

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

КОЛОМЕЧЮК ВЛАДИСЛАВ ВІКТОРОВИЧ

УДК 330.31:[911.375:004.89(043.5)]

ДИСЕРТАЦІЯ
ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНІ ЗАСАДИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ
РОЗУМНОГО МІСТА

Спеціальність 051 «Економіка»

Галузь знань 05 «Соціальні та поведінкові науки»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

В. В. Коломечюк

Науковий керівник: Войчук Максим Володимирович, к.е.н

Дисертація є ідентичною іншим примірникам дисертації

Голова разової спеціалізованої вченої ради ДФ 32.051.013

д.е.н.

Н. Л. Хомюк

Луцьк – 2021

АНОТАЦІЯ

Коломечюк В. В. Організаційно-економічні засади сталого розвитку розумного міста. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 051 «Економіка» – Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, 2021.

У дисертаційній роботі здійснено обґрунтування теоретико-методичних підходів та розроблено практичні рекомендації щодо організаційно-економічних засад сталого розвитку розумного міста. Здійснене узагальнення наукових праць українських і зарубіжних вчених дало змогу розробити комплексний підхід до визначення розумного міста як, такого міста, що базується на сталому та інклюзивному розвитку, що в перспективі уможлиблює, на взаємопосилюючій основі, використання всіх наявних ресурсів і технологій задля скоординованого функціонування на тлі глобальних екологічних, економічних та соціальних тенденцій.

Завдяки застосуванню системного методу здійснено удосконалення концептуальних підходів щодо визначення процесів формування та закріплення концепції розумного міста, які, на відміну від наявних, пропонується розглядати в розрізі кількох рівнів, що є взаємопов'язаними та нерозривними як в часових, так і в просторових рамках, й формують чотири періоди розвитку концепції розумного міста, в основу яких покладено процес еволюції концепції сталого розвитку, зокрема сходження від глобального до локального рівнів.

Здійснений аналіз світових тенденцій щодо імплементації концепції розумного міста дозволив систематизувати досвід та особливості процесів формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста у зарубіжних країнах. Зокрема, особливу роль приділено розвитку даних процесів у країнах Європейського Союзу.

Обґрунтовано, що процес сталого розвитку розумних міст нерозривно пов'язаний з процесами сталого, інклюзивного та розумного

розвитку економіки в цілому. На основі дослідження підходів до трактування та розгляду українськими та зарубіжними науковцями понять сталого, інклюзивного та розумного міста сформовано авторський підхід до їх визначення. Акцентовано увагу на поліструктурності концепції сталого розвитку розумного міста, що включає в себе такі категорії, як цифрове місто, інформаційне місто, віртуальне місто, повсюдне місто та інклюзивне місто.

З метою здійснення комплексної діагностики процесів забезпечення сталого розвитку розумних міст та удосконалення організаційно-економічного забезпечення даного процесу удосконалено методичний підхід до діагностики сталого розвитку розумного міста котрий, на відміну наявних, охоплює послідовну реалізацію етапів дослідження на макро-, мезо, мікрорівнях: стратегічний аналіз та оцінку можливостей сталого розвитку розумних міст в Україні на макро- та мезорівнях; аналіз ефективності використання наявного потенціалу сталого розвитку розумних міст на мікрорівні; моделювання, розробка напрямів підвищення ефективності використання наявного потенціалу та формування організаційно-економічного механізму сталого розвитку розумних міст.

З метою проведення стратегічного аналізу передумов, оцінки можливостей та аналізу ефективності наявного потенціалу сталого розвитку розумних міст в Україні систематизовано та охарактеризовано групи факторів: нормативно-правові, інституційні, соціальні, економічні, екологічні. При цьому, вплив соціальних, економічних та екологічних факторів здійснено з урахуванням різних рівнів економічної системи, а саме макро-, мезо-, та мікрорівнів.

Запропонований авторський методичний підхід до діагностики процесів сталого розвитку розумного міста передбачає побудову інтегрального індексу сталого розвитку розумного міста, що уможливорює формування набору відповідних характеристик базового рівня, які можуть бути представлені 19-ма стандартними статистичними показниками.

Здійснення інтегральної оцінки сталого розвитку розумного міста, зокрема, передбачає проведення оцінки на шести рівнях: I (базовий) рівень оцінки, що включає статистичні дані, які характеризують потенціал та можливості розвитку розумного міста, зокрема, відображають рівень розумності соціальної сфери, економічної та екологічної систем, інфраструктури міста; II рівень оцінки, що передбачає характеристику передумов формування та забезпечення розвитку розумних міст на макрорівні; III рівень оцінки, що передбачає характеристику передумов формування та забезпечення розвитку розумних міст на мезорівні; IV рівень оцінки, що передбачає характеристику структурних компонентів потенціалу розумного розвитку міста (розумне суспільство, розумна економіка, розумна екосистема, розумна інфраструктура) на основі часткових індексів розумного розвитку міста (індекс розумності, соціальної сфери, індекс розумності економічної системи, індекс розумності екологічної системи); V рівень оцінки, що передбачає проведення комплексної оцінки розвитку розумного міста на основі розрахунку інтегрального індексу сталого розвитку розумного міста; VI рівень оцінки передбачає проведення моделювання процесів розумного розвитку міста на основі побудови множинної регресійної моделі сталого розвитку розумного розвитку міста.

