свою конкурентоспроможність на світовому ринку. Тому завдання отримання комплексу властивостей металу актуальне і дозволить знайти рівнозначний замітник іноземним маркам сталі як за складом, так і за якість. Одним із найважливіх аспектів виконання такого завдання є контроль якості продукції. Створення автоматизованої системи металлографічного аналізу зрізів сплавів на основі опрацювання їх зображень - актуальне завдання.

Ключові слова: марковські поля, текстурні зображення металів, опрацювання зображень

APPLICATION OF THE CASUAL MARKOV FIELDS METHOD FOR RECOGNITION OF IMAGES TEXTURES IN THE METALGRAPHIC ANALYSIS

MERKULOVA E. V.^{1*}, Ph. D.,

ZAPOROZHETS E. V.^{2*}, Ph. D.

^{1*} Associate Professor of Applied Mathematics Department, State Higher Educational Institution «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, e-mail: kate.don11@gmail.com, ORCID ID: 0000-0001-6347-5191

^{2*} Associate Professor of Applied Mathematics Department, State Higher Educational Institution «Prydniprov'ska State Academy of Civil Engineering and Architecture», 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, e-mail: Lena_ne@ukr.net, ORCID ID: 0000-0001-5913-1310

Summary. Statement of a problem. Ferrous metals are the main material which use in various industries: in mechanical engineering, aircraft industry and shipbuilding, for production of a metalwork for industrial and housing construction, transport communications and equipment.

Steel works of Ukraine provide the production not only to the countries of the former UIS, but also abroad. Thus production has to be qualitative not to lose clients and to keep the competitiveness in the world market. Therefore the problem of receiving a complex of properties of this or that metal becomes even more actual as allows to find equivalent domestic substitute to foreign brands of steel both on structure, and on properties. One of the most important aspects of the solution of this task is quality control of products. Creation of the automated system of the metalgraphic analysis of cuts of alloys on the basis of processing of their images is an actual task.

Key words: *Markov fields, textural images of metals, processing of images*

Постановка задач исследования. Для построения системы металлографического анализа срезов стали необходимо решить следующие основные задачи:

- выполнить анализ производственного цикла выплавки стали и проанализировать процесс контроля качества выпускаемой металлургической продукции;
- выделить основные этапы металлографического анализа и проанализировать основной из них – этап определения размера зерна стали;
- определить наиболее оптимальные методы распознавания текстуры металлографического изображения среза;
- выбрать наиболее оптимальные методы определения размера зерна стали.

Решение задач и результаты исследования. Процесс выплавки стали начинается с заказа сплава и заканчивается проверкой готовой продукции. Этот процесс включает следующие основные этапы:

1. Оформление предварительного заказа на необходимую марку стали и с соответствующих требований к ней. Передача основных требований к продукции в технический отдел.
2. Отдел договорной документации составляет договор с заказчиком. Параллельно составляется спецификация на выплавку заказа, где указываются все требования к продукции.
3. Далее спецификация передается в цех на выплавку заказа. После выплавки отбираются образцы продукции для контроля на соответствие спецификации, кото-

рые передаются в центральную контрольную лабораторию.

4. Результаты анализа формируются в виде протокола испытаний, который передается в цех производства и отгрузки готовой продукции. Сертификатчики цеха вносят данные из протокола испытаний в сертификат качества.
5. Далее лаборатория вносит данные анализа в статистическую базу.

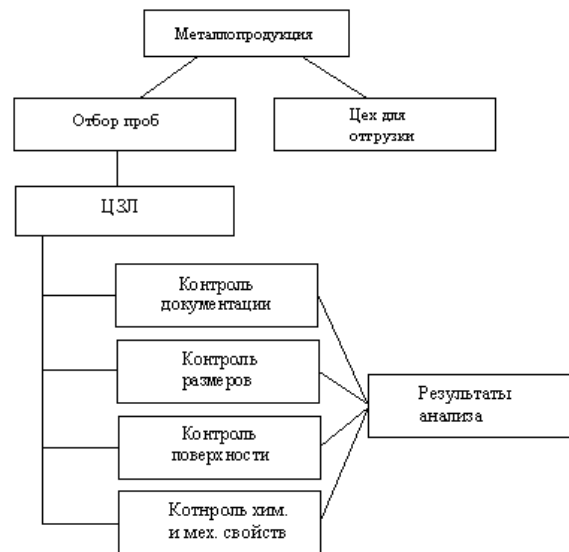


Рис. 1. Типовая схема организации металлографического анализа

Контроль качества выпускаемой продукции еще называется металлографическим анализом, который включает в себя несколько этапов. Среди них можно выделить контроль документации на продукцию (спецификация, сертификат и т. д.), отбор проб для анализа, определение химических, механических, геометрических параметров

пробных срезов. Состав анализа, перечень основных его этапов и их последовательность представлены на рисунке 1.

Рассмотрим более детально последовательность проведения металлографического анализа. Основным этапом такого исследования является металлография – она позволяет получить информацию о морфологии элементов структуры. Этапы металлографии:

1. Электронная микроскопия. Для исследования металлов применяется обычно сканирующий электронный микроскоп, в котором пучок электронов с помощью системы развертки сканирует поверхность образца.

2. Микромеханические испытания. Основной характеристикой металлов и сплавов являются их механические свойства, т. е. способность выдерживать нагрузки и деформироваться. Разработано большое количество стандартных методов механических испытаний.

3. Выявление и определение величины зерна сплава. На этом этапе определяются:

- величина действительного зерна после горячей деформации или любой термической обработки;

- склонность зерна к росту – определение величины зерна после нагрева при температуре и времени выдержки, установленных нормативно-технической документацией на стали и сплавы;

- кинетика роста зерна – определение величины зерна после нагрева в интервале температур и времени выдержки, установленных нормативно-технической документацией на стали и сплавы.

Остановимся на этапе определения роста зерна. Любой метод этого этапа основывается на анализе микрофотографии среза пробы контролируемой продукции. Следовательно, прежде чем выполнять анализ фотографии, необходимо распознать текстуру изображения.

Текстуры являются важной характеристикой изображений естественных объектов и важным элементом зрительного восприятия. Машинному анализу текстурных изображений посвящено значительное количе-

ство исследований, существенную часть которых занимает проблема сегментации изображений по текстурным признакам.

Для распознавания текстур металлографических изображений наиболее предпочтительно применение метода случайных марковских полей.

Марковские модели являются мощным средством моделирования распознавания образов. По своей природе марковские модели позволяют учитывать непосредственно пространственно-временные характеристики сигналов, поэтому они получили широкое применение в распознавании изображений.

Введем основные понятия, необходимые для рассмотрения данного метода:

Поле зрения – это произвольное конечное множество. Обозначается символом T . Наиболее часто встречается поле зрения в виде прямоугольного участка двумерной целочисленной решетки:

$$\{(i, j) \mid 0 \leq i < I, 0 \leq j < J\}$$

Пиксель – элемент поля зрения. Элементами поля зрения являются натуральные числа $T = \{1, 2, \dots, m\}$.

Палитра – произвольное конечное множество, как и поле зрения. Обозначается символом $X = \{1, 2, \dots, n\}$.

Цвет – это элементы палитры.

Изображение на поле зрения T с палитрой X – это функция $x_T: T \rightarrow X$, которая каждому пикселю поля зрения ставит в соответствие какой-то цвет из палитры. Сужение этой функции на подмножество поля зрения $\tau \subset T$ обозначается x_τ , а значение функции x_T в пикселе $t \in T$ обозначим как x_t .

Разметка поля зрения T на l сегментов – это функция $k_T: T = \{1, 2, \dots, l\}$

При этом множество $\{1, 2, \dots, l\}$ называется множеством меток и обозначается символом K .

Если на множестве всех изображений $X^T = \{x_T \mid x_T: T \rightarrow X\}$ задана случайная величина N , то эту случайную величину называют случайным полем.

Марковскими называются все случайные поля, распределение вероятностей которых имеет следующий вид:

$$p(x_T) = z \cdot \exp \sum_{t \in T} \varphi_t(x_t) \quad (1)$$

$$z = \frac{1}{\sum_{x_t \in X^T} \exp \sum_{\tau \in \tau} \varphi_{\tau}(x_{\tau})} \quad (2)$$

\mathfrak{S} - структура поля зрення;

φ_{τ} - функції, зависящие от переменных $x_{\tau} = \{x_t | t \in \tau\}$.

В этом методе структурная сегментация изображений рассматривается как частный случай генерирования Марковских случайных полей. При этом цвет каждого пикселя состоит из двух компонент – цвета и метки. При этом неявно предполагается, что структура поля зрення для различных текстур совпадает.

Преимущество модели состоит в том, что разметка и каждая текстура характеризуются своими марковскими случайными полями, не зависящими друг от друга. Это позволяет легко модифицировать распознающую систему. Введение новой текстуры или удаление существующей происходит в рамках модели очень просто. Кроме того, в данной модели легко учитываются априорные знания о разметке.

Каждая модель $\lambda = (A, B, \pi)$ представляет собой набор N состояний $S = \{S_1, S_2, \dots, S_N\}$, между которыми возможны переходы. В каждый момент времени система находится в строго определенном состоянии. В наиболее распространенных марковских моделях первого порядка полагается, что следующее состояние зависит только от текущего состояния.

При переходе в каждое состояние генерируется наблюдаемый символ, который соответствует физическому сигналу с выхода моделируемой системы. Набор символов для каждого состояния – $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\}$, количество символов – M . Выход, генерируемый моделью, может быть также непрерывным. Существуют также модели, в которых набор символов для всех состояний одинаков. Символ в состоянии $q_t = S_j$ в момент времени t генерируются с вероятностью

$$b_j(k) = P[v_{k,t} | q_t = S_j] \quad (3)$$

Набор таких вероятностей составляет матрицу $B = \{b_j(k)\}$.

