

МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 338.115.31

УПРАВЛІННЯ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНИМ ГОСПОДАРСТВОМ МІСТА: СИСТЕМНО-ІМІТАЦІЙНИЙ ПІДХІД

© 2017 БРІЛЬ М. С., ПИВАВАР І. В.

УДК 338.115.31

Бріль М. С., Пивавар І. В.

Управління житлово-комунальним господарством міста: системно-імітаційний підхід

Статтю присвячено розробці моделей управління житлово-комунальним господарством міста на основі системного підходу й імітаційного моделювання. Зроблено огляд наявних моделей міських систем, показано їхні переваги та недоліки. З використанням методів імітаційного та сценарного моделювання розроблено імітаційну модель управління житлово-комунальним господарством міста, що дозволяє прогнозувати динаміку основних соціально-економічних показників розвитку міста. На основі моделі було змодельовано прогностичні показники за різними сценаріями розподілу фінансових коштів на оновлення та утримання об'єктів житлового фонду міста. Головним критерієм ефективності сценаріїв виступав рівень забезпеченості населення житлом. Побудовані моделі можуть бути використані для прийняття управлінських рішень органами місцевого самоврядування та при розробці програм соціально-економічного розвитку міста.

Ключові слова: житлово-комунальне господарство, модель управління, системний підхід, забезпеченість житлом, прийняття рішень, імітаційна модель, експеримент, системна динаміка.

Рис.: 8. Табл.: 3. Бібл.: 18.

Бріль Михайло Сергійович – кандидат економічних наук, доцент кафедри політичної економії, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: msbril01@gmail.com

Пивавар Ірина Володимирівна – кандидат економічних наук, доцент кафедри політичної економії, Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харків, 61166, Україна)

E-mail: Pivavarir@ukr.net

УДК 338.115.31

UDC 338.115.31

Бріль М. С., Пивавар І. В. Управление жилищно-коммунальным хозяйством города: системно-имитационный подход

Статья посвящена разработке моделей управления жилищно-коммунальным хозяйством города на основе системного подхода и имитационного моделирования. Сделан обзор существующих моделей городских систем, показаны их достоинства и недостатки. С использованием методов имитационного и сценарного моделирования разработана имитационная модель управления жилищно-коммунальным хозяйством города, позволяющая прогнозировать динамику основных социально-экономических показателей развития города. На основе модели были смоделированы прогностические показатели по различным сценариям распределения финансовых средств на обновление и содержание объектов жилищного фонда города. Главным критерием эффективности сценариев выступал уровень обеспеченности населения жильем. Построенные модели могут быть использованы для принятия управленческих решений органами местного самоуправления и при разработке программ социально-экономического развития города.

Ключевые слова: жилищно-коммунальное хозяйство, модель управления, системный подход, обеспеченность жильем, принятие решений, имитационная модель, эксперимент, системная динамика.

Рис.: 8. Табл.: 3. Библ.: 18.

Бріль Михаил Сергеевич – кандидат экономических наук, доцент кафедры политической экономии, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харьков, 61166, Украина)

E-mail: msbril01@gmail.com

Bril M. S., Pyvavar I. V. Management of Housing and Public Services of a City: the System and Simulation Approach

The article is dedicated to the development of models for management of housing and communal services of a city on the basis of the system approach and simulation modeling. A review of the existing models of urban systems is carried out, their advantages and disadvantages are shown. With the use of the methods of simulation and scenario modeling, a simulation model for management of housing and communal services of a city has been developed, which makes it possible to predict the dynamics of the main socio-economic indicators of development of a city. On the basis of the model, the forecast indicators were simulated according to various scenarios for distributing financial resources for the renovation and maintenance of housing facilities of a city. The main criterion for effectiveness of the scenarios is the level of housing provision for the population. The models built can be used for making managerial decisions by local government authorities as well as in elaborating programs for the urban social and economic development.

Keywords: housing and communal services, management model, system approach, housing provision, decision making, simulation model, experiment, system dynamics.

Fig.: 8. Tbl.: 3. Bibl.: 18.

Bril Mykhailo S. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of the Department of Political Economy, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: msbril01@gmail.com

Pyvavar Iryna V. – Candidate of Sciences (Economics), Associate Professor of the Department of Political Economy, Simon Kuznets Kharkiv National University of Economics (9a Nauky Ave., Kharkiv, 61166, Ukraine)

E-mail: Pivavarir@ukr.net

Пивавар Ирина Владимировна – кандидат экономических наук, доцент кафедры политической экономики, Харьковский национальный экономический университет им. С. Кузнеця (просп. Науки, 9а, Харьков, 61166, Украина)

E-mail: Pivavarir@ukr.net

Вступ. Проведені в Україні протягом 2015–2016 рр. реформи органів місцевого самоврядування породили багато проблем у міському й адміністративно-територіальному керуванні. Перерозподіл функцій у територіальному керуванні, невизначеність технології їхнього виконання породжують неузгодженість процесів, що відбуваються на території, у тому числі й соціально-економічних процесах, міжвідомчу роз'єднаність, невизначеність компетенції підрозділів й окремих співробітників адміністрацій, а в результаті – прийняття неефективних управлінських рішень.

Отже, сьогодні особливо гостро постає питання комплексного розгляду процесів управління розвитком в адміністративно-територіальних утвореннях України. Удосконалення процесів керування адміністративно-територіальними утвореннями повинно здійснюватися лише за наявності інформаційно-аналітичної підтримки процесів прийняття рішень, з урахуванням взаємозв'язків між усіма блоками та підсистемами в територіальному керуванні. Місто являє собою складну, нечітко-структуровану систему із внутрішньою й зовнішньою невизначеністю, що впливає на складність процесу керування. Тому для дослідження процесів керування життєдіяльністю міської або адміністративно-територіальної одиниці варто використати комплексний підхід, розглядати їх як єдину відкриту систему із внутрішніми та зовнішніми складними взаємозв'язками, а процес прийняття рішень повинен бути максимально підтриманий інформаційно-аналітичними системами й технологіями, що дозволить підвищити якість й обґрунтованість прийнятих рішень.