За результатами проведеної діагностики процесів забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні за період 2015–2019 років, виявлено позитивну динаміку передумов розвитку розумних міст на макрорівні. Водночас визначено, що передумови формування сталого розвитку міст в Україні на мезорівні є недостатньо сприятливими попри загальну позитивну динаміку протягом зазначеного періоду. На основі розрахованих індексів передумов сталого розвитку розумних міст на макро- та мезорівнях, використовуючи двофакторний кореляційний аналіз, було побудовано поля кореляційної залежності між частковими та інтегральним індексом передумов розвитку розумних міст на мезорівні.

Даний підхід та отримані результати дають можливість зробити попередній висновок щодо значного впливу показників соціальної та економічної сфер макrorівня на відповідні процеси на мезорівні та відносно незначний вплив показників розвитку екологічної сфери макrorівня на розвиток відповідної сфери на мезорівні. Крім того виявлено диспропорцію розмежування міст України за інтегральним індексом сталого розвитку у 2019 році, що дає підстави стверджувати про відносно низький рівень сталого розвитку розумних міст в Україні.

За результатами проведеного моделювання визначено, що найбільший вплив на забезпечення процесів сталого розвитку розумного міста має розвиток соціальної сфери, відповідно дещо менший вплив економічної сфери та найменший вплив здійснює екологічна сфера. На основі проведеної діагностики запропоновано організаційно-економічний механізм управління процесами сталого розвитку розумного міста, що передбачає визначення суб'єктів управління, системи принципів, методів та інструментів використання яких в процесі впливу на об'єкт управління сприятиме досягненню стратегічного результату, а саме сталого розвитку розумних міст. Серед суб'єктів управління визначено міську владу, жителів міста, бізнес структури та ОГС; серед принципів управління виділено такі – об'єктивності, науковості, рівності, пріоритетності, публічності, обґрунтованості, узгодженості інтересів. Методи управління згруповано в чотири групи, зокрема, адміністративні (стратегічне планування, моніторинг та контроль, розробка та реалізація політики місцевого розвитку), економічні (субсидювання, пільгове кредитування, смарт-спеціалізація), соціальні (підвищення освітнього та наукового потенціалу громади, збереження культурної та історичної спадщини), екологічні (контроль за якістю питної води, зменшення забруднення, запровадження альтернативних джерел енергії, утилізація відходів).

Запропоновано набір інструментів управління сталим розвитком розумного міста, що включає серед іншого такі інструменти як

інтегрований тариф, управління проектами і програмами розвитку розумних міст, е-управління, корпоративну соціальну відповідальність бізнесу, створення інноваційних кластерів, створення відкритих баз даних, запровадження інтегральної системи комунікації між стейкхолдерами, запровадження та імплементація яких базується на принципах комплексності та системності, а досягнення результату передбачає використання синергетичного підходу.

Обґрунтовано важливість та необхідність запровадження системи інтегрованого тарифу здатне зробити громадський транспорт більш ефективнішим і надійнішим та у свою чергу, може допомогти вирішити такі проблеми як затори, забруднення повітря та інші міські проблеми. Так, імплементація нової інтегрованої системи оплати проїзду потребує великих інвестицій з точки зору обладнання та ресурсів, а проте виправдане впровадженням нових технологій, що відбуваються паралельно із вдосконаленням належних пропонованих інноваційних послуг для громадян у місті загалом. Крім того, реалізація інструменту передбачає забезпечення мешканців інформацією, що стосується правил та нововведень, що застосовуються, а отже передбачають використання ІКТ та їх інтеграцію у систему життєзабезпечення міста.

Ключові слова: місто, розумне місто, сталий розвиток, організаційно-економічне забезпечення, розумний розвиток.

ANNOTATION

Kolomechiuk V. V. Organizational and economic principles of smart city sustainable development. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for a Doctor of Philosophy in specialty 051 «Economics» – Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, 2021.

The dissertation conducted theoretical and methodological approaches and practical recommendations on the organizational and economic principles of smart city sustainable development. The generalization of scientific works of Ukrainian and foreign scholars made it possible to develop a comprehensive approach to the definition of smart city as, such a city based on sustainable and inclusive development, which in perspective enables, using all available resources and technologies in order to coordinated functioning on the environmental, economic and social trends.