Матрица $A = \{a_{ij}\}$ определяет вероятность перехода из одного состояния в другое состояние:

$$a_{ij} = P[q_{t+1} = S_j | q_t = S_i], \quad 1 \leq i, j \leq N \quad (4)$$

Считается, что A не зависит от времени. Если из каждого состояния можно достичь любого другого за один переход, то все $a_{ij} > 0$, и модель называется эргодической. Модель имеет также вероятность начальных состояний $\pi = \pi_i$, где $\pi_i = P[q_1 = S_i]$.

Обычно в реальных процессах последовательность состояний является скрытой от наблюдений и остается неизвестной, а известен только выход системы, последовательность наблюдаемых символов $O = O_1 O_2 \dots O_T$.

В распознавании образов скрытые марковские модели применяются следующим образом. Каждому классу i соответствует своя модель λ_i . Распознаваемый образ представляется в виде последовательности наблюдений O . Затем для каждой модели вычисляется вероятность того, что эта последовательность могла быть сгенерирована именно этой моделью. Модель λ_i , получившая наибольшую вероятность, считается наиболее подходящей и образ относится к классу j .

Имея последовательность наблюдений $O = O_1 O_2 \dots O_T$ и настроенную модель $\lambda = (A, B, \pi)$, оценка вероятности $P[O | \lambda]$ генерации этой моделью – это и есть задача распознавания.

$$P[O | \lambda] = \prod_{t=1}^T b_{q_t}(O_t). \quad (5)$$

Задача объяснения состоит в подборке последовательности состояний $Q = q_1 q_2 \dots q_T$, чтобы она была оптимальной, имея последовательность наблюдений $O = O_1 O_2 \dots O_T$ и настроенную модель $\lambda = (A, B, \pi)$. Задача обучения заключается в способе корректировки параметров модели λ для того, чтобы максимизировать вероятность $P[O | \lambda]$.

Первая задача имеет точное аналитическое решение, называемое процедурой прямого-обратного прохода. Две остальные задачи не имеют точного аналитического решения. Для решения второй задачи используется алгоритм Витерби, для третьей

задачи – алгоритм Баума-Вельча. Оба эти метода являются разновидностью градиентного спуска и решаются оптимизационными методами.

На обучающем наборе каждая модель реагирует на изображения-примеры с некоторой вероятностью. Отсортированные таким образом модели образуют исходное ранжирование. Для неизвестного изображения модели также ранжируются по вероятностям отклика на неизвестное изображение. Большая величина отклонения полученного ранжирования от исходного сигнализирует о том, что изображение принадлежит к неизвестному классу.

В ходе работы было выяснено, что на металлургических предприятиях Донбасса для определения размера зерна применяется только один метод из четырех основных, описанных в ГОСТе 5639-82. Это метод визуального сравнения с эталонами шкал. Величину зерна определяют визуально при увеличении 100х. После просмотра всей площади шлифа выбирают несколько типичных мест и сравнивают их с эталонами.

Этот метод не только не обладает достаточной точностью результата, но и значительно усложняет процесс всего металлографического анализа.

Существуют методы, комплексное применение которых позволяет свести погрешности анализа до минимума. Среди них:

1. Метод подсчета количества зерен, приходящихся на единицу поверхности шлифа, с определением среднего диаметра и средней площади зерна. Этот метод заключается в определении количества зерен на единице поверхности шлифа (1 мм^2) и расчете средней площади и среднего диаметра зерна. Подсчет зерен проводится на микрофотографии в поле зрения, ограниченном окружностью диаметром 79,8 мм, что соответствует $0,5 \text{ мм}^2$ поверхности шлифа при увеличении 100х.

Зависимость средней площади сечения зерна от номера зерна приведена на рисунке 2. Зависимость числа зерен на площади 1 мм^2 от номера зерна приведена на рисунке 3. Зависимость среднего диаметра зерна от номера зерна приведена на рисунке 4.

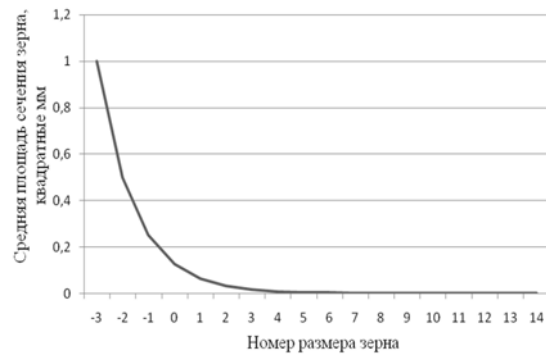


Рис. 2. Зависимость средней площади сечения зерна от его номера

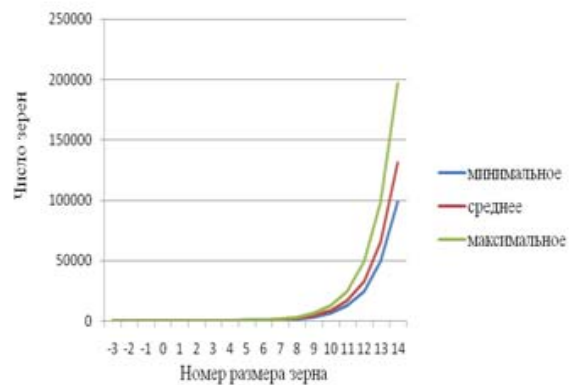


Рис. 3. Зависимость числа зерен на площади 1 мм^2 от номера зерна

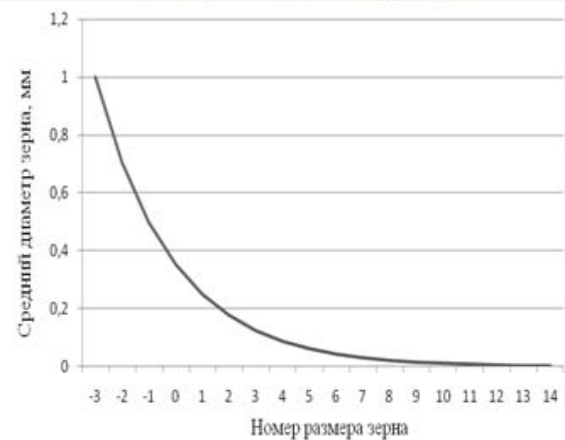


Рис. 4. Зависимость среднего диаметра зерна от его номера

2. Метод подсчета пересечений границ зерен отрезками прямых с определением среднего условного диаметра в случае равноосных зерен, количества зерен в 1 мм^2 в случае неравноосных зерен. Метод состоит в подсчете зерен, пересеченных отрезком прямой, и определении среднего условного диаметра (в случае равноосных зерен) или количества зерен в 1 мм^2 (в случае неравноосных зерен). Подсчет пересечений в обоих случаях производится на микрофотографи-

ях, на которых проводят несколько отрезков произвольной длины. Длину отрезков выбирают с таким расчетом, чтобы каждый из них пересекал не менее 10 зерен, при этом увеличение подбирают так, чтобы на исследуемой поверхности было не менее 50 зерен. Подсчитываются точки пересечений отрезков прямых линий с границами зерен. Зерна на концах прямой, не пересеченные ею целиком, принимают за одно зерно.

Зависимость среднего числа пересеченных зерен от номера размера зерна показана на рис. 5.



Рис. 5. Зависимость среднего числа пересеченных зерен от номера размера зерна

3. Метод измерения длин хорд с использованием микрофотографий с определением относительной доли зерен определенного размера. Метод основан на замере линейных размеров отрезков – хорд, отсекаемых в зернах прямыми линиями, и применяется для определения величины зерна в разноразмерной структуре. Замер длин хорд проводится на микрофотографии. При этом 100 мм при увеличении $\times 100$ соответствует длине 0,8 мм или 1 мм на шлифе. Замер проводят не менее чем в пяти наиболее типичных полях зрения, при этом в каждом поле зрения про-

водят не менее трех прямых в произвольных направлениях. Значения длин хорд относят к определенной размерной группе.

Выводы. При анализе изображений важной их характеристикой служит текстура, которая присутствует во всех изображениях. Но, несмотря на это, концепция текстуры не очень хорошо определяется и понимается даже сегодня.

Метод распознавания изображений был выбран на основе следующих преимуществ:

- математическая структура скрытых марковских моделей очень богата и позволяет решать математические проблемы различных областей науки;
- грамотно спроектированная марковская модель дает на практике хорошие результаты работы;
- преимущество модели состоит в том, что разметка и каждая текстура характеризуется своими марковскими случайными полями, не зависящими друг от друга. Это позволяет легко модифицировать распознающую систему.

Наиболее важной проблемой в анализе и классификации изображения на сегодняшний день является классификация текстур, которые расположены под различными углами и в разном масштабе. Эту проблему предложено решить с помощью разновидностей марковских моделей.

Также в статье обосновывается необходимость разработки данной автоматизированной системы, несмотря на существование программных пакетов, которые решают проблему распознавания металлографических изображений.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Меркулова Е. В. Методы обработки изображений УЗИ в специализированной компьютерной системе «ЭКО» / Меркулова Е. В., Панкова А. В. // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія : Обчислювальна техніка та автоматизація : всеукр. наук. зб. – Донецьк, 2008. – Вип. 14(129). – С. 132-139.
2. Меркулова Е. В. Создание алгоритмов построения трехмерной воксельной модели на основании результатов СКТ / Меркулова Е. В., Адамов В. Г., Кондратов В. И. // Сборник научных трудов Sworld / гл. ред. Куприенко С. В. – Иваново, 2015. – Вып. 1, т. 2. – С. 72-79. – (Международное научное издание).
3. Петюшко А. А. О марковских случайных полях и их связи с цепями Маркова / Петюшко А. А. // Интеллектуальные системы. – 2010. – Том 14, № 1-4. – С. 225-236.
4. Цифровая обработка изображений в информационных системах : учеб. / И. С. Грузман, В. С. Киричук, В. П. Косых, Г. И. Перетягин, А. А. Спектор. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2002. – 352 с. – (Учебники НГТУ).
5. Пластинин А. И. Модель марковского случайного поля в задачах синтеза и анализа текстурных изображений /

- Пластинин А. И., Куприянов А. В. // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2008. – № 2(15). – С 252-256.
6. Пластинин А. И. Обнаружение текстурных неоднородностей на микромасштабных изображениях материалов / Пластинин А. И., Храмов А. Г., Сойфер В. А. // Компьютерная оптика. – 2011. – Т. 35, № 2. – С. 158-165.
 7. Pratt W. K. *Introduction to Digital Image Processing* / W. K. Pratt. – Hoboken : CRC Press, 2013. – 750 p.
 8. Стали и сплавы. Методы выявления и определения величины зерна : ГОСТ 5639–82. – Введ. 1983–01–01. – Москва : Гос. стандарт СССР, 1982. – 38 с.– Режим доступа: <http://vsegost.com/Catalog/30/30103.shtml>.
 9. Сегментация изображения // *Bo_bda*. – 2011. – 24 сентября. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/post/128768/>.
 10. Оператор Кэнни // Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Оператор_Кэнни.
 11. Kindermann R. *Markov random fields and their applications* / Ross Kindermann, J. Laurie Snell. – United States : American Mathematical Society, 1980. – 142 p. – (Contemporary Mathematics. Vol. 1).
 12. Moussouris J. *Gibbs and markov random systems with constraints* / Moussouris John // *Journal of Statistical Physics*. – 1974. – Vol. 10, № 1. –С. 11-33.
 13. Rue H. *Gaussian markov random fields: theory and applications* / H. Rue, L. Held. – 1st ed. – Boca Raton ; London ; New York ; Singapore : CRC Press, 2005. – 263 p. – (Monographs on Statistics & Applied Probability. 104).