Метою цієї статті є розробка модельного комплексу підтримки прийняття рішень при розробці стратегічних програм розвитку міста й для оперативного управління на основі застосування комплексного системного підходу та новітніх інформаційних технологій.

Аналіз досліджень і постановка завдання. Вітчизняними та зарубіжними авторами розглядалися проблеми моделювання процесів розвитку міст. Огляд основних підходів з описом запропонованих моделей міст, їх переваг та недоліків наведено у табл. 1. За основу цього дослідження взято модель міської системи Форрестера [17; 18] та деякі положення моделювання якості послуг житлово-комунального господарства регіону, запропонованого в роботах Потапчик О. О. [16]. Об'єктом моделювання у цьому дослідженні виступають процеси управління житлово-комунальним господарством міста.

Результати дослідження. Основні положення побудови моделі функціонування сфери ЖКГ міста наведені на рис. 1. При аналізі предметної сфери було виділено фактори та процеси, які необхідно врахувати при моделюванні, поставлено завдання, які мають допомагати вирішувати розроблювальний модельний комплекс, виділено такі основні підсистеми моделі житлово-комунальної сфери: фінанси, житло, населення [2; 6; 8; 9]. Ці підсистеми взаємозалежні між собою і впливають одне на одного.

Ефективність побудови моделі та прогнозування, що здійснюється на її основі, оцінюється за допомогою певних критеріїв. Головним індикатором ефективності функціонування галузі ЖКГ, з погляду населення, пропонується вважати рівень забезпеченості населення доступним і якісним житлом, що враховує індекс доступності придбання житла й індекс умов проживання. Також до уваги беруться показники, що характеризують стан житлового фонду міста: загальна площа житлового фонду в місті, площа житлового фонду за ступенем зношування, структура житлового фонду, темпи будівництва, капремонту й зносу зношеного житла, частка покриття необхідних витрат на утримання житлового фонду [8–10].

При прийнятті рішень необхідно враховувати й інші показники: наявність будівельних підприємств, частка задоволення потреби в підприємствах, інфраструктура, витрати на інфраструктуру, індекс забезпеченості ресурсом, співвідношення квартплати й доходів населення, частка покриття необхідних витрат на адресні субсидії населенню й інші показники [1]. Розроблений комплекс імітаційних моделей житлово-комунальної сфери, реалізованих у середовищі Vensim, включає такі моделі: модель підсистеми «Житло», модель підсистеми «Населення», модель підсистеми «Фінанси». Нижче на рис. 2 наведені основні системні потокові діаграми підсистеми «Житло». У цій підсистемі виділено три рівні: нове житло, житло у задовільному стані і зношене житло.

Нове житло утворюється в результаті будівництва. З плином часу у результаті його використання нове житло переходить у категорію «Житло у задовільному стані», а згодом і у категорію «Зношене житло».

Усі вказані змінні задаються за допомогою типу «рівень». Рівень «Зношене житло» зменшується у результаті виведення об'єктів з експлуатації або повернення їх до задовільного стану шляхом здійснення капітального ремонту. Будь-яке будівництво житла потребує фінансування. Витрати на будівництво, утримання і капітальний ремонт житлового фонду складаються з бюджетних і позабюджетних витрат. Обсяг побудованого житла (темп будівництва) визначається, виходячи із загальних витрат на будівництво й вартості будівництва 1 кв.м. Капітальний ремонт дозволяє повернути зношене житло до задовільного стану за рахунок відповідних витрат. Виділення витрат на утримання дозволяє сповільнити темпи зношування нового й задовільного житла.

На рис. 3 наведено елемент імітаційної моделі, в якому формуються основні індикатори: забезпеченість населення якісним і доступним житлом, індекс доступності придбання житла, індекс доступності придбання житла для бідних родин, рівень неплатежів, індекс забезпеченості ресурсом. Змінними типу «рівень» задані такі фактори моделі: чисельність населення, кількість родин середнього класу, кількість бідних родин, середній власний річний доход бідної родини, накопичення на придбання житла, рівень неплатежів.