Due to the use of the system method, the improvement of conceptual approaches to determine the processes of formation and consolidation of the concept of a smart city, which, unlike available, is proposed to be considered in a section of several levels that are interconnected and inextricable both in time and spatial frameworks, and in spatial frameworks, form four periods of development of the concept of a smart city based on the process of evolution of the concept of sustainable development, in particular climbing from global to local levels.

The analysis of world tendencies on the implementation of the concept of a smart city allowed to systematize the experience and features of the processes of formation and ensuring sustainable development of a smart city in foreign countries. In particular, special attention is paid to the development of these processes in the countries of the European Union.

It is substantiated that the process of sustainable development of smart cities is inextricably linked with the processes of sustainable, inclusive, and

smart economic development in general. Based on research approaches to the interpretation and consideration of Ukrainian and foreign scholar's concepts of sustainable, inclusive, and smart cities was formed author's approach to their definition. It was brought to a focus on the concept of sustainable development of the smart city, which includes categories such as digital city, informational city, virtual city, ubiquitous city, and inclusive city.

In order to implement a comprehensive diagnostic process for sustainable development of smart cities and improve the organizational and economic support of the process, a methodical approach to diagnosing the sustainable development of a smart city which, in contrast to the available, covers a consistent implementation of the stages of the research on macro-, meso-, and micro levels: strategic analysis and evaluation of the sustainable development of smart cities in Ukraine at the macro-and meso-levels; analysis of the effectiveness of using the existing potential of sustainable development of smart cities on the micro-level; simulation, development of directions for improving the efficiency of the use of existing potential and formation of the organizational and economic mechanism of sustainable development of smart cities.

In order to conduct a strategic analysis of prerequisites, assessing opportunities and analysis of the effectiveness of the existing potential of sustainable development of intelligent cities in Ukraine are systematized and characterized groups of factors: normative-legal, institutional, social, economic, environmental. At the same time, the influence of social, economic, and environmental factors is carried out taking into account different levels of the economic system, namely macro, meso-, and micro-levels.

The proposed author's methodological approach to the diagnosis of the processes of sustainable development of a smart city provides for the construction of an integral index of sustainable development of a smart city, which makes it possible to form a set of appropriate base level characteristics that can be represented by 19 standard statistical indicators. The implementation

of the integral assessment of the sustainable development of a smart city, in particular, provides for evaluation on six levels: I (basic) level of evaluation, which includes statistical data that characterize the potential and the possibility of developing a smart city, in particular, reflect the level of smartness of social sphere, economic and environmental systems, infrastructure of the city; II level of evaluation characterizing the preconditions for the formation and provision of development of smart cities on the macro level; III level of evaluation, characterizes the preconditions for the formation and ensuring the development of smart cities in the meso level; IV level of evaluation characterizes the structural components of the potential of smart development of the city (smart society, smart economy, smart ecosystem, smart infrastructure) based on partial indexes of smart development of the city (index of smartness of the social sphere, the index of smartness of the economic system, the index of smartness of the ecological system); V level of evaluation involves a comprehensive assessment of the development of a smart city based on the calculation of the integral index of sustainable development of a smart city; VI level of evaluation involves simulation the processes of smart development of the city based on the construction of a multiple regression model of sustainable development of smart development of the city.

The results of the diagnostic process for sustainable development of smart cities in Ukraine for the period 2015–2019, revealed positive dynamics of the prerequisites of smart cities at the macro level. At the same time, it is determined that the preconditions for the formation of sustainable development of cities in Ukraine on meso-level are not sufficiently favorable, despite the general positive dynamics during the specified period. Based on the calculated index preconditions for sustainable development of smart cities in the macro- and meso-level using two-factor correlation analysis, it was built field correlation between partial and integral index preconditions of smart cities at the meso-level. This approach and the results made it possible to make a preliminary conclusion about the significant impact indicators of social and

economic spheres of the macro-level to the relevant processes at the meso-level and relatively few impact indicators in environmental areas at the macro-level on the development relevant areas at the meso-level. In addition, the disproportion of separation of Ukrainian cities was revealed by the integral index of sustainable development in 2019, which gives grounds for asserting a relatively low level of sustainable development of smart cities in Ukraine.

The results of the simulation are determined that the greatest influence on ensuring the processes of sustainable development of a smart city has the development of the social sphere, respectively, a slightly smaller influence of the economic sphere, and the smallest influence is carried out by the ecological sphere. On the basis of the diagnosis was suggested organizational and economic mechanism of sustainable development intelligent city, which involves determining the subjects of management system principles, methods, and tools, the use of which, in the process of influencing the object of management, will contribute to the achievement of a strategic result respectively a sustainable development of smart cities. Among the subjects of management identified the city government, residents, businesses, and civil society; among the principles of management are allocated such – objectivity, scientific, equality, priority, publicity, validity, coherence of interests. Methods of management are grouped into four groups, in particular administrative (strategic planning, monitoring and control, development and implementation of local development policy), economic (subsidizing, preferential lending, smart specialization), social (increasing the educational and scientific potential of the community, preservation of cultural and historical heritage), environmental (drinking water quality control, pollution reduction, the introduction of alternative energy sources, waste disposal).