REFERENCES

1. Merkulova E.V. and Pankova A.V. *Metody obrabotki izobrazheniy UZI v spetsializirovannoy komp'yuternoy sisteme «EKO»* [Methods of processing of imaging USE in a specialized computer system "ECO"]. *Naukovi pratsi Donetskogo natsionalnogo tekhnichnogo universitetu. Seriya: Obchislivvalna tekhnika ta avtomatizatsiya* [Proceedings of DNTU. Series: Computing technics and automatization]. Donetsk, 2008, iss. 14(129), pp. 132-139. (in Russia).
2. Merkulova E.V., Adamov V.G. and Kondratov V.I. *Sozdanie algoritmov postroeniya trekhmernoy voksel'noy modeli na osnovanii rezul'tatov SKT* [Creation of algorithms of construction of a three-dimensional voxel model based on the results of SCT]. *Sbornik nauchnykh trudov Sworld* [Collection of scientific papers Sworld]. Ivanovo, 2015, iss. 1, vol. 2, pp. 72-79. (in Russia).
3. Petyushko A.A. *O markovskikh sluchaynykh polyakh i ikh svyazi s tsepyami Markova* [On Markov random fields and their connection with Markov chains]. *Intellektual'nye sistemy* [Intellectual systems]. 2010, vol. 14, no. 1/4, pp. 225-236. (in Russia).
4. Gruzman I.S., Kirichuk V.S., Kosykh V.P., Peretyagin G.I. and Spektor A.A. *Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy v informatsionnykh sistemakh* [Digital images processing in information systems]. Novosibirsk: Izd-vo NGTU, 2002, 352 p. (in Russia).
5. Plastinin A.I. and Kupriyanov A.V. *Model' markovskogo sluchaynogo polya v zadachakh sinteza i analiza teksturnykh izobrazheniy* [Model of Markov random fields in problems of the synthesis and analysis of texture images]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta* [Bulletin of SSAU]. 2008, no. 2(15), pp. 252-256. (in Russia).
6. Plastinin A.I., Khramov A.G. and Soyfer V.A. *Obnaruzhenie teksturnykh neodnorodnostey na mikromashtabnykh izobrazheniyakh materialov* [Detection of texture heterogeneity on the microscale images of materials]. *Komp'yuternaya optika* [Computing optics]. 2011, vol. 35, no. 2, pp. 158-165. (in Russia).
7. Pratt W. K. *Introduction to Digital Image Processing*. Hoboken: CRC Press, 2013, 750 p.
8. *Stali i splavy. Metody vyyavleniya i opredeleniya velichiny zerna: GOS 5639–82* [Steel and Alloys. Methods of detection and determination of grain size: State standart 5639-82]. Moscow: Gos. standart SSSR, 1982, 38 p. Available at: <http://vsegost.com/Catalog/30/30103.shtml> (in Russia).
9. *Segmentatsiya izobrazheniya* [Image segmentation]. *Bo_bda*. 2011, 24 September. Available at: <http://habrahabr.ru/post/128768/>.
10. *Operator Kenni. Vikipediya. Svobodnaya entsiklopediya* [Wikipedia. Free Encyclopedia]. Available at: http://ru.wikipedia.org/wiki/Operator_Kenni.
11. Kindermann R. and Snell J. *Laurie Markov random fields and their applications*. United States: American Mathematical Society, 1980, 142 p.
12. Moussouris J. *Gibbs and markov random systems with constraints*. *Journal of Statistical Physics*. 1974, vol. 10, no. 1, pp. 11-33.
13. Rue H. and Held L. *Gaussian markov random fields: theory and applications*. London, New York, Singapore: CRC Press, 2005, 263 p.

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

Надійшла до редколегії: 13.08.2015 р. Прийнята до друку: 26.09.2015 р.

УДК 624.15.04

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНО-НЕПРУЖНИХ КОНТАКТНИХ ЗАДАЧ

ТИМЧЕНКО Р. О.^{1*} д. т. н., проф.,
КРИШКО Д. А.^{2*}, к. т. н., ст. викл.,
БОГАТИНСЬКИЙ А. В.^{3*}, асп.,
САВЕНКО В. В.^{4*}, інж.

^{1*} Кафедра архітектури та містобудування, Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», вул. XXII Партз'їзду, 11, 50027, Кривий Ріг, Україна, тел. +38 (0564) 71-95-98, e-mail: radomirtimchenko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0684-7013

^{2*} Кафедра архітектури та містобудування, Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», вул. XXII Партз'їзду, 11, 50027, Кривий Ріг, Україна, тел. +38 (0564) 71-95-98, e-mail: dak_sf@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5853-8581

^{3*} Кафедра архітектури та містобудування, Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет», вул. XXII Партз'їзду, 11, 50027, Кривий Ріг, Україна, тел. +38 (096) 326-76-81, e-mail: tioma432@e-mail.ua, ORCID ID: 0000-000-3423-3577

^{4*} ТОВ «НДПІ БУДТЕХЕКСПЕРТИЗА», вул. Димитрова, 31/1, 50027, Кривий Ріг, Україна, тел. . +38 (097) 730-56-30, e-mail: sav_vov1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0679-8909

Анотація. *Постановка проблеми.* Розрахунок споруд, які не сприймають нерівномірні деформації, зводиться в загальному вигляді до визначення осідань фундаменту та розрахунку на міцність та стійкість елементів їх конструкцій. В таких розрахунках не звертають увагу на деформування споруди спільно з основою як єдиної системи. Зовсім інша картина спостерігається у випадку розрахунку споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Основою таких споруд є ґрунти, що нерівномірно стискаються чи сприймають переміщення земної поверхні, викликані механічними або фізичними процесами у земній корі. Розрахунок конструкцій таких споруд неможливий без урахування взаємного впливу споруди та основи. Одним із найважливіших розрахункових параметрів, що входять у рівняння, яке описує спільне деформування системи «основа – фундамент – надфундаментна споруда» під час розрахунку конструкцій в складних інженерно-геологічних умовах, є коефіцієнт жорсткості основи. **Мета статті.** Визначити особливості розрахунку фундаментів із саморегульовальними властивостями в умовах нерівномірно-деформованої основи методом змінного коефіцієнту жорсткості. **Висновок.** Аналіз сучасних методів розрахунку конструкцій з урахуванням деформаційних властивостей ґрунту показав, що для розв'язання задачі взаємодії основи та фундаментів в умовах підроблюваних територій найдоцільніше застосування математичного моделювання: методу змінних коефіцієнтів жорсткості основи у відомих трактуваннях. Крім того, слід урахувувати зниження значень коефіцієнтів жорсткості залежно від величин відносних горизонтальних деформацій розтягу в напрямку простягання пластів та перпендикулярно до них. Використання для розрахунку конструкцій у складних інженерно-геологічних умовах діаграм, що описують нелінійно-непружні властивості ґрунту, зумовлює зниження узагальнених зусиль від 20-30 % до 50 % і більше порівняно з пружним розрахунком, залежно від жорсткості системи «основа – фундамент – надфундаментна споруда» та умов контакту основи та фундаменту.

Ключові слова: *нерівномірно деформована основа, метод змінного коефіцієнта жорсткості, діаграми деформування, нелінійно-непружна взаємодія*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНО-НЕУПРУГИХ КОНТАКТНЫХ ЗАДАЧ

ТИМЧЕНКО Р. А.^{1*}, д. т. н., проф.,
КРИШКО Д. А.^{2*}, к. т. н., ст. преп.,
БОГАТЫНСКИЙ А. В.^{3*}, асп.,
САВЕНКО В. В.^{4*}, инж.