Таблиця 1

Аналіз основних моделей функціонування міста

Назва та автор моделі	Зміст	Особливості	Основні результати та переваги моделі	Недоліки
1	2	3	4	5
<p>Модель міської системи Дж. Форрестера [17; 18]</p>	<p>Динамічна модель типового американського міста, орієнтована на аналіз еволюції урбанізованої території</p>	<p>Складна динамічна модель із безліччю прямих і зворотних зв'язків між підсистемами, на якій з'явилася можливість прогнозувати розвиток міста й аналізувати вплив різних програм міської адміністрації.</p> <p>Цілі побудови моделі:</p> <ul style="list-style-type: none"> • прогнозування поведінки складної міської системи; • визначення ефективності адміністративних програм у довгостроковій перспективі, доведення протиріч між довгостроковими й короткостроковими цілями; • вирішення проблеми відродження міст, що прийшли в занепад, і не допустити занепад міст 	<p>Форрестер проаналізував такі розповсюджені програми відродження міста:</p> <ul style="list-style-type: none"> • програма професійного навчання; • програма будівництва житлового фонду; • програма зносу нетрів; • програма будівництва нових підприємств; • програма зносу підприємств, що прийшли в занепад; • програма субсидування витрат на душу населення; • програма забезпечення роботою неповністю зайнятих. <p>Результати моделювання показали неефективність деяких програм відродження міста в довгостроковій перспективі, наприклад програми будівництва дешевого житла або програми субсидування міста із зовнішнього середовища без структурної перебудови економіки міста</p>	<p>Не враховуються фінансові відносини між органами влади й об'єктами керування. Основним обмеженням на будівництво житлового фонду або підприємств у Форрестера виступає вільна для забудови земля, однак часто обмеженням слугить нестача коштів й інші фактори.</p> <p>Форрестер не виділяв підприємства сфери обслуговування, хоча ця сфера значно відрізняється від сфери матеріального виробництва й будівництва</p>
<p>Модель типового міста Півночі країни [7; 13; 14]</p>	<p>Модель системної динаміки розвитку типового міста Півночі країни</p>	<p>Динамічна модель сталого розвитку міста, її елементи: населення, економіка, екологія, виробництво, інфраструктура, земельні ресурси, житло.</p> <p>Населення розділене за віком на три категорії, що дозволило моделювати міграцію, відношення працездатних до працюючих й ін.</p> <p>Як вихідні дані динамічної моделі використані статистичні дані та коефіцієнти народжуваності, смертності, еміграції й імміграції (по різних вікових групах)</p>	<p>Модель забезпечила перехід від декларативних знань про завдання предметної області до процедурних знань про алгоритми рішення цих завдань.</p> <p>Для забезпечення адекватності було розроблено концептуальну модель, що забезпечує формалізацію знань експертів про об'єкт моделювання й допускає єдину інтерпретацію цих знань. Концептуальну модель наведено у вигляді деревоподібного графа.</p> <p>Цей підхід дає можливість будувати незалежні моделі системної динаміки для кожного вузлового елемента системи, а потім інтегрувати їх у єдиний комплекс відповідно до структури концептуальної моделі</p>	<p>Основною проблемою для успішної побудови динамічної моделі, у якій конкретне місто може перебувати або в стані сталого розвитку, або в стані деградації, є завдання адекватного визначення сутності вузлових елементів системи, найважливіших характеристик і параметрів їхньої динаміки, а також усталення зв'язків між ними зв'язків, що впливають на динаміку розвитку міста</p>
<p>Теоретична модель простої організації міста А. Високовського [3–5]</p>	<p>Модель призначена для ідентифікації основних елементів просторової системи, їхньої оцінки й прогнозування інерційного</p>	<p>Модель заснована на структурних закономірностях, відображає зв'язки між елементами міста, виділеними за морфологічними ознаками.</p> <p>Модель базується на двох фундаментальних закономірностях – нерівномірності використання території міста й підвищенні інтенсивності її використання в міру зростання міста. Нерівномірність міста характеризується зміною морфологічних</p>	<p>Відображає найбільш загальні мотиви поведінки людини в співтоваристві, дію безлічі різних інституціональних суб'єктів, професійних і соціальних груп, а також вплив численних факторів. На основі використання цієї моделі приймається рішення про розвиток міста і його частин з урахуванням іншої інформації, необхідної суб'єктові, що приймає рішення.</p> <p>Модель служить для оцінки існуючого стану й прогнозування розвитку міста "у першому наближенні", необхідному для ви</p>	<p>Модель відтворює тільки універсальні, стійкі зв'язки між елементами міста, що не залежать від специфіки його конфігурації, клімату, ландшафту, регіональних демографічних й інших особливостей. Кількісні показники, використані в моделі, спра</p>

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5
«Розвиток великих міст в умовах перехідної економіки (системний підхід)» [15]	розвитку для виявлення унікальної існуючої фізичної структурної й соціально-територіальної організації населення	показників залежно від далекості від центра міста. Зміна морфологічних показників у міру зростання міста враховується шляхом їхньої диференціації залежно від величини міста (за кількістю населення, що там проживає)	бору стратегії проектних або управлінських рішень у розподілі населення, черговості реконструктивних заходів, інтенсифікації й розвитку елементів міста	ведливі тільки для середньостатистичних умов формування російських міст. Одиниці в цій моделі не є нормативними конструкціями, створеними з метою їхнього відтворення й будівництва по "затвердженій" схемі
	Модель присвячена розвитку ідей системного підходу до дослідження й регулювання просторових структур міст	Методичним фундаментом моделі є концепція динамічного системного аналізу й системних регуляторів, орієнтована на проблеми міського розвитку. Вона реалізується за допомогою інструментальних засобів, що включають економіко-математичні й макросистемні моделі міських підсистем і міста в цілому, методи оптимального планування та процедури прийняття рішень у галузі функціонально-просторового розвитку	Тільки з використанням спеціальної системної технології, що названа процедурою динамічного системного аналізу, можна найбільше результативно здійснити регулювання взаємодії галузевих блоків, що входять у соціально-економічну структуру міста, при динамічно мінливих зовнішніх умовах і не менш рухливих внутрішніх процесах. Процедура динамічного системного аналізу реалізує моніторинг й аналіз поточного стану системи, синтез керуючих і регулюючих впливів, а також оцінку ефективності прийнятих рішень	Надмірна складність для реалізації, відсутність універсальності

Джерело: складено автором на основі аналізу [3 – 5; 7; 13–15; 17; 18]