A set of tools for managing sustainable development of a smart city is proposed, which includes tools such as an integrated tariff, project and programs management for the development of smart cities, E-governance, business corporate social responsibility, creation of innovation clusters, creation of open

databases, the introduction of an integrated communication system between stakeholders, introduction, and implementation of which is based on the principles of complexity and systematization, and achieving the result involves the use of a synergistic approach.

The importance and necessity of introducing an integrated tariff system are substantiated, can make public transport more efficient and reliable and, in turn, can help solve such problems as congestion, air pollution, and other urban problems. Thus, the implementation of a new integrated fare system requires large investments in terms of equipment and resources, however justified the introduction of new technologies, in parallel with the improvement of appropriate innovative services offered to citizens in general. In addition, the implementation of the tool involves providing residents with information on the rules and innovations that apply, and thus involves the use of ICT and their integration into the life support system of the city.

Key words: city, smart city, sustainable development, organizational and economic support, smart development.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Статті в наукових виданнях та виданнях, внесених до
наукометричних баз даних**

1. Коломечюк В. Методичні підходи до діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста. *Інноваційна економіка*. 2021. № 3-4 (2021). С. 103–109. [фахове видання категорії Б, *Index Copernicus*] (0,78 д.а.).
2. Pavlikha N., Kolomechiuk V. Patterns and Dynamics of the Formation of Smart Cities in the World and in Ukraine / N. Pavlikha, V. Kolomechiuk // *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. - 2018. - № 2. - С. 42-47. [фахове видання, *Index Copernicus*] (Особистий внесок автора: здійснено порівняльний аналіз основних здобутків у впровадженні розумних міст в Україні та світі, зокрема на прикладі країн Європейського Союзу: 0,54 д.а., автору належить 0,40 д.а.).
3. Tsymbaliuk, I., Voichuk, M., Kolomechiuk, V., & Uniga, O. (2018). Labor market development as a prerequisite for smart city formation. *International Journal of New Economics and Social Sciences*, 8 (2), 111–112. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9928> [*Index Copernicus*]. (Особистий внесок автора: за результатами проведеного аналізу розвитку регіональних ринків праці автором визначені перспективи становлення «розумних міст»: 0,48 д.а., автору належить 0,11 д.а.)
4. Kolomechiuk, V. (2018). Priorities of Canada urban development: from sustainable to smart cities. *International Journal of New Economics and Social Sciences*, 8(2), 181–183. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9942>. [*Index Copernicus*] (0,49 д.а.).
5. Kolomechiuk, V. (2019). Barriers and Challenges for the Implementation of the Integrated Tariff in Ukraine on the Case of Kyiv City. *Economic and Regional Studies / Studia Ekonomiczne i Regionalne*, 12(4), 428–443. <https://doi.org/10.2478/ers-2019-0038>. [*Index Copernicus*] (1,9 д.а.).

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав

1. Pavlikha N., Tymbaliuk I., Voichuk M., Kolomechiuk V. City marketing as the integrated development instrument: sustainable development and smart growth - *2nd International Scientific Conference on Business and Economics (ISCBE'18) "Business Education in the 21st Century"*, May 25, 2018 Tetovo, Republic of Macedonia. Pg. 32. (0,03 д.а.).

Розділи у колективних монографіях

1. Pavlikha N., Kolomechiuk V. Ecological security of smart cities development: reality and expectations – *International and National Security: Politics, Information, Ecology, Economy: collective monograph/ ed. by A. Mytko. Kyiv: MPBP "Hordon", 2018. Pg. 206-215. (Особистий внесок автора: проаналізовано фактори, що визначають сучасне розумне екомісто, а також вивчено досвід країн, що реалізують концепцію розумного міста із впровадженням безпекових та екологічних елементів: 0,47 д.а., автору належить 0,35 д.а.).*

2. Pavlikha N., Voichuk M., Kolomechiuk V. Leipzig Charta: sustainable city development for smart future perspective in European Union // *Collective monograph. – 2018. – Pg. 117–127. (Особистий внесок автора: проаналізовано комплексний сталий розвиток міст на основі нормативно-правових документів: 0,44 д.а., автору належить 0,14 д.а.).*

Опубліковані праці апробаційного характеру

1. Павліха Н., Коломечюк В. Соціальна відповідальність бізнесу як каталізатор розвитку розумних міст. - Н. Павліха, В. Коломечюк. // *Проблеми розвитку малих відкритих економік: матеріали виступів Всеукр. форуму з проблем міжнар. екон. відносин (в онлайн-форматі). 18 квіт. 2018 р. Житомир: ЖДТУ, 2018. – С. 91–95. (Особистий внесок автора: досліджено активізацію інноваційного розвитку бізнесу, що в результаті дає поштовх розвитку людського капіталу, інфраструктури та навколишнього природного середовища. Виявлено, що розвиток розумних міст неможливий*

без тісної взаємодії міста та бізнес сфер, що впливають на функціонування міських елементів: 0,23 д.а., автору належить 0,13 д.а.).