^{1*} Кафедра архитектуры и градостроительства, Государственное высшее учебное заведение «Криворожский национальный университет», ул. XXII Партсъезда, 11, 50027, Кривой Рог, Украина, тел. +38 (0564) 71-95-98, e-mail: radomirtimchenko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0684-7013

^{2*} Кафедра архитектуры и градостроительства, Государственное высшее учебное заведение «Криворожский национальный университет», ул. XXII Партсъезда, 11, 50027, Кривой Рог, Украина, тел. +38 (0564) 71-95-98, e-mail: dak_sf@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5853-8581

^{3*} Кафедра архитектуры и градостроительства, Государственное высшее учебное заведение «Криворожский национальный университет», ул. XXII Партсъезда, 11, 50027, Кривой Рог, Украина, тел. +38 (096) 326-76-81, e-mail: tioma432@e-mail.ua, ORCID ID: 0000-000-3423-3577

^{4*} ООО "НДПИ БУДТЕХЭКСПЕРТИЗА", ул. Димитрова, 31/1, 50027, Кривой Рог, Украина, тел. . +38 (097) 730-56-30, e-mail: sav_vov1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0679-890950027

Аннотация. Постановка проблемы. Расчёт сооружений, которые не воспринимают неравномерные деформации, сводится в общем виде к определению оседания фундамента и расчёта на прочность и устойчивость элементов их конструкций. В таких расчётах не обращают внимания на деформирование сооружения совместно с основанием как единой системы. Совсем другая картина наблюдается при расчёте сооружения в сложных инженерно-геологических условиях. Основанием таких сооружений являются грунты, которые неравномерно сжимаются или испытывают перемещения земной поверхности, вызванные механическими или физическими процессами в земной коре. Расчёт конструкций таких сооружений невозможен без учёта взаимного влияния сооружения и основания. Одним из самых важных расчётных параметров, входящих в уравнение, которое описывает совместное деформирование системы «основание – фундамент – надфундаментное сооружение» при расчёте конструкций в сложных инженерно-геологических условиях, есть коэффициент жесткости основания. **Цель статьи.** Определить особенности расчёта фундаментов с саморегулирующими свойствами в условиях неравномерно-деформируемого основания методом переменного коэффициента жесткости. **Вывод.** Анализ современных методов расчёта конструкций с учётом деформационных свойств грунта показал, что для решения задачи взаимодействия основания и фундамента в условиях подрабатываемых территорий целесообразно использование математического моделирования: метода переменного коэффициента жесткости основания. Кроме того, следует учитывать понижение значений коэффициентов жесткости основания в зависимости от величины относительных горизонтальных деформаций растяжения в направлении простирающихся пластов или же перпендикулярно им. Использование для расчёта конструкций в сложных инженерно-геологических условиях диаграмм, которые описывают нелинейно-неупругие свойства грунта, приводит к уменьшению обобщенных усилий от 20-30 % до 50 % и более в сравнении с упругим расчётом, в зависимости от жесткости системы «основание – фундамент – надфундаментное строение» и условий контакта основания и фундамента.

Ключевые слова: *неравномерно деформированное основание, метод переменного коэффициента жесткости, диаграммы деформирования, нелинейно-неупругое взаимодействие*

MATHEMATIC MODEELING OF NONLINEAR-INELASTIC BASE-FOUNDATION CONTACT PROBLEM

TIMCHENKO R. O. ^{1*}, *Dr.Sci.Tech, Prof.*,

KRISHKO D. A. ^{2*}, *Ph.D., senior lect.*,

BOGATYNSKIY A. V. ^{3*}, *PhD student*,

SAVENKO V.O. ^{4*}, *eng.*

^{1*} Department of architecture and urban planning, State higher educational institution «Kryvyi Rih National University», str. XXII-th party Congress, 11, 50027, Kryvyi Rih, Ukraine, phone +38 (0564) 71-95-98, e-mail: radomirtimchenko@mail.ru, ORCID ID: 0000-0002-0684-7013

^{2*} Department of architecture and urban planning, State higher educational institution «Kryvyi Rih National University», str. XXII-th party Congress, 11, 50027, Kryvyi Rih, Ukraine, phone +38 (0564) 71-95-98, e-mail: dak_sf@mail.ru, ORCID ID: 0000-0001-5853-8581

^{3*} Department of architecture and urban planning, State higher educational institution «Kryvyi Rih National University», str. XXII-th party Congress, 11, 50027, Kryvyi Rih, Ukraine, phone +38 (096) 326-76-81, e-mail: tioma432@e-mail.ua, ORCID ID: 0000-000-3423-3577

^{4*} SRIDS «BUDTEHEKSPERTYZA», str. Dimitrova, 31/1, 50027, Kryvyi Rih, Ukraine, phone . +38 (097) 730-56-30, e-mail: sav_vov1@mail.ru, ORCID ID: 0000-0003-0679-8909

Abstract. Raising of problem. Calculation of buildings, that isn't carrying non-uniform deformation, is going to definition of foundation displacement and calculation of their elements hardness and sustainability. In that case we don't pay attention on building and base cooperative deformations. Another view we can see in case of building calculation with hard geological conditions. Base of such buildings is uneven compressible soils or displacement carrying soil. Calculation of these constructions is impossible without building and base mutual influence consideration. One of the most important calculation parameters in cooperative deformation equations is base stiffness factor. **Purpose.** Purpose is to define peculiar properties of self-regulation foundation calculation in case of non-uniform base deformation by the variable base stiffness factor. **Conclusion.** Analysis of modern construction calculation methods with deformation soil properties demonstrated that variable base stiffness factor method employment is the most reasonable for solution of undermined base and foundation interaction problem. Besides, we need to take into account variable base stiffness factor decrease depended on relative horizontal extension deformation value. Nonlinear-inelastic soil diagram application for calculation of construction with hard geological conditions lead to main deformation 50% decrease compared with elastic calculation depended on "base – foundation – building" structure stiffness.

Key words: *non-uniform base deformation, variable base stiffness factor method, deformation diagram, nonlinear-inelastic interaction*

Постановка проблеми. Розрахунок споруд, які не сприймають нерівномірні деформації, зводиться в загальному вигляді

до визначення осідань фундаменту та розрахунок на міцність та стійкість елементів їх конструкцій. В таких розрахунках не звер-

тають уваги на деформування споруди спільно з основою як єдиної системи.

Зовсім інша картина спостерігається у разі розрахунку споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Основою таких споруд є ґрунти, що нерівномірно стискаються, чи сприймають переміщення земної поверхні, викликані механічними або фізичними процесами у земній корі. Розрахунок конструкцій таких споруд неможливий без урахування взаємного впливу споруди та основи.

Одним із найважливіших розрахункових параметрів, що входять у рівняння, яке описує спільне деформування системи «основа – фундамент – надфундаментна споруда» в процесі розрахунку конструкцій в складних інженерно-геологічних умовах, є коефіцієнт жорсткості основи.

Аналіз публікацій. Можливість урахування нерівномірності та неоднорідності нашарувань ґрунтів, а також вимушеного зсуву земної поверхні внаслідок хімічних, фізичних та механічних процесів, що відбуваються в земній корі (наприклад, від підроблювання), з'явилася з уведенням у практику розрахунку конструкцій на нерівномірно-деформованій основі методу змінного коефіцієнта жорсткості основи [2; 3].

Мета статті. Визначити особливості розрахунку фундаментів з саморегулювальними властивостями в умовах нерівномірно-деформованої основи методом змінного коефіцієнта жорсткості.

Викладення матеріалу. Коефіцієнт жорсткості основи характеризується [1] як розрахункова величина, яка є сукупністю факторів, що описують деформування системи, а не тільки вказує на фізичні особливості ґрунту. Коефіцієнт жорсткості основи являє собою інтегральну характеристику деформування системи «основа – фундамент – надфундаментна споруда», що залежить не тільки від контактних умов, форми та площі фундаменту, характеру ґрунтових нашарувань, специфічних властивостей ґрунту, а й від жорсткості даної фундаментної конструкції та виду прикладеного навантаження [4-7].

Коефіцієнти жорсткості, що характеризують опір поверхні ґрунту стиску на різноманітних точках основи, визначаються за формулою:

$$K = p / S, \quad (1)$$

де p – тиск, прикладений до поверхні основи; S – переміщення поверхні основи.

В умовах значної неоднорідності ґрунтів та у разі зсуву земної поверхні виникає навантаження, яке на окремих ділянках основи суттєво відрізняється від середнього тиску. В такому випадку необхідно знати значення коефіцієнта жорсткості за різних навантажень. В умовах довготривалих навантажень необхідне також значення коефіцієнта жорсткості для різних моментів часу. Таким чином, коефіцієнти жорсткості визначаються виходячи з очікуваних осідань основи під навантаженням.

Застосування в розрахунках методу змінного коефіцієнта жорсткості основи пов'язане не тільки з труднощами визначення вірогідного закону його зміни в плані системи «основа – фундамент – надфундаментна споруда», що розраховується, а й з труднощами обчислювального характеру. Навіть у разі розрахунку найпростішої системи «балка – неоднорідна основа» при змінних коефіцієнтах диференційного рівняння вигину осі балки в загальному випадку застосовуються числові методи інтегрування. З практики розрахунку відомо, що кількість вузлів інтегрування такого виду рівнянь, як правило, прямо пропорційно впливає на точність розрахунку (мається на увазі більш точне знаходження функції вигинів та її похідних).

Очевидно, що чим точніше фізична або математична модель відображає розглядуване явище, тим точніше збігаються результати розрахунку та дійсність. Задання зміни коефіцієнта жорсткості основи в плані споруди, яка розраховується, у вигляді аналітичної залежності не завжди відповідає дійсності і є наслідком неможливості отримання розв'язку рівняння з випадково заданими коефіцієнтами в аналітичному вигляді.

Таким чином, вірогідне визначення значень коефіцієнтів жорсткості основи за його нерівномірних деформацій - одна з найважливіших передумов, що впливають на якість розрахунку системи «основа – фундамент – надфундаментна споруда».

У випадку будівництва та експлуатації споруд на нерівномірно стисливих та осідаючих основах виникають області контакту, в яких реактивний тиск під фундаментом значно перевищує розрахунковий опір основи. В цих зонах виникає пластична течія ґрунту, яка зумовлює нелінійний зв'язок між напруженнями та деформаціями стиску.

Специфіка розрахунку, що дозволяє найбільш економічно спроектувати споруду в складних інженерно-геологічних умовах, нерозривно пов'язана з правильним описом нелінійно-непружних властивостей основи. Найпростіший опис поведінки ґрунту під час навантаження та розвантаження наведено у вигляді діаграми деформування (рис. 1).