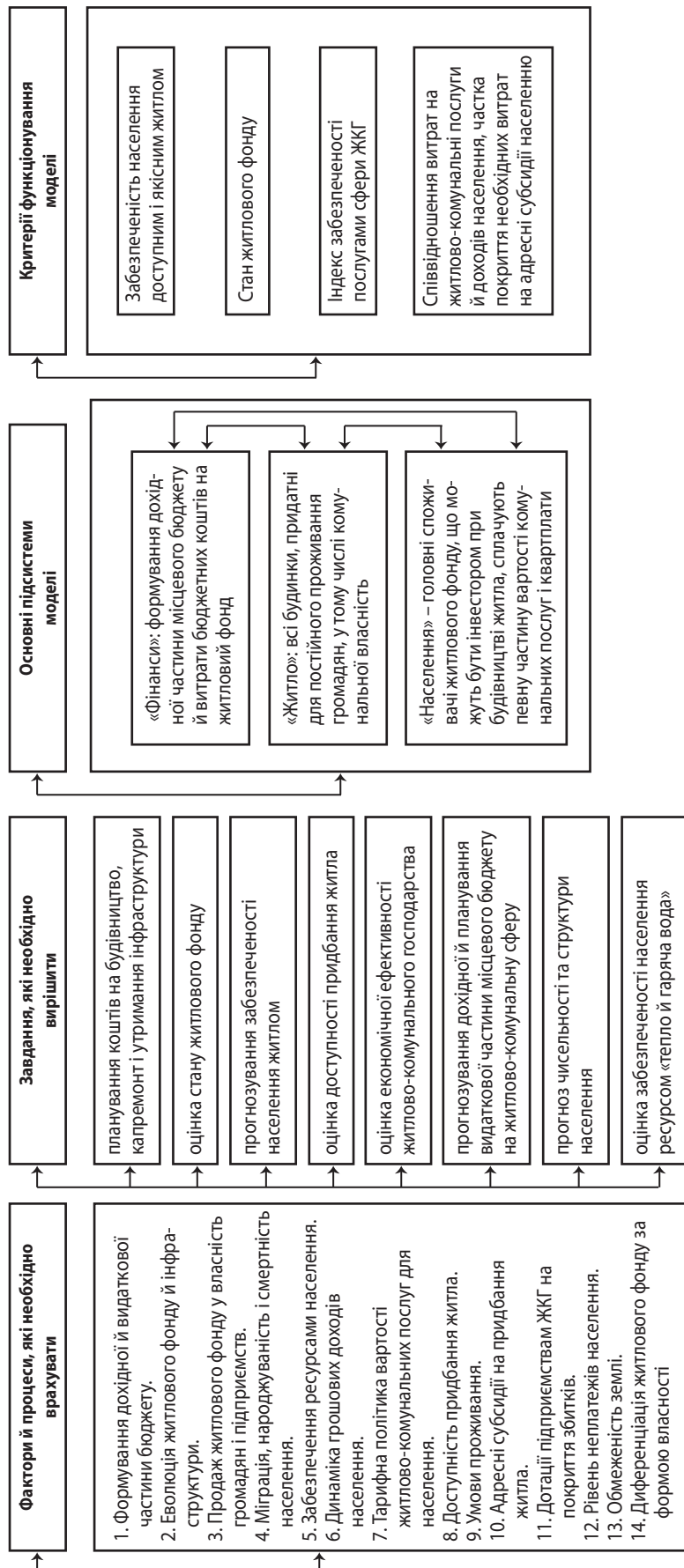


Рис. 1. Основні положення побудови моделі управління ЖКГ міста

Джерело: сформовано авторами на основі аналізу [2; 6; 8–9]

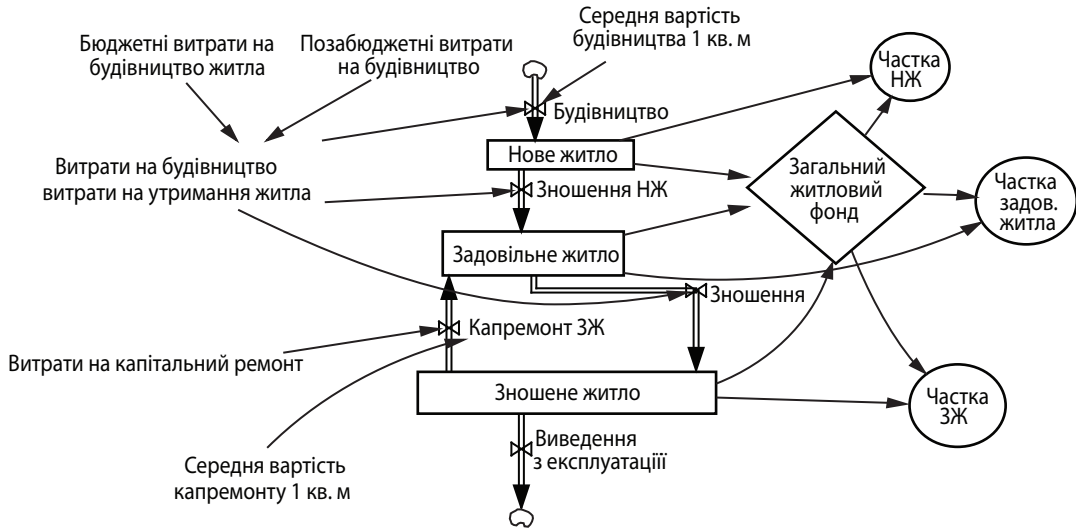


Рис. 2. Основні елементи підсистеми «Житло»

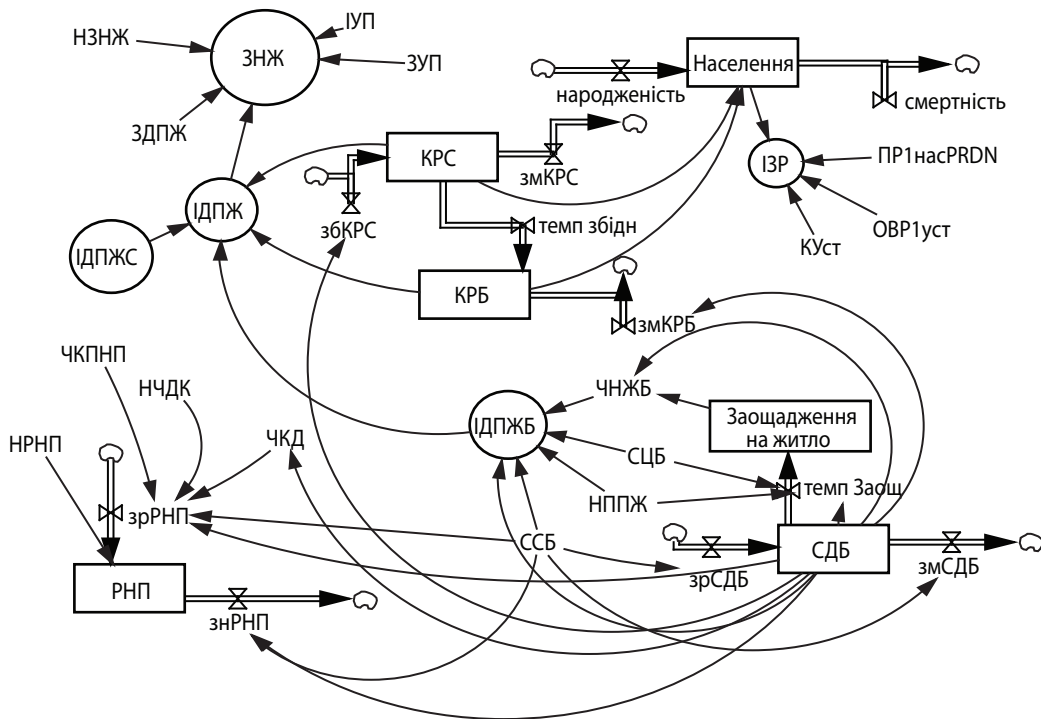


Рис. 3. Основні елементи підсистем «Фінанси» та «Населення»

Нижче у табл. 2 наведені функціональні співвідношення для найбільш важливих індикаторів функціонування системи. Для їх побудови були використані методи системної динаміки, що дозволяють будувати потокові діаграми з урахуванням прямих та обернених зв'язків між рівнями, темпами та допоміжними змінними [11; 12].