2. Коломечюк В. Світовий досвід щодо формування розумних міст. - *Сучасні тренди міжнародних економічних відносин & Управління проектами Європейського Союзу*. матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. 20–22 верес., 2018 р. Луцьк: Вежа-Друк, 2018. С. 241–245. *(0,21 д.а.).*

3. Войчук М., Коломечюк В. Управління трансформаційними проектами в сучасному місті: європейський досвід. - *Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції «Управління соціально-економічними трансформаціями у сучасному місті»* – Київ: 2018. С. 5-7. *(Особистий внесок автора: досліджено кращі практики Європейського Союзу у сфері управління трансформаційними проектами в сучасному місті: 0,13 д.а., автору належить 0,06 д.а.).*

4. Павліха Н., Войчук М., Коломечюк В. Особливості розвитку малого і середнього бізнесу в Канаді: перспективи для України. // *Україна-Канада: Матеріали I Міжнародного науково-практичного конгресу з канадознавства*. – 2018. – С. 112–116. *(Особистий внесок автора: досліджено відмінності між розвитком малого і середнього бізнесу у містах Канади та України, а також формування відповідного бізнес-клімату: 0,17 д.а., автору належить 0,05 д.а.).*

5. Коломечюк В. Підтримка ефективності управління проектами: інструменти формування та розвитку розумних міст. – *Сучасні тренди підготовки фахівців з управління проектами та програмами*: матеріали підсумкової наук.-практ. конф. 23 квіт. 2018 р. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т. імені Лесі Українки, 2018. – С. 82–86. *(0,20 д.а.).*

6. Коломечюк В., Лугова М. Транспорт. Європейський Союз. Частина 2. Сфери діяльності Європейського Союзу. Тема 20. Транспорт/ *Європейський Союз: навч. посіб.* / [А. О. Бояр (кер. авт. кол.), Н. П. Карпчук, Н. І. Романюк та ін.]; за ред. А. О. Бояра, С. В. Федонюка. Київ: ФОП Маслаков, 2020. С. 283-295. *(Особистий внесок автора: проаналізовано та*

досліджено нормативно-правову базу транспортної системи Європейського Союзу. Здійснено порівняльну характеристику фундаментальних проектів ЄС у сфері транспорту. Виокремлено розумну мобільність, як пріоритетну галузь розвитку транспортної системи ЄС: 0,59 д.а., автору належить 0,39 д.а.).

ЗМІСТ

ВСТУП.....	18
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РОЗУМНОГО МІСТА.....	25
1.1. Концептуальні засади формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста.....	25
1.2. Досвід зарубіжних країн щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста.....	40
1.3. Методичні підходи до діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста.....	56
Висновки до розділу 1.....	78
РОЗДІЛ 2. ДІАГНОСТИКА ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РОЗУМНИХ МІСТ В УКРАЇНІ.....	80
2.1. Стратегічний аналіз передумов формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на макрорівні.....	80
2.2. Оцінка можливостей формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на мезорівні.....	101
2.3. Аналіз ефективності використання наявного потенціалу щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на мікрорівні.....	122
Висновки до розділу 2.....	143
РОЗДІЛ 3. УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО ФОРМУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РОЗУМНИХ МІСТ.....	144
3.1. Моделювання процесів використання наявного потенціалу щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст.....	144
3.2. Організаційно-економічний механізм сталого розвитку розумного міста.....	184

3.3. Рекомендації щодо вдосконалення системи функціонування інтегрованого тарифу як інструменту управління розвитком розумного міста.....	201
Висновки до розділу 3.....	219
ВИСНОВКИ.....	220
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	224
ДОДАТКИ.....	244

ВСТУП

Актуальність теми. Процеси цифрової трансформації економіки формують нові орієнтири еволюції соціальних систем, зокрема підходів до управління розвитком просторових систем, серед яких значну роль відведено містам. Водночас імплементація концепції сталого розвитку людства на різних рівнях економіки закладає основи принципово нових організаційно-економічних механізмів еволюції просторових форм організації суспільства. Так, формування нової урбаністичної парадигми, завдяки своїй комплексності та міждисциплінарності, вимагає пошуку нових науково-практичних рішень в економіці. У цьому контексті питання організаційно-економічних засад формування й забезпечення сталого розвитку розумного міста набуває особливого значення. З огляду на це обрана тема дисертаційного дослідження є своєчасною та актуальною.