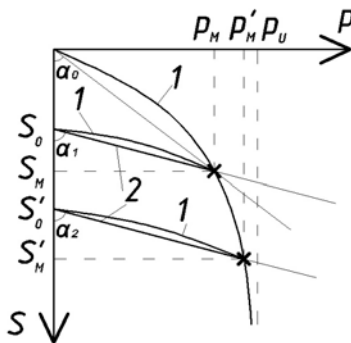


Рис. 1. Діаграма деформування основи:
1 – гілка навантаження; 2 – гілка розвантаження

Нелінійна діаграма деформування основи та її розвантажна гілка слугують вихідними передумовами для визначення значень коефіцієнтів жорсткості основи. При цьому коефіцієнт жорсткості визначається після знаходження розрахункового опору основи за нормативним документом [4] та осідання фундаменту при цьому розрахунковому опорі.

$$K_1 = R / S_R. \quad (2)$$

Для гілки розвантаження коефіцієнт жорсткості, відповідно до (2), визначається як:

$$K_2 = R \cdot \operatorname{tg} \alpha / P_M. \quad (3)$$

Трактування нелінійно-непружних властивостей основи та описання їх за допомогою діаграм деформування, а також підхід до використання цих діаграм у розрахунках різних учених значно відрізняються.

Найширші можливості використання коефіцієнта змінної жорсткості (а саме за гіперболічною залежністю) для розрахунку будівель на підроблюваних територіях розкриті С. М. Клепиковим, О. О. Петраковим та Р. О. Тімченко [2; 8; 9; 10]. При цьому тиск на нелінійній ділянці згідно з [2] визначається як:

$$P = P_u \cdot S / (P_u / K + S), \quad (4)$$

де P_u – граничний опір основи, що визначається згідно з нормативами;

K – початковий коефіцієнт жорсткості:

$$K = K_1 \cdot P_u / (P_u - R). \quad (5)$$

Диференціальне рівняння вигину осі фундаменту зі змінною згинною та зсувною жорсткістю за допомогою методу скінченних різниць зводиться до системи лінійних алгебраїчних рівнянь. Оскільки під час розв'язання задачі враховується різна поведінка ґрунту при навантаженні та розвантаженні, а також можливість втрати контакту фундаменту з основою, дана задача розв'язується ітераційно [11].

Для фундаментів з не плоскою контактною поверхнею діаграма деформування основи має більш складний характер.

Розглянемо запропонований авторами фундамент (рис. 2), призначений для роботи в умовах нерівномірно-деформованої основи.

Його робота базується на теорії переривчастих фундаментів [12]. Перевагою його є виникнення аркового ефекту між опорними ділянками плити, під вкладеннями з низько модульного матеріалу 1.

Діаграма деформування основи для фундаменту на рисунку 2 зображена на рисунку 3. На відміну від діаграми на рисунку 1, графік осідань має не плавний, а ступеневий вигляд. Це пояснюється тим, що на ділянці від S_1 до S_2 відбувається саморегуляція фундаменту за рахунок деформації низькомодульного матеріалу.

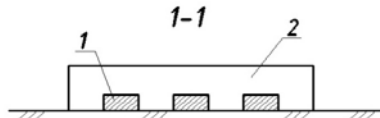
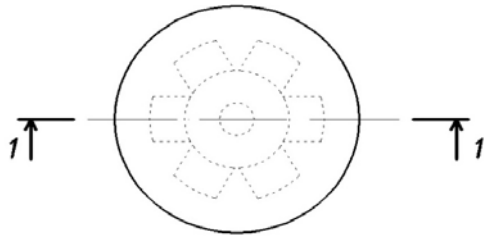


Рис. 2. Кругла фундаментна плита, призначена для нерівномірно-деформованих основ:

1 – вкладення з низькомодульного матеріалу;
2 – фундаментна плита

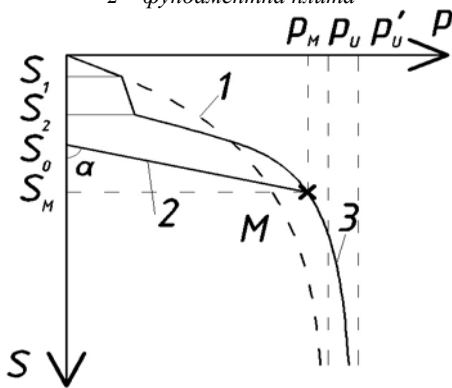


Рис. 3. Діаграма деформування основи під фундаментом із саморегулювальними властивостями.

1 – графік деформування фундаменту того ж розміру, але з плоскою контактною поверхнею; 2 – гілка розвантаження; 3 – гілка навантаження

Для опису такого графіка функція (4) не годиться. Замість неї необхідно використовувати такі вирази:

$$P(S) = Pu \cdot S / (Pu / K + S); \quad (6)$$

$$P'(S) = (Pu - P(S)) / (Pu / K + S) \quad (7)$$

при $S > S_2$;

$$P(S) = Pu S_1 / (Pu / K + S_1); \quad (8)$$

$$P'(S) = (Pu - P(S)) / (Pu / K + S_1) \quad (9)$$

при $S_2 > S \geq S_1$

$$\text{та } P(S) = Pu \bar{S} / (Pu / K + \bar{S}) \quad (10)$$

$$P'(S) = (Pu - P(\bar{S})) / (Pu / K + \bar{S}) \quad (11)$$

при $S < S_1$,

де P'_u – граничний опір основи під фундаментом з ефектом саморегуляції;
 $\bar{S} = S - (S_2 - S_1)$.

Висновок. Аналіз сучасних методів розрахунку конструкцій з урахуванням деформаційних властивостей ґрунту показав, що для розв'язання задачі взаємодії основи та фундаментів в умовах підроблювальних територій найдоцільніше застосування математичного моделювання: методу змінних коефіцієнтів жорсткості основи у трактуванні Клепикова, Петракова, Тімченка. Крім того, слід урахувувати зниження значень коефіцієнтів жорсткості залежно від величин відносних горизонтальних деформацій розтягу в напрямку простягання пластів та перпендикулярно до них.

Використання для розрахунку конструкцій у складних інженерно-геологічних умовах діаграм, що описують нелінійно-непружні властивості ґрунту, зумовлює зниження узагальнених зусиль від 20-30 % до 50 % і більше порівняно з пружним розрахунком, залежно від жорсткості системи «основа – фундамент – надфундаментна споруда» та умов контакту основи та фундаменту.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Герсеванов Н. М. К вопросу о коэффициенте постели для расчета фундаментов и оснований / Н. М. Герсеванов // Проект и стандарт. – 1935. – № 10. – С. 27-28.
2. Клепиков С. Н. Расчет конструкций на деформируемом основании / С. Н. Клепиков. – Киев : НИИСК, 1996. – 204 с.
3. Крутов В. И. Основания и фундаменты на просадочных грунтах / В. И. Крутов. – Киев : Будівельник, 1982. – 224 с.
4. Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування : ДБН В.2.1-10-2009. – Введ. вперше зі скасуванням на території України СНиП 2.02.01-83 ; чинні від 2009-07-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 107 с. – (Державні будівельні норми України).
5. Захист від небезпечних геологічних процесів. Будинки і споруди на підроблюваних територіях і просідних грунтах : ДБН В.1.1.-5-2000. – Введ. з 2000-07-01. – Вид. офіц. – Київ, 2000. – Ч. 1 : Будинки і споруди на підроблюваних територіях). – 70 с. ; Ч. 2 : Будинки і споруди на просідаючих грунтах. – 89 с. – (Державні будіве-

льні норми України).

6. Методические рекомендации по учету нелинейных свойств основания при расчете конструкций по реальным диаграммам деформирования грунта / С. Н. Клепиков, Ф. Н. Бородачева, А. В. Машкин, О. М. Романов, Я. И. Червинский, В. Е. Макиенко. – Киев : НИИСК Госстроя СССР, 1985. – 60 с.
7. Руководство по проектированию плитных фундаментов каркасных зданий и сооружений башенного типа / Науч.-исслед. ин-т основания и подзем. сооружений им. Н.М. Герсеванова. – Москва : Стройиздат, 1984. – 263 с.
8. Петраков А. А. Исследование кренов жестких плитных фундаментов / А. А. Петраков, Н. А. Петракова // Будівельні конструкції : міжвідом. наук.-техн. зб. / Н.-д. ін-т буд. конструкцій (НДІБК). – Київ, 2011. – Вип. 75, кн. 1. – С. 470-477.
9. Тимченко Р. А. Применение программ МКЭ для моделирования работы системы „основание – инженерное сооружение“ в условиях неравномерных деформаций основания / Р. А. Тимченко // Вісник Криворізького технічного університету : зб. наук. пр. / ред. Ю. Г. Вілкул. – Кривий Ріг, 2008. – Вип. 21. – С. 113-116.
10. Тимченко Р. А. Вопросы геотехнических исследований для плитных фундаментов высотных зданий и сооружений / Р. А. Тимченко // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2006. – № 4. – С. 53-58.
11. Руководство по проектированию зданий и сооружений на подрабатываемых территориях. Ч. 3 : Башенные, транспортные и заглубленные сооружения, трубопроводы / Донецкий ПромстройНИИпроект Госстроя СССР, Науч.-исслед. ин-т стройконструкций Госстроя СССР. – Москва : Стройиздат, 1986. – 225 с.
12. Фидаров М. И. Проектирование и возведение прерывистых фундаментов / М. И. Фидаров. – Москва : Стройиздат, 1986. – 157 с.