Модель була побудована та досліджена на вихідних даних м. Харкова. Як того вимагають правила побудови, на основі побудованих імітаційних моделей були здійснені перевірки індикаторів системи на чутливість та здійснені процедури верифікації. Результати цих кроків підтвердили якість побудованих моделей і високу точність отриманих результатів.

Наприклад, на рис. 4 наведені результати порівняння реальних прогнозних (1) та модельних (2) значень змінної «Доступність придбання житла». Порівняння отриманих

результатів перевірки адекватності у результаті дозволило отримати середню відносну похибку апроксимації 8 %, що свідчить про високий рівень адекватності побудованих імітаційних моделей.

Адекватність побудованої імітаційної моделі дозволяє прогнозувати ефективність певних стратегій розвитку міської інфраструктури, для чого моделюються певні сценарії розвитку ситуації. Сценарне моделювання дозволяє з певною метою дослідити поведінку основних змінних при заданих вихідних умовах [11; 12]. Отримана інформація необхідна для прийняття рішення в процесі управління.

Змістом сценаріїв вважатимемо варіанти розподілу бюджетних коштів, виділених на будівництво, капітальний ремонт та утримання житла в місті (табл. 3).

Таблиця 2

Основні співвідношення моделі

№	Назва	Позначення	Формула обчислення	Фактори, від яких залежить
1	Забезпеченість населення якісним і доступним житлом	ЗНЖ	$ЗНЖ = НЗНЖ \times \sqrt[3]{(1 + ІДПЖ)^{ЗДПЖ} \times (1 + ІУП)^{ЗУП} - 1}$	НЗНЖ – номінальна забезпеченість населення житлом; ІДПЖ – індекс доступності придбання житла; ЗДПЖ – значущість доступності для забезпеченості населення якісним і доступним житлом; ІУП – індекс умов проживання; ЗУП – значущість умов проживання для забезпеченості населення якісним і доступним житлом
2	Індекс доступності придбання житла	ІДПЖ	$ІДПЖ = \frac{ІДПЖС \times КРС + ІДПЖБ \times КРБ}{КРС + КРБ}$	ІДПЖС – індекс доступності придбання житла для середнього класу; КРС – кількість родин середнього класу; ІДПЖБ – індекс доступності придбання житла для бідних родин; КРБ – кількість бідних родин
3	Індекс доступності придбання житла для бідних родин	ІДПЖБ	$ІДПЖБ = \frac{НППЖ}{СЦБ / (СДБ \times ЧНЖБ + ССБ)}$	НППЖ – норматив числа років, необхідних для придбання житла для родини; СЦБ – середня ціна квартири для бідних; СДБ – середній власний річний доход бідної родини; ЧНЖБ – частка нагороджень на житло для бідної родини в рік від власного доходу родини; ССБ – середня видавана субсидія на 1 родину в рік
4	Рівень неплатежів	РНП	$РНП = НРНП \times \left(1 + \frac{ЧКД}{ЧКД} \times \frac{ЧКД}{НЧКД} \right)$	НРНП – нормальний рівень неплатежів; ЧКНП – значущість частки квартплати для рівня неплатежів; ЧКД – частка квартплати в доході родини; НЧКД – норматив частки квартплати в доході родини
5	Індекс забезпеченості ресурсом	ІЗР	$ІЗР = \frac{ОВР^{Іуст} \times КУст}{Населення \times ПР^{Інас}}$	ОВР ^{Іуст} – вироблення ресурсу в рік на одиницю встаткування середньої потужності; КУст – кількість одиниць устаткування середньої потужності; Населення – чисельність населення; ПР ^{Інас} – потреба в ресурсі на душу населення в рік

Джерело: сформовано авторами на основі [1]; [2]

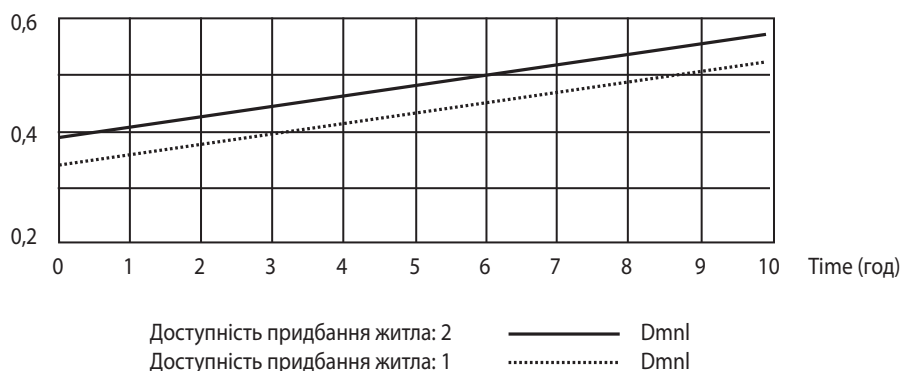


Рис. 4. Прогнозні (1) та модельні (2) значення змінної «Доступність придбання житла»

Таблиця 3

Сценарії розподілу бюджетних коштів на фінансування будівництва, капітального ремонту та утримання житла

Стратегія	Частка коштів на будівництво, %			Частка коштів на капремонт, %			Частка коштів на утримання, %			Переваги	Недоліки
	0	5	10	0	5	10	0	5	10		
Сценарій переважного будівництва	0.6	0.6	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	Рекомендовано для підвищення забезпеченості населення житлом, тим містам, у яких гостро стоїть житлове питання й у яких є певні економічні передумови	Через деякий час нове житло зношується і потребує ремонту, що викличе бюджетний дефіцит та зростання тарифів
Сценарій переважного ремонту	0.2	0.2	0.2	0.6	0.6	0.6	0.2	0.2	0.2	Рекомендовано, якщо в місті існує більша частка зношеного житла. Дозволить поліпшити житлові умови	Не збільшує або збільшує несуттєво забезпеченість населення житлом
Сценарій збалансованості		0.4	0.2	0.2	0.4	0.6	0.2	0.2	0.2	Рекомендовано містам, яким потрібно підвищити забезпеченість населення житлом до певного рівня, а потім перерозподілити кошти на ремонт зношеного житла	Складність визначення моменту переходу від будівництва до ремонту

Джерело: сформовано авторами

Після реалізації вказаних сценаріїв на імітаційній моделі були отримані такі результати.