Попри це використання інноваційних підходів до управління розвитком міст і міських поселень як складова частина політики місцевого розвитку, особливо інтеграція ІКТ та систем розумної взаємодії стейкхолдерів, наразі не мають широкого застосування, що зумовлено відсутністю теоретичних розробок, які спроможні обґрунтувати системний підхід і методики діагностики можливостей та потенціалу міських спільнот у цій сфері. Водночас імплементація глобальних цілей сталого розвитку ООН у стратегічних документах щодо еволюції держав, їхніх регіонів і територіальних одиниць підтверджує практичну значущість такого наукового дослідження. Попри значний обсяг публікацій із тематики сталого розвитку держави, регіонів та територіальних громад, питання використання потенціалу з формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст залишаються недостатньо розробленими.

Теоретико-методологічні й прикладні положення сталого розвитку економіки розкрито в наукових працях таких учених, як Ф. Беркес, В. Вернадський, Ю. Барський, Б. Буркінський, Л. Гринів, Б. Данилишин,

М. Долішній, В. Кравців, Д. Макларен, Л. Мельник, Н. Павліха, В. Павлов, С. Харічков, М. Войчук, М. Хвесик, І. Цимбалюк та ін. Дослідження проблем соціально-економічного розвитку міст, зокрема, формування розумних міст і забезпечення їхнього сталого розвитку, здійснювали такі науковці як В. Бабаєв, Л. Бакалова, І. Буднікевич, Г. Еверс, С. Запорожець, О. Карий, О. Карлова, Л. Керол, І. Маєргойз, З. Сіройч, Н. Фролова, Дж. Форрестер, І. Цимбалюк, Л. Шевчук, С. Шульц, Н. Хомюк, С. Щеглюк, О. Корнелюк та ін.

Попри значний обсяг публікацій із зазначеної тематики, потребують глибшого обґрунтування теоретико-методичні й практичні рекомендації щодо організаційно-економічних засад сталого розвитку розумного міста. Наведені положення зумовили актуальність, наукову та практичну цінність дисертаційної роботи, основні цілі й завдання дослідження.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Наукові результати, отримані під час виконання дослідження, впроваджено в процесі виконання науково-дослідної діяльності виробничої лабораторії проєктів та ініціатив Волинського національного університету імені Лесі Українки, зокрема в межах виконання таких держбюджетних тем: «Розвиток регіональних ринків в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів: механізми конкуренції та конвергенції» (державний реєстраційний номер 0118U001094), де розкрито закономірності й динаміку формування розумних міст у світі та Україні, а також обґрунтовано напрями розвитку ринку праці як передумови розумного розвитку міста; «Безпека сталого розвитку регіонів та територіальних громад України на засадах інклюзивного зростання» (державний реєстраційний номер 0120U102632), у межах якої розроблено рекомендації щодо запровадження інтегрованого тарифу як невід'ємної складової частини розумної мобільності міста.

Мета й завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи – теоретико-методичне обґрунтування та розробка практичних рекомендацій щодо

вдосконалення організаційно-економічного механізму формування й забезпечення сталого розвитку розумного міста.

Для досягнення зазначеної мети поставлено та виконано такі завдання:

- удосконалити концептуальні засади формування й забезпечення сталого розвитку розумного міста;
- розкрити досвід зарубіжних країн щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста;
- розвинути методичні підходи до діагностики процесів формування й забезпечення сталого розвитку розумного міста;
- здійснити стратегічний аналіз передумов та оцінки можливостей формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на макро-, мезорівнях;
- провести аналіз ефективності використання наявного потенціалу сталого розвитку розумних міст в Україні на мікрорівні;
- здійснити моделювання та визначити напрями підвищення ефективності застосування наявного потенціалу сталого розвитку розумних міст;
- розробити організаційно-економічний механізм сталого розвитку розумних міст;
- сформувати рекомендації щодо вдосконалення управління сталим розвитком розумних міст.

Об'єкт дослідження – організаційно-економічні процеси формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста.

Предмет дослідження – теоретичні, методичні й практичні засади організаційно-економічного механізму формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста.

Методи дослідження. Методологічні засади дослідження ґрунтуються на фундаментальних положеннях економічної теорії, класичних і сучасних теоріях розвитку продуктивних сил та регіональної економіки, сталого,

розумного й інклюзивного розвитку економіки управління, європейської інтеграції тощо.

Нами застосовано загальноприйняті в економічній науці методи: монографічний, теоретичного та порівняльного аналізу (пп. 1.1; 1.2); аналізу й синтезу, системно-структурний, абстрактно-логічний, статистичних групувань (пп. 1.3; 2.1); економіко-статистичний, графічний (пп. 2.2.; 2.3); структурно-логічного аналізу та синтезу, наукового узагальнення, економіко-математичного моделювання (пп. 3.1; 3.2; 3.3).