REFERENCES

1. Gersevanov N.M. *K voprosu o koeffitsiente posteli dlya rascheta fundamentov i osnovaniy* [On the items about rigidity coefficient of elastic foundation for a variety of soils for the calculation of bases]. *Proekt i standar* [Project and standard]. 1935, no. 10, pp. 27-28. (in Russian).
2. Klepikov S.N. *Raschet konstruksiy na deformiruemom osnovanii* [Structural analysis on the basis of a deformed]. Kiev: NIISK, 1996, 204 p. (in Russian).
3. Krutov V.I. *Osnovaniya i fundamenti na prosadochnykh gruntakh* [Foundations on subsiding soils]. Kiev: Budivel'nyk, 1982, 224 p.
4. *Ob'ekty budyvnytstva ta proyislova produktsiia budivelnogo pryznachennia. Osnovy ta fundamenti budynkiv i sporud. Osnovy ta fundamenti sporud. Osnovni polozhennia proektuvannia : DBN V.2.1-10-2009.* [Objects of construction and industrial products for construction purposes. Bases and foundations of buildings and structures. Bases and foundations of buildings. The main provisions of the design: SCN V.2.1-10-2009.]. Kiev: Minregionbud Ukraine, 2009, 107 p.
5. *Zakhyst vid nebezpechnykh geologichnykh protsesiv. Budynky i sporudy na pidroblivanykh teritoriiakh i prosidnykh gruntakh: DBN V.1.1.-5-2000. Ch. 1: Budynky i sporudy na pidroblivanykh teritoriiakh). Ch. 2: Budynky i sporudy na prosidaiuchykh gruntakh* [Protection from dangerous geological processes. Buildings and structures on undermined territories and subsiding soils: SCN V.1.1.-5-2000. Kiev, 2000.
6. Klepikov S.N., Borodacheva F.N., Mashkin A.N., Romanov O.M., Chervinskiy Ya.I. and Makienko V.E. *Metodicheskie rekomendatsii pouchetu nelineynykh svoystv osnovaniya pri raschete konstruksiy po real'nykh diagrammam deformirovaniya grunta* [Guidelines for the accounting of non-linear properties of the base of the calculation of the real designs of soil deformation diagrams]. Kiev: NIISK Gosstroya SSSR, 1985, 60 p.
7. Nauch.-issled. in-t osnovaniya i podzem. sooruzheniy im. N.M. Gersevanova. *Rukovodstvo po proektirovaniyu plitnykh fundamentov karkasnykh zdaniy i sooruzheniy bashennogo tipa* [Guideon design of slab foundation frame and buildings of tower type]. Moscow: Stroyizdat, 1984, 263 p.
8. Petrakov A.A. and Petrakova N.A. *Issledovanie krenov zhestkikh plitnykh fundamentov* [Study of hard rolls block foundations]. *Budivel'ni konstruksii* [Buiding constructions]. Kiev, 2011, no. 75, vol. 1, pp. 470-477.
9. Timchenko R.A. *Primenenie programm MKE dlya modelirovaniya raboty sistemy „osnovanie – inzhenernoe sooruzhenie“ v usloviyakh neravnomernykh deformatsiy osnovaniya* [Application of FEM programs for the modeling of the system "foundation - engineering construction" in conditions of an uneven formations of the base]. *Visnyk Krivoriz'kogo tekhnichnogo universitetu* [Bulletin of Krivorizskyi technical university]. Krivoy Rog, 2008, no. 21, pp. 113-116.
10. Timchenko R.A. *Voprosy geotekhnicheskikh issledovaniy dlya plitnykh fundamentov vysotnykh zdaniy i sooruzheniy* [Items of geotechnical studies forth eslab foundation of high-rise buildings]. *Visnyk Prydniprovsk'koi derzhavnoi akademii budyvnytstva ta arkhitektury* [Bulletin of Prydniprovsk'ka state academy civil engineering and architecture]. Dnepropetrovsk, 2006, no. 4, pp. 53-58.
11. Donetskii Promstroy NIIproekt Gosstroya SSSR and Nauch.-issled. in-t stroykonstruksiy Gosstroya SSSR. *Rukovodstvo po proektirovaniyu zdaniy i sooruzheniy na podrabatyvaemykh territoriyakh. Ch. 3* [Guidelines for the design of buildings and structures on undermined territories. Part 3]. Moscow: Stroyizdat, 1986, 225 p.
12. Fidarov M.I. *Proektirovanie i vozvedenie preryvistykh fundamentov* [Design and construction of the intermittent foundation]. Moscow: Stroyizdat, 1986, 157 p.

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

Надійшла до редколегії: 27.05.2015 р. Прийнята до друку: 29.05.2015 р.

АРХІТЕКТУРА

УДК 72.01.013

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ПРИНЦИПІВ І МЕТОДІВ СИМВОЛІЧНОГО ПІДХОДУ У МІСТОБУДІВНОМУ ПРОЕКТУВАННІ

БУЛАХ І. В.,¹ *асист.*

¹ Кафедра Дизайну архітектурного середовища, Київський національний університет будівництва та архітектури, пр. Повітрофлотський, 31, 03680, Київ, Україна, тел. +38 (067) 9103631, e-mail: irabulakh@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-3264-2505

Анотація. *Постановка проблеми.* Низький рівень виразності та індивідуалізації масової архітектури другої половини ХХ століття пов'язаний з поширенням індустріальної технології та ще більшою мірою з механістичним, традиційно функціоналістським ставленням до людини як до усередненого, абстрактного споживача архітектури. Умовою виходу з критичної ситуації стає зосередження уваги на питаннях естетизації, художнього осмислення і творення гармонійного образу навколишнього середовища. Проблема підвищення архітектурно-художнього рівня містобудівних та архітектурних рішень, подолання одноманітності планування і забудови, створення естетично виразного міського середовища не втрачає актуальності протягом останніх десятиліть. Розуміння і сприйняття багатоплановості і динамічності розвитку міст спонукають архітекторів до пошуку нових методів проектування, здатних забезпечити у майбутньому можливість більш обґрунтованого формування художньо-естетичного образу сучасного міста. **Мета статті** - визначити і систематизувати принципи символізації архітектурно-планувальних образів; запропонувати методи символізації в архітектурно-планувальному образотворенні міського середовища. **Висновок.** На основі аналізу розширено і поглиблено поняття символізації архітектурно-планувального образу, визначено місце, роль і тенденції символізації на всіх рівнях організації міського середовища - планувальному, об'ємно-просторовому і благоустрою міської території; вперше визначено основні етапи і рівні символізації (аналогізація, схематизація та алегоризація), їх ознаки і характеристики; сформульовано основні принципи символізації архітектурно-планувального образотворення, а саме принципи комунікації між образними аналогіями, трансформації серед подальших схем, комутації алегоричних групувань і метаморфізації кінцевої мети - народження символу.

Ключові слова: *символ, символізація, міське середовище, теорія архітектури, художній образ, архітектура, містобудування*

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ И МЕТОДОВ СИМВОЛИЧЕСКОГО ПОДХОДА В ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

БУЛАХ И. В.,¹ *асс.*

¹ Кафедра Дизайна архитектурной среды, Киевский национальный университет строительства и архитектуры, пр. Воздухофлотский, 31, 03680, Киев, Украина, тел. +38 (067) 9103631, e-mail: irabulakh@rambler.ru, ORCID ID: 0000-0002-3264-2505

Аннотация. *Постановка проблемы.* Низкий уровень выразительности и индивидуализации массовой архитектуры второй половины ХХ века связан с распространением индустриальной технологии и еще в большей степени с механистическим, традиционно функциональным отношением к человеку как к усредненному, абстрактному потребителю архитектуры. Условием выхода из критической ситуации становится сосредоточение внимания на вопросах эстетизации, художественного осмысления и создания гармоничного образа окружающей среды. Проблема повышения архитектурно-художественного уровня градостроительных и архитектурных решений, преодоление однообразия планировки и застройки, создания эстетически выразительной городской среды не теряет актуальности на протяжении последних десятилетий. Понимание и восприятие многоплановости и динамичности развития городов побуждают архитекторов к поиску новых методов проектирования, которые в состоянии обеспечить в будущем возможность более обоснованного формирования художественно-эстетического образа современного города. **Цель статьи** - определить и систематизировать принципы символизации архитектурно-планировочных образов; предложить методы символизации в архитектурно-планировочном образотворении городской среды. **Вывод.** На основе проведенного анализа расширены и углублены понятия символизации архитектурно-планировочного образа, определены место, роль и тенденции символизации на всех уровнях организации городской среды -

планировочном, объемно-пространственном и благоустройства городской территории; впервые определены основные этапы и уровни символизации (аналогизация, схематизация и аллегоризация), их признаки и характеристики; сформулированы основные принципы символизации архитектурно-планировочного творения образа, а именно принципы коммуникации между образными аналогиями, трансформации среди дальнейших схем, коммутации аллегорических групп и метаморфизации конечной цели - рождения символа.

Ключевые слова: символ, символизация, городская среда, теория архитектуры, художественный образ, архитектура, градостроительство

SYSTEMATIC PRINCIPLES AND METHODS OF SYMBOLIC APPROACHES IN URBAN DESIGN

BULAKH I. V.,¹ assist.

¹ Department of Design of Architectural Space, Kyiv National University of Construction and Architecture pr. Povitroflotskyi, 31, 03680, Kyiv, Ukraine, ph. +38 (067) 9103631, e-mail: irabulakh@rambler.ru, ORCID ID 0000-0002-3264-2505

Abstract. Formulation of the problem. The low level of expression and personalization of mass architecture of the second half of the twentieth century connected with the spread of industrial technology and even to a greater extent with mechanistic traditionally functional relation to the average person as, abstract consumer architecture. The condition out of the critical situation is focusing on matters aesthetic, artistic understanding and harmonious image creation environment. The problem of increasing architectural and artistic level of architectural and urban planning solutions to overcome the monotony of planning and development, creating aesthetically expressive urban environment does not lose relevance over the past decades. Understanding and acceptance of enigma and dynamic development of cities encourage architects to find new design techniques that are able to provide in the future a reasonable possibility of forming artistic and aesthetic image of the modern city. **Purpose.** Define and systematize the principles of symbolization architectural and planning images; propose methods symbolism in the architectural planning of image of the urban environment. Conclusion based on analysis of the enhanced concept symbolizing the image of Architecture and Planning, the place, role and symbolization trends at all levels of the urban environment - planning, three-dimensional and improvement of urban areas; first identified the main stages and levels of symbolization (analohyzatsyya, schematization and alehoryzatsiya), their features and characteristics, formulated the basic principles of symbolization architectural and planning of image, namely the principles of communication between figurative analogies, transformation of subsequent circuits, switching allegorical groupings and metamorfizm ultimate goal – symbol birth .