Темпи будівництва й капремонту житла наведені нижче на рис. 5: суцільна крива відповідає сценарію пе-

реважного будівництва, точкова – переважного ремонту, пунктирна – сценарію збалансованості.

Із цих графіків чітко видно різний вплив умов сценаріїв на темпи будівництва й капремонту житла:

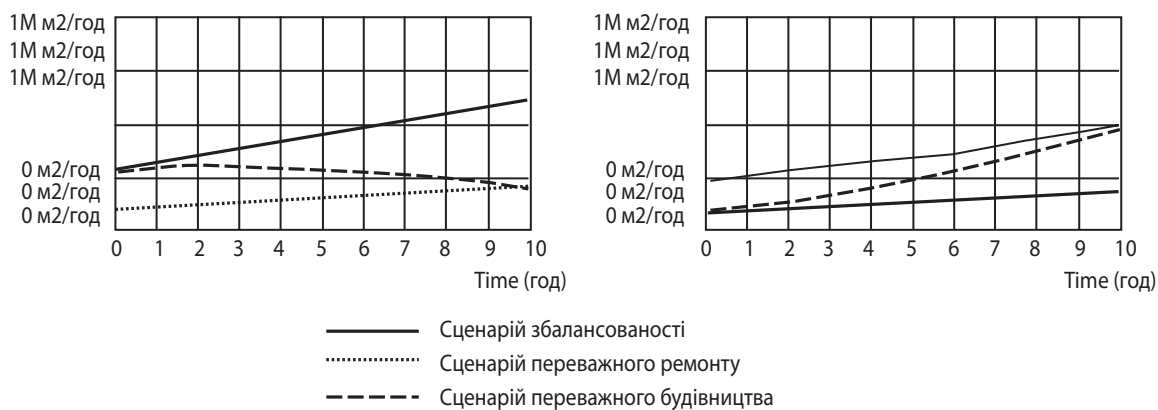


Рис. 5. Темпи будівництва (зліва) й капітального ремонту (справа) житла

За умовами сценарію переважного будівництва, відповідно, суттєво зростають обсяги будівництва, а от рівень відремонтованого житла майже не змінюється. Результатом сценарію переважного ремонту є суттєве зростання відремонтованого житла, при тому, що обсяги нового житла зростають, але несуттєво. Третій сценарій, що передбачає віднаходження деякого балансу між будівництвом нового житла та ремонтом зношеного, показав у результаті, що

темпи будівництва нового житла сповільняться, а рівень зношеного житла зменшиться у результаті капітального його ремонту.

Проаналізуємо вплив умов сценаріїв моделювання на основний індикатор моделі – показник забезпеченості населення житлом (рис. 6): пунктирна крива відповідає сценарію переважного будівництва, точкова – переважного ремонту, суцільна – сценарію збалансованості.

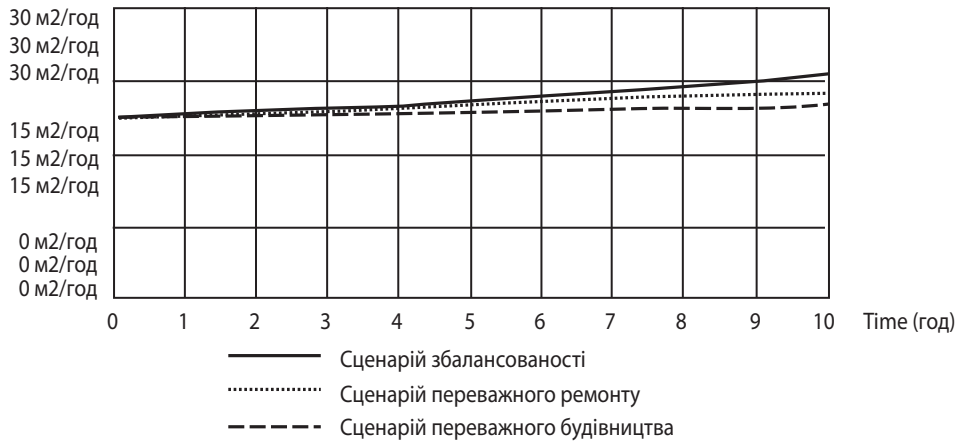


Рис. 6. Динаміка забезпеченості населення житлом за різними сценаріями моделювання

Динаміка показника засвідчила найбільшу ефективність третього сценарію фінансування. Імітаційні експерименти показали, що ефективніше перерозподілити кошти переважно у будівництво нового житла, ніж тільки ремонтувати зношене житло. Однак опиратися тільки на цей показник при прийнятті рішень було б необґрунтовано. Слід проаналізувати динаміку решти індикаторів. На рис. 7 наведено динаміку житла за рівнем зносу: суцільна крива відповідає новому житлу, точкова – задовільному житлу, пунктирна – зношеному.

Як бачимо з рис. 7, при реалізації комбінованого сценарію фінансування зростає рівень нового житла, та невеликими темпами зростає житло у задовільному стані, а рівень зношеного житла поступово зменшується за рахунок виділення коштів на капітальний ремонт.

На рис. 8 зображено динаміку обсягів житла за типом: суцільна смуга відповідає елітному житлу, точкова – звичайному житлу, пунктирна характеризує весь фонд житла.

Як видно з рис. 8, прогнозується поступове зростання за кожним типом житла протягом модельованого періоду.