Інформаційною базою дослідження слугували законодавчі й нормативні акти Верховної Ради, Кабінету Міністрів України, укази Президента України; нормативно-правові документи Міністерства енергетики, Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, Міністерства інфраструктури, Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства, Міністерства розвитку громад та територій і Міністерства цифрової трансформації України; офіційні матеріали Державної служби статистики України та її регіональних підрозділів; інформаційні матеріали, опубліковані в українських та закордонних наукових періодичних виданнях; законодавчі й нормативні акти Європейського Союзу; електронні ресурси, представлені в мережі Інтернет; результати власних досліджень здобувача, аналітичні розрахунки.

Наукова новизна одержаних результатів й особистий внесок дисертанта полягають у поглибленні теоретичних засад, обґрунтуванні важливості та розробці організаційно-економічного механізму сталого розвитку розумного міста.

Основні положення дисертації, які визначають її новизну й винесені на захист, полягають у такому:

удосконалено:

– концептуальні підходи щодо визначення процесів формування та закріплення концепції розумного міста, які, на відміну від наявних, пропонується розглядати в розрізі кількох рівнів, що є взаємопов'язаними та

нерозривними як у часових, так і в просторових рамках, і формують чотири періоди розвитку концепції розумного міста, в основу котрих покладено процес еволюції концепції сталого розвитку, зокрема сходження від глобального до локального рівнів;

– методичний підхід до діагностики сталого розвитку розумного міста, що, на відміну наявних, охоплює послідовну реалізацію етапів дослідження на макро-, -мезо, мікрорівнях: стратегічний аналіз та оцінку можливостей сталого розвитку розумних міст в Україні на макро- й мезорівнях;

дістали подальший розвиток:

– оцінювання ефективності використання потенціалу сталого розвитку розумного міста на основі інтегрального показника, розрахунок якого ґрунтується на аналізі й систематизації часткових показників, котрі характеризують соціальну сферу, економічну та екологічну ситуації в місті;

– моделювання, розробка напрямів підвищення ефективності застосування наявного потенціалу й формування організаційно-економічного механізму сталого розвитку розумних міст;

– аналіз ефективності використання наявного потенціалу сталого розвитку розумних міст на мікрорівні.

Практичне значення одержаних результатів. Висновки та пропозиції, одержані в процесі дослідження, спрямовані на імплементацію організаційно-економічного механізму сталого розвитку розумного міста. Пропозиції й ключові положення дисертаційної роботи пройшли апробацію та прийняті до впровадження в діяльність:

– Управління економічного розвитку та торгівлі Волинської обласної державної адміністрації – пропозиції щодо оновлення принципів та засад стратегічного управління економічним розвитком міських територіальних громад (довідка № 458/03-16/2-21 від 18.06.2021 р.);

– Луцької районної ради – рекомендації для поглиблення наявних і формування нових організаційно-економічних засад сталого розвитку

розумного міста для населених пунктів, що розміщені в межах району (довідка №372/03-25/2-21 від 14.06.2021 р.).

Теоретико-методичні положення дисертаційної роботи можуть бути використані для прийняття практичних рішень керівниками й спеціалістами, органами державного та регіонального управління, місцевого самоврядування для опрацювання сучасних підходів сталого розвитку розумних міст.

Основні теоретичні висновки, науково-практичні рекомендації здобувача впроваджено в навчальний процес Волинського національного університету імені Лесі Українки під час видання навчально-методичних матеріалів для підготовки здобувачів вищої освіти в процесі проведення лекційних та практичних занять із таких дисциплін, як «Мікроекономічний аналіз та моделювання процесів сталого розвитку», «Сталий розвиток міста», «Смарт економіка», «Управління міжнародними проектами та програмами», «Планування розвитку регіонів і територіальних громад», «Управління розвитком регіонів і територіальних громад» (довідка № 03-28/01/1466 від 31.05.2021 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна праця є самостійно виконаним дослідженням. Усі наукові результати, які викладено в роботі та винесено на захист, відображені в публікаціях. Із наукових праць, виконаних у співавторстві, у дисертації використано лише ті ідеї й положення, котрі є результатом особистої роботи здобувача.

Апробація результатів дослідження. Основні результати, положення та висновки дослідження обговорено й схвалено на 8 міжнародних і всеукраїнських науково-практичних конференціях, серед яких – Всеукраїнський форум з проблем міжнародних економічних відносин (м. Житомир, 2018 р.); Україна-Канада: I Міжнародний науково-практичний конгрес з канадознавства (Луцьк, 2018 р.); «Управління соціально-економічними трансформаціями у сучасному місті» (м. Київ, 2018 р.); «Сучасні тренди підготовки фахівців з управління проектами та програмами»

(м. Луцьк, 2018 р.); «2nd International scientific conference on business and economics» (Tetovo, 2018 р.); «Сучасні тренди міжнародних економічних відносин & Управління проектами Європейського Союзу» (м. Луцьк, 2018 р.); «Сталий інклюзивний розвиток регіону в умовах децентралізації» (м. Луцьк, 2021 р.); «Розумне місто як сучасний тренд сталого просторового розвитку» (м. Луцьк, 2021 р.).