Key words: symbol, symbolism, urban environment, theory of architecture, art image, architecture, urban planning

Постановка проблеми. Низький рівень виразності та індивідуалізації масової архітектури другої половини ХХ століття пов'язаний з поширенням індустріальної технології та ще більшою мірою з механістичним, традиційно функціоналістським ставленням до людини як до усередненого, абстрактного споживача архітектури. Умовою виходу з критичної ситуації стає зосередження уваги на питаннях естетизації, художнього осмислення і творення гармонійного образу навколишнього середовища. Проблема підвищення архітектурно-художнього рівня містобудівних та архітектурних рішень, подолання одноманітності планування і забудови, створення естетично виразного міського середовища не втрачає актуальності протягом останніх десятиліть. Розуміння і сприйняття багатоплановості і динамічності розвитку міст спонукають архітекторів до пошуку нових методів проектування, спроможних за-

безпечити у майбутньому можливість більш обґрунтованого формування художньо-естетичного образу сучасного міста.

Аналіз публікацій. Найбільшого теоретичного розкриття поняття символу набуло у філософії, саме тому, відштовхуючись від поглядів видатного давньогрецького філософа та основоположника багатьох наук і, зокрема, логічного мислення Аристотеля, який у символі поєднав аспект змісту і плану його вираження, а також наполягав і акцентував на символі-сукупності як системі вираження загальної і спрямованої мети, враховуючи теорію щодо чотирьох причин і першооснов всього сущого, у статті запропоновано структуру загальної побудови архітектурно-планувального образу міського середовища.

Мета і завдання. Із цих позицій, а саме спираючись на пояснення Аристотеля про чотири причини формування і розвитку будь-якого предмета, явища або істоти, се-

ред яких матеріальні і формальні, діючі і кінцеві, можна привести їм у відповідність таку структуру побудови архітектурного образу: аналогія, що відповідає за матеріальну основу побудови образу; схема, яка, абстрагуючись і відволікаючись від цієї основи, стає рушійною причиною розгортання образу; алегорія, яка, надаючи тілесності ідеї, відповідає за форму образу; символ як кінцева причина відповідає за його цілісність.

З позиції узагальнення й упорядкування образу ця структура має ієрархічний характер, оскільки зростання ступеня складності формування змістовного образу відбувається як послідовно, так і поступово, починаючи від першої сходинки - аналогії, де проходить порівняння архітектурного об'єкта з іншим і виявлення їх схожості і подібності, слідкуючою подальшою схематизацією шляхом абстрактного виявлення подібності у схемі майбутнього образу і продовжуючись процесом образотворення, пов'язаним із поглибленням абстрагування і наданням схемі статусу форми. Найвищий узагальнювальний рівень абстрагування і надання змістовного обґрунтування пов'язаний із процесом символізації, який стає кінцевою причиною і метою створення повноцінного художнього образу на шляху надання тілесності і нового змісту сумі абстрагованих ідей.

Підсумовуючи вищесказане, зазначимо, що формування повноцінного художнього архітектурно-планувального образу міського середовища має проходити чотири стадії й етапи, що відповідають чотирьом рівням поступового абстрагування і матеріалізації аналогій і схем, алегорій і символів, що також відповідає загальним процесам символізації, а саме аналогізації, схематизації, алегоризації і, безпосередньо, символізації художнього архітектурно-планувального образотворення.

Виклад матеріалу. Так, *процес аналогізації* - це процес формування символізації архітектурно-планувального образу міського середовища шляхом пошуку подібності і схожості із у цілому відмінним і, на перший погляд, несумісним предметом, явищем за певними властивостями, ознаками або від-

ношеннями. Принцип аналогії в містобудуванні та архітектурі - це один із поширених методів, який розподіляється на дві основні групи, де основним стає використання органічних взірців і зразків неживої природи. При цьому органічні взірці розподіляються на антропоморфні, зооморфні, флороморфні, а взірці неживої природи, у свою чергу, включають: геопластику, геометричні і тематичні аналогії, а також штучні аналогії.

Процес схематизації - це процес символізації архітектурно-планувального образу міського середовища шляхом подальшого узагальнення і абстрагування результату аналогізації, який передає основні риси та структуру першообразу без акцентування його індивідуальності. Схематизація відбувається шляхом виокремлення й узагальнення образної аналогії зі сфери існуючих знань й уявлень у вигляді, що дозволяє підвищити рівень архітектурно-художньої виразності.

Процес алегоризації - це процес індивідуалізації архітектурно-планувального образу міського середовища шляхом акцентування чогось іншого - того, чим цей об'єкт не є. Алегоричні архітектурно-планувальні образи переважно є втіленням абстрактних понять і схем, які завжди можна розкрити й обґрунтувати аналітично.

Останнім, найскладнішим етапом формування повноцінного архітектурно-планувального образу стає *процес символізації*. Символізація - це причина і мета створення художнього образу шляхом абстрагування змісту у багатошаровій структурі на основі інтеграції і взаємодії процесів аналогізації, схематизації і алегоризації. Із цих позицій символізація інтегрує в собі причини - процеси образотворення, серед яких: матеріальні причини - аналогії, рушійні причини - схеми, а також формальні причини - алегорії.

Процес символізації ускладнюється тим, що цілком зрозуміти та виявити символічний зміст архітектурно-планувального образу, без спеціальних знань та досвіду, іноді складно. Але в будь-якому випадку глибинна тайна символу не залишає свого спостерігача пасивним і незацікавленим - він на-

чебто пристосовується, трансформується та перевтілюється завдяки цій тайні та приходивим у глибині потенціям, пробуджуючи при цьому ті багатшарові асоціації та образи, що доступні й зрозумілі кожній окремій людині. Ця властивість архітектурного символу вимагає від нього ознак багатозмістовності, багатшаровості та різноплановості.

Розглянуті вище загальні положення символічного підходу до формування і розвитку архітектурно-планувального образу міського середовища, а саме - головні процеси символізації, серед яких аналогізація і схематизація, алегоризація і символізація - потребують подальшого дослідження і формулювання принципів символізації, а також механізмів їх подальшої реалізації через відповідні методи. Загальна структура побудови принципів і методів символізації базується на спадкоємних зв'язках із процесами символізації, які побудовані з урахуванням положень Аристотеля про чотири причини і знайшли широке використання в сучасній філософії й методології.

Ця ієрархічна структура принципів і методів образотворення спирається на уявлення про матеріальні причини формотворення з позиції символізації форм архітектурно-планувального образу у процесах аналогізації і виявляється як принцип комунікації. При цьому рушійні причини визначають процеси схематизації і відповідають за принцип трансформації, а формальні причини впливають на організаційну форму у вигляді її комутації та алегоричний зміст символізації і, нарешті, цільові причини визначають кінцевий системно-змістовний результат метаморфічної символізації.

Таким чином, ієрархічна структура символізації архітектурно-містобудівних образів вертикально розгортається і підкоряється загальним принципам комунікації і аналогізування, трансформації і схематизації, комутації й алегоризації, метаморфізації і систематизації символічного образу.

Першою і найпростішою ланкою цієї спільності принципів стає принцип комутації, головне завдання якого полягає у відображенні просторово-часової організації різноманітних природних і штучних форм

шляхом їх символізації в образах архітектурно-планувальних рішень, досягається шляхом проведення аналогій з матеріальним світом і за допомогою відповідних - просторових, просторово-часових, часових і часо-просторових методів і моделей.

Метод просторовості - це пошук символічного образу у процесі аналогізації шляхом зображення одновимірного руху часу, тобто відтворення у художньому образі уявлення про сталий еволюційний розвиток. При цьому метод просторово-часовості - це спроба одночасного зображення та вираження руху часу в тривимірній площині архітектурно-планувальної структури та відображення процесів аналогізації і схематизації просторових форм та структур за допомогою методів пошуку аналогій шляхом їх подальшого абстрагування й узагальнення. Це сприяє переходу від одновимірного до багатовимірного розуміння часу та простору у відповідних архітектурно-планувальних моделях побудови символічного образу.

Метод і моделі часовості у процесі комутації передбачають алегорично-виражальний характер рухів і змін міських форм та їх образів, які зумовлюють наявність динамічних "ліній часу" в статичній архітектурно-планувальній структурі і виявляються в багатшарових об'ємно-планувальних образах.

Остання, виражально-зображальна здатність принципу комунікації, базується на ідеях незворотності та циклічності часу, часу органічної та неорганічної природи і відповідає методам символізації часо-просторової організації форми архітектурно-містобудівного образу. Цей метод пов'язаний з відображенням у художньому образі існування індивідуального, особистого чи власного часу, разом із біологічно-психологічним часом "тривання" життя мешканців міста, міста в цілому та його окремих частин.

Другим елементом спільності принципів, що базується на процесі схематизації, може слугувати принцип трансформації, який шляхом узагальнення, абстрагування і схематизації продовжує дію над образотво-

рчим формотворенням через пошук подібності і роз'єднаності, відмінності та поєднаності структурних елементів образу і зображально-виражальними засобами транслює цей образ споживачу архітектурно-містобудівного середовища. Із цих положень суть методів реалізації принципу трансформації формується згідно із загальними особливостями і характеристиками структурної побудови матеріальних форм.

Так, метод подібності передбачає пошук та зображення схожості між першообразом та архітектурно-планувальним образом об'єкта, що формується. Шляхом аналізу виокремлюються головні та притаманні характерні риси, які асоціативно відсилаються до об'єкта-аналога, а подальше їх абстрагування та узагальнення дозволяє отримати в кінцевому рахунку завершений символічний образ-схему.

Наступний метод - це метод роз'єднаності, який передбачає пошук, упровадження та акцентування характерних рис і ознак, відокремлюючи один від одного елементи структури першообразу та зображально-виражально відображається в архітектурно-планувальному образі створюваного об'єкта.

Метод відмінності - це метод структуризації, який вимагає пошуку та впровадження провідних особливостей та відмінностей у сукупності першообразу і шляхом абстрагованої виражальності відтворюється в архітектурно-планувальному образі.

Метод поєднаності - це творчий евристичний метод, який передбачає виражально-зображальне відтворення провідних рис, притаманних як для структури першообразу, так і для одночасного структурного узгодження подібностей, роз'єднаностей та відмінностей в процесі схематизації архітектурно-планувального образу.