Таким чином, найбільш ефективним сценарієм управління житлово-комунальною сферою міста за побудованою моделлю є сценарій віднаходження деякого балансу між будівництвом нового житла та ремонтом зношеного. Такий сценарій передбачає спочатку фінансування будівництва нового житла, а через 5–6 років – активне фінансування капітального ремонту зношеного житла. Для реалізації цього сценарію необхідно зацікавити будівельні підприємства у будівництві нового житла,

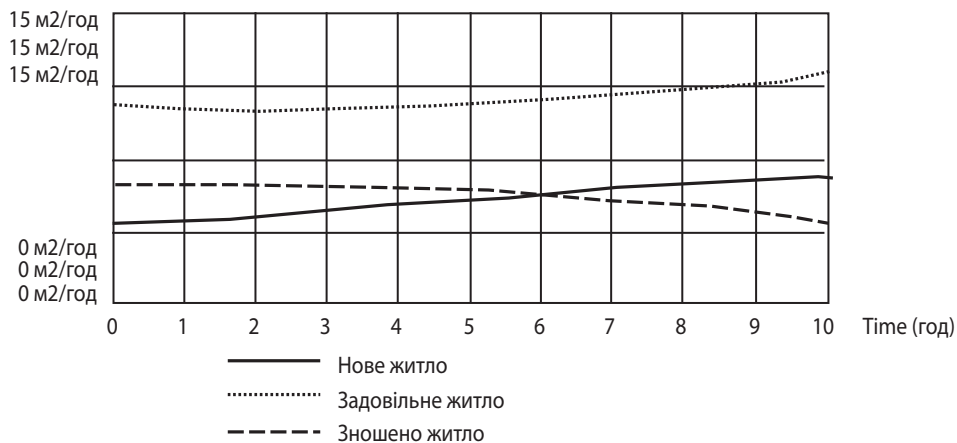


Рис. 7. Динаміка житла за рівнем зносу за сценарієм збалансованості

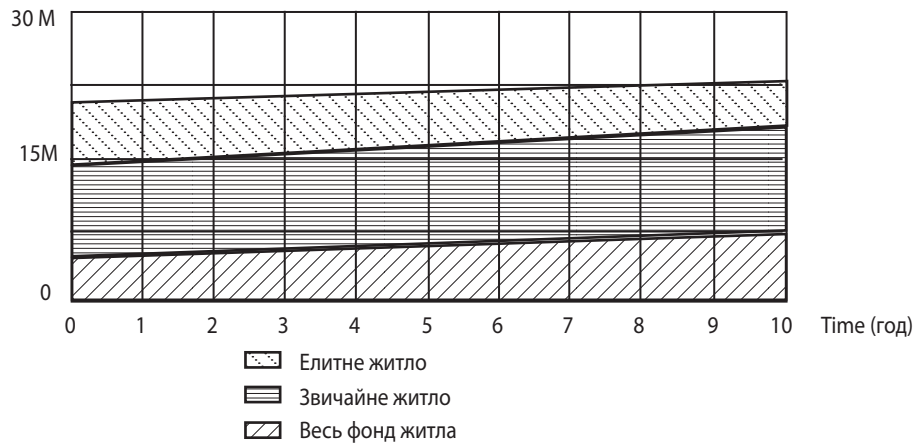


Рис. 8. Динаміка житла за типом за сценарієм збалансованості

залучити додаткових інвесторів. Також необхідно переглянути розподіл витрат на утримання житлового фонду, щоб сповільнити темпи його зношування. Отже, сценарій збалансування виявився найбільш ефективним із розглянутих.

Висновки. У статті було запропоновано модельний комплекс управління житлово-комунальним господарством міста. Для його побудови було здійснено аналітичний огляд деяких наявних моделей міських систем, виявлені їх переваги й недоліки. Для дослідження основних показників моделі було застосовано методи імітаційного та сценарного моделювання. У результаті моделювання отримано прогностичні значення таких важливих для міста показників, як обсяги фінансування будівництва та капітального ремонту житла, забезпеченість населення якісним і доступним житлом, обсяги нового та зношеного житла, співвідношення витрат на житлово-комунальні послуги й доходів населення, частка покриття необхідних витрат на адресні субсидії населенню та інші. На імітаційній моделі були змодельовані результати трьох сценаріїв фінансування житлового фонду міста, за результатами яких було обрано найкращий варіант за показником зростання забезпеченості населення житлом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ачкасов А. Є., Гелеверя Є. М., Косяк А. П. Житловий фонд Харківського регіону як капітал та об'єкт інвестування. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна*. 2011. № 935. С. 81–91.
2. Величко В. В., Гайденко С. М. Актуальні питання управління підприємствами житлово-комунального господарства в сучасних економічних умовах. *Економіка і суспільство*. 2016. № 4. С. 119–126.
3. Высоковский А. А. Взаимодействие региональных и местных органов власти в управлении пространственным развитием // Модернизация экономики и общественное развитие: материалы VIII Междунар. науч. конф. М.: ИД ГУ-ВШЭ, 2007. С. 338–347.
4. Высоковский А. А. Управление пространственным развитием. *Отечественные записки*. 2012. № 3 (48). С. 36–47.
5. Высоковский А. Теоретические модели пространственной организации города. *Городское управление*. 1998. № 1. С. 34–40.
6. Гелеверя Є. М., Косяк А. П. Організаційно-фінансові аспекти відновлення міського житлового фонду регіону. *Бизнес Информ*. 2011. № 1. С. 75–79.
7. Горохов А. В. Синтез и анализ моделей системной динамики регионального социально-экономического развития: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.13.10. М., 2003. 283 с.
8. Димченко О. В. Житлово-комунальне господарство в реформаційному процесі: аналіз, проектування, управління. Харків: ХНАМГ, 2009. 356 с.
9. Ефименко И. А. ЖКХ как сфера нормального функционирования жизнедеятельности населения. *Бизнес Информ*. 2009. № 11 (2). С. 35–36.
10. Качала Т. М. Корекція курсу реформування сфери житлово-комунальних послуг. *Комунальне господарство міст*. Серія: Економічні науки. 2010. Вип. 96. С. 15–23.
11. Кугаенко А. А. Основы теории и практики динамического моделирования социально-экономических объектов и прогнозирования их развития. М.: Вуз. кн., 1998. 392 с.
12. Лычкина Н. Н. Современные тенденции в имитационном моделировании. *Вестник университета*. Серія: Информационные системы управления. 2000. № 2. С. 135–141.
13. Малыгина С. Н. Метод синтеза сценарной динамической модели развития малого города севера России: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.01. Апатиты, 2003. 20 с.
14. Путилов В., Горохов А. Системная динамика регионального развития. Мурманск: НИЦ «Пазори», 2002. 307 с.
15. Ресин В. И., Попков Ю. С. Развитие больших городов в условиях переходной экономики. Системный подход. М.: Едиториал УРСС, 2000. 328 с.
16. Сьомкіна Т. В., Потапчик О. О. Моделювання якості послуг житлово-комунального господарства регіону: сценарно-імітаційний підхід // *Стійкий розвиток регіонів України на базі кластеризації та корпоратизації (галузевий аспект)*: колект. монографія/голов. ред. К. Ф. Ковальчук. Дніпропетровськ: ІМА-прес, 2012. 253 с.
17. Форрестер Дж. Динамика развития города. М.: Прогресс, 1974. 285 с.
18. Форрестер Дж. Мировая динамика. М.: АСТ; СПб.: Terra Fantastica, 2003. 379 с.