Публікації. За результатами дослідження опубліковано 14 наукових праць загальним обсягом 6,4 друк. арк., із яких автору належить 5,2 друк. арк.; серед них у наукових фахових виданнях видано 2 статі, із них 2 – у виданнях України, уключених до міжнародних наукометричних баз даних, 2 статті – у виданнях інших держав, із них 2 – у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу; 2 – публікації в колективних монографіях; 1 – навчальний посібник у співавторстві; 8 – праць апробаційного характеру.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Основний текст дослідження становить 206 сторінок. Робота містить 63 таблиці, 34 рисунків і 8 додатків. Список використаних джерел уключає 170 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РОЗУМНОГО МІСТА

1.1. Концептуальні засади формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста

Філософія сталого розвитку, що є відображенням всеохопної концепції еволюції людства, формує нові стратегічні пріоритети соціально-економічного дискурсу. Зокрема, еволюцію концепції сталого розвитку відображено в методологічних підходах до просторової організації суспільних відносин. Відповідно, сталий розвиток просторових систем як форма організації й забезпечення високої якості життя людини дала поштовх до зміни підходів і стратегій в еволюції держав, регіонів, міст та територіальних громад. Запропоновані міжнародною і європейською спільнотами принципи викладені в Лейпцизькій хартії «Міста Європи на шляху сталого розвитку», Стратегія розумного, сталого та інклюзивного зростання «Європа 2020», «Європа 2030» і Глобальні цілі сталого розвитку ООН є ілюстрацією підходів до сталого розвитку на мікро-, мезо-, макро- й мегарівнях.

Діяльність Європейського Союзу – це здебільшого показовий приклад взаємодії задля досягнення спільних цілей. Зокрема, принципи колективної локалізації проблем і прийняття рішень із чітким визначенням системи внутрішніх та зовнішніх чинників є практичним відображенням концепції інклюзивного розвитку задля досягнення цілей сталого розвитку. Стратегія «Європа 2020» і «Європа 2030» є еталонними документами, де чітко проілюстровано акцентування на трьох взаємопов'язаних пріоритетах, що є відображенням поширення концепції сталого просторового розвитку. Так,

перетворення європейської економіки на розумну, сталу й інклюзивну систему, що повинно бути досягнуто завдяки забезпеченню розумного, сталого та інклюзивного зростання, на практиці означає високий рівень зайнятості, продуктивності й соціальної згуртованості [52].

Задля чіткого визначення концептуальних засад та теоретико-методичних підходів до процесів формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст необхідною умовою є характеристика трьох ключових понять, а саме: сталого, інклюзивного й розумного розвитку.

Діяльність Європейського Союзу в цьому контексті є еталонним зразком. Так, криза та інші глобальні явища знищили роки економічного й соціального прогресу і виявили структурні слабкі місця в економіці Європи. Проте здається очевидним те, що ЄС може досягти успіху, якщо реагуватиме й діятиме на внутрішні та зовнішні чинники, передусім, колективно. Рушієм такого колективного успіху стала стратегія «Європа 2020», яка допомогла вийти з кризи та перетворити ЄС на розумну, стійку й всеосяжну економіку, що забезпечує високий рівень зайнятості, продуктивності та соціальної згуртованості. Документ покликаний забезпечити стратегічне бачення соціальної ринкової економіки Європи на період XXI ст. У стратегії «Європа 2020» чітко представлено три взаємопов'язані пріоритети:

- розумне зростання як розвиток економіки на основі знань та інновацій.
- стале зростання через сприяння більш ефективному використанню ресурсів, екології й конкурентоспроможності.
- інклюзивне зростання завдяки сприянню розвитку сектору економіки із високою зайнятістю, що забезпечує соціальну та територіальну згуртованість [52].

Ці три етапи зростання взаємопов'язані, а також накладаються на міста й, відповідно, поєднання цих трьох складників, урешті, виокремлює розумне місто. Наприклад, кращий рівень освіти допомагає працевлаштуванню, а прогрес у збільшенні рівня зайнятості сприяє зменшенню бідності. Більший потенціал для досліджень та розробок, а також інновацій у всіх галузях

економіки в поєднанні з підвищенням ефективності використання ресурсів підвищує конкурентоспроможність і уможливорює створення робочих місць. Інвестиції в чистіші, низьковуглецеві технології поліпшують стан навколишнього середовища, сприяють