Третя ланка системи принципів символізації архітектурно-планувального образу - принцип комутації, який є наступною фазою після комунікації і трансформації та відповідний процесу алегоризації. Відображаючи "формальну причину" пошуку форми в процесі символізації, принцип комутації відповідає за організаційну побудову архітектурно-планувального образу шляхом подальшої

абстрактизації та узагальнення в алегоричному вигляді результату попереднього образотворчого перевтілення. Таким чином, принцип комутації відповідає за символізацію на рівні цілісної організації форми та змісту формування образу і виражається через взаємозв'язковість, комплексність, ансамблевість та системність.

Метод взаємозв'язковості, як перший метод реалізації принципу комутації, полягає у пошуку та відображенні в алегоричній формі схем організації взаємозв'язків між першообразом та утворювальним архітектурно-планувальним образом. Наступний *метод комплексності*, у процесі організації передбачає розгляд першообразу як сукупності предметів чи явищ (взаємозв'язків), що свідомо і організовано поєднані рядом ознак і складають єдину змістовно-алегоричну цілісність. Подальший *метод ансамблевості* в процесі алегоризації форми і структури архітектурно-планувального образу розглядає і перетворює аналогію і схему на гармонійну сукупність алегорично поєднаних комплексів на шляху створення архітектурно-планувального образу. *Метод системності*, що водночас розглядає форму, структуру й організацію як єдину систему і поєднує в собі послідовність і спадкоємність взаємного зв'язку, комплексності й ансамблевості, здійснюється через вираження індивідуалізації архітектурно-проектного образу через аналогію, схему й алегорію, шляхом подальшого абстрагування процесів символізації.

Останньою, системоформівною ланкою архітектурно-планувального образотворення стає принцип метаморфізації, пов'язаний безпосередньо із символізацією як цільовою і кінцевою причиною створення образу і який інтегрує в себе усі попередні принципи комунікації, трансформації і метаморфізації, які реалізуються в творчій діяльності через посередництво методів зображальності, зображальної виражальності, виражальності та виражальної зображальності, формуючи при цьому гармонійний і цілісний образ-символ.

Так, *метод зображальності* - це відтворення форми, структури й організації першообразу методами образотворення через

поступові процеси символізації (аналогізація, схематизація й алегоризація), які мають одну загальну спрямовану кінцеву мету. Діалектично протилежним методу зображальності виступає *метод виражальності*, як відбиття, зміст якого сприймають не в буквальному сенсі, а через певний образ. Тобто відбувається подвійне кодування первинного значення. Комбінація обох методів спочатку утворює зображально-виражальний метод, що в послідовних операціях об'єднує і синтезує зображальність і виражальність форм та структур, а також їх подальшої організації, при акцентуванні на зображальних характеристиках архітектурно-планувальних образів. Суть зображально-виражального методу полягає в первинній аналогізації образу, подальшій його схематизації, і, нарешті, абстрагованій алегоризації, тобто в узагальненні форм, структур і організації на шляху їх символічної і змістовної спрощеності. При цьому виражально-зображальний метод передбачає створення виражального художнього образу без залучення окремих, прямих аналогів, схем і алегорій на шляху їх синтезу, подальшого абстрагування і повернення до нюансної та непрямой зображальності нових архітектурно-планувальних форм, їх образів у процесі символізації.

Висновок. Підсумовуючи зміст наведених принципів і відповідних методів їх реалізації у пошуку формування архітектурно-планувального образу міського середовища, зазначимо ієрархічну сутність їх спільності, взаємної доповнюваності й узгодженості, послідовності і поступовості структури побудови причинно-наслідкових зв'язків, а також спадкоємність її побудови відносно за-

гальних процесів архітектурно-містобудівної символізації.

Також слід відмітити виявлену в дослідженні характерну особливість системної цілісності методів образотворення, яка базується на діалектичному принципі дуальності і принципі взаємодоповненості, що сприяє гармонізації процесів архітектурно-планувальної символізації. Так, у принципі комунікації метод просторовості діалектично протистоїть і урівноважується методом часовості, утворюючи проміжні, взаємодоповнювальні і перехідні просторово-часові та часо-просторові методи. Дія принципу трансформації розгортається за допомогою запропонованого методу подібності, що протиставлений методу відмінності, а метод роз'єднаності - методу поєднаності, які в сукупності утворюють гармонійний взаємодоповнюваний ряд.

Вплив комутаційного принципу враховується взаємодоповнюваністю і протистоянням методів взаємозв'язковості і ансамблевості, комплексності і системності. Діалектична протилежність у метаморфізаційному принципі проявилась як зняття протиріч між зображальним і виражальним методами, шляхом використання похідних і доповнювальних зображально-виражальних і виражально-зображальних методів.

Таким чином, запропонована система принципів символізації архітектурно-планувальних образів, завдяки застосуванню діалектичних відношень подвійності і взаємодоповненості у процесі формування відповідних методів, набула ознак гармонійної системи, що здатна розвиватись та еволюціонувати.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Александр К. Язык шаблонов. Города, здания, строительство / К. Александр ; пер. с англ. И. Сировой. – Москва : Студия Артемия Лебедева, 2014. – 1096 с.
2. Аристотель. Нікомахова етика / Аристотель ; пер. з давньогрец. В. Ставнюка. – Київ : Аквілон-Плюс, 2002. – 480 с.
3. Глазычев В. Л. Эволюция творчества в архитектуре / В. Л. Глазычев. – Москва : Стройиздат, 1986. – 494 с.
4. Гутнов А. Э. Будущее города / А. Э. Гутнов, И. Г. Лежава. – Москва : Стройиздат, 1977. – 126 с.
5. Функция и структура формы в архитектуре : отчет о НИР / Всерос. науч.-техн. информ. центр ; рук. И. Г. Лежава. – Москва, 1988. – 212 с.
6. Линч К. Образ города / К. Линч ; пер. с англ. В. Л. Глазычева ; сост. А. В. Иконников ; под ред. А. В. Иконникова. – Москва : Стройиздат, 1982. – 328 с.
7. Тімохін В. О. Основи містобудування / В. О. Тімохін ; Ін-т змісту і методів навчання, Київ. держ. техн. ун-т буд-ва і архітектури. – Київ, 1996. – 216 с.

8. Тімохін В. О. Архітектура міського розвитку. 7 книг з теорії містобудування / В. О. Тімохін ; Київ. нац. ун-т буд-ва і архітектури, Укр. академія архітектури. – Київ : КНУБіА, 2008. – 158 с.
9. Тодоров Ц. Теорії символу / Ц. Тодоров ; пер. с фр. Б. Нарумова. – Москва : Дом інтелект. книги, Рус. феноменом. о-во, 1998. – 408 с.
10. New theory of urban design (Center for Environmental Structure) / Christopher W. Alexander, Hajo Neis, Artemis Anninou, Ingrid King. – Oxford : Oxford University Press, 1987. – 251 p.
11. Cities full of symbols. A theory of urban space and culture / ed. Peter J. M. Nas. – Amsterdam : Leiden University Press, 2011. – 303 p.
12. Architectural design / ed. Helen Castle. – Vol. 83, iss. 4 : Special issue : System city. Infrastructure and the space of flows / ed. M. Weinstock. – 2013. – 136 p.
13. Weston R. 100 ideas that changed architecture / Richard Weston. – London : Laurence King, 2011. – 216 p.

REFERENCES

1. Aleksandr K. *Yazyk shablonov. Goroda, zdaniya, stroitel'stvo* [Template language. Cities, buildings, construction]. Moscow: Studiya Artemiya Lebedeva, 2014, 1096 p. (in Russian).
2. Arystotel. *Nikomakhova etyka* [Nicomachean Ethics]. Kyiv: Akvilon-Plyus, 2002, 480 p. (in Ukrainian).
3. Glazychev V.L. *Evolyutsiya tvorchestva v arkhitekture* [Evolution of creativity in architecture]. Moscow: Stroyizdat, 1986, 494 p. (in Russian).
4. Gutnov A.E. and Lezhava I.G. *Budushee goroda* [The future of a city]. Moscow: Stroyizdat, 1977, 126 p. (in Russian).
5. Vseros. nauch.-tekhn. inform. tsentr. *Funktsiya i struktura formy v arkhitekture: otchet o NIR* [The function and structure of form in architecture: report about science and research work]. Moscow, 1988, 212 p. (in Russian).
6. Linch K. *Obraz goroda* [The image of a city]. Moscow: Stroyizdat, 1982, 328 p. (in Russian).
7. Timokhin V.O. *Osnovy mistobuduvannia* [The basis of city planning]. In-t zmistu i metodiv navchannia [ICMS]. Kyiv. derzh. texn. un-t bud-va i akhitektury. Kyiv, 1996, 216 p. (in Ukrainian).
8. Timokhin V.O. *Arkhitektura miskogo rozvytku. 7 knyg z teorii mistobuduvannia* [Architecture of urban development. 7 books of the theory of city planning]. Kyiv. nats. un-t bud-va i arkhitektury, Ukrayin. akademiya arkhitektury KNUCA, UA]. Kyiv: KNUBiA, 2008, 158 p. (in Ukrainian).
9. Todorov T.S. *Teorii simvola* [The theory of symbol]. Moscow: Dom intellekt. knigi, Rus. fenomenom. o-vo, 1998, 408 p. (in Russian).
10. Alexander C.W., Neis H., Anninou A. and King I. *New theory of urban design (Center for Environmental Structure)*. Oxford: Oxford University Press, 1987. 251 p.
11. Nas P.J.M. *Cities full of symbols: a theory of urban space and culture*. Amsterdam: Leiden University Press, 2011, 303 p.
12. Castle H. and Weinstock M., eds. *Architectural Design. Vol. 83, iss. 4 : Special issue : System city. Infrastructure and the space of flows*, 2013, 136 p.
14. Weston R. *100 ideas that changed architecture*. London: Laurence King, 2011, 216 p.

Рецензент: д-р архіт. В. М. Вадимов

Надійшла до редколегії: 25.10.2015 р. Прийнята до друку: 28.10.2015 р.