REFERENCES

- Achkasov, A. Ye., Heleveria, Ye. M., and Kosiak, A. P. "Zhytlovyi fond Kharkivskoho rehionu yak kapital ta ob'ekt investuvannia" [Housing fund of the Kharkiv region as a capital and object of investment]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina*, no. 935 (2011): 81-91.
- Dymchenko, O. V. *Zhytlovo-komunalne hospodarstvo v reformatsiinomu protsesi: analiz, proektivannia, upravlinnia* [Housing and Communal Services in the Reformation Process: Analysis, Design, Management]. Kharkiv: KhNAMH, 2009.
- Forrester, Dzh. *Dinamika rozvitiya goroda* [Dynamics of the city development]. Moscow: Progress, 1974.
- Forrester, Dzh. *Mirovaya dinamika* [World dynamics]. Moscow: ACT; St. Petersburg: Terra Fantastica, 2003.
- Gorokhov, A. V. "Sintez i analiz modeley sistemnoy dinamiki regionalnogo sotsialno-ekonomicheskogo rozvitiya" [Synthesis and analysis of models of system dynamics of regional social and economic development]: *avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk: 05.13.10*, 2003.
- Heleveria, Ye. M., and Kosiak, A. P. "Orhanizatsiino-finansovi aspekty vidnovlennia miskoho zhytlovoho fondu rehionu" [Organizational and financial aspects of the renovation of the city housing stock of the region]. *Biznes Inform*, no. 1 (2011): 75-79.
- Kachala, T. M. "Korektsiia kursu reformuvannia sfery zhytlovo-komunalnykh posluh" [Correction of the reform course in housing and communal services]. *Komunalne hospodarstvo mist. Seriia: Ekonomichni nauky*, no. 96 (2010): 15-23.
- Kugayenko, A. A. *Osnovy teorii i praktiki dinamicheskogo modelirovaniya sotsialno-ekonomicheskikh ob'ektov i prognozirovaniya ikh rozvitiya* [Fundamentals of theory and practice of dynamic modeling of socio-economic objects and forecasting their development]. Moscow: Vuzovskaya kniga, 1998.
- Lychkina, N. N. "Sovremennyye tendentsii v imitatsionnom modelirovanii" [Modern trends in simulation modeling]. *Vestnik universiteta. Seriya: Informatsionnyye sistemy upravleniia*, no. 2 (2000): 135-141.
- Malygina, S. N. "Metod sinteza stsenarnoy dinamicheskoy modeli rozvitiya malogo goroda severa Rossii" [Method of synthesis of a scenario dynamic model for the development of a small city in the north of Russia]: *avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.13.01*, 2003.
- Putilov, V., and Gorokhov, A. *Sistemnaya dinamika regionalnogo rozvitiya* [System dynamics of regional development]. Murmansk: NITs «Pazori», 2002.
- Resin, V. I., and Popkov, Yu. S. *Razvitiye bolshikh gorodov v usloviyakh perekhodnoy ekonomiki. Sistemnyy podkhod* [Development of large cities in a transition economy. Systems approach]. Moscow: Editorial URSS, 2000.
- Syomkina, T. V., and Potapchik, O. O. "Modeliuvannia yakosti posluh zhytlovo-komunalnogo hospodarstva rehionu: stsenarno-imitatsiinyi pidkhid" [Modeling the quality of housing and communal services in the region: scenario-simulation approach]. In *Stiiki rozvytok rehioniv Ukrainy na bazi klasteryzatsii ta korporatyzatsii (haluzevyi aspekt)* Dnipropetrovsk: IMA-pres, 2012.
- Velychko, V. V., and Haidenko, S. M. "Aktualni pytannia upravlinnia pidpriemstvamy zhytlovo-komunalnogo hospodarstva v suchasnykh ekonomichnykh umovakh" [Topical issues of management of housing and communal services enterprises in modern economic conditions]. *Ekonomika i suspilstvo*, no. 4 (2016): 119-126.
- Vysokovskiy, A. "Teoreticheskiye modeli prostranstvennoy organizatsii goroda" [Theoretical models of spatial organization of the city]. *Gorodskoye upravleniye*, no. 1 (1998): 34-40.
- Vysokovskiy, A. A. "Upravleniye prostranstvennym razvitiyem" [Spatial development management]. *Otechestvennyye zapiski*, no. 3 (48) (2012): 36-47.
- Vysokovskiy, A. A. "Vzaimodeystviye regionalnykh i mestnykh organov vlasti v upravlenii prostranstvennym razvitiyem" [Interaction of regional and local authorities in the management of spatial development]. *Modernizatsiya ekonomiki i obshchestvennoye razvitiye*. Moscow: ID GU-VShE, 2007. 338-347.
- Yefimenko, I. A. "ZhKKh kak sfera normalnogo funktsionirovaniya zhiznedeyatelnosti naseleniya" [Housing as a sphere of normal functioning of the vital activity of the population]. *Biznes Inform*, no. 11 (2) (2009): 35-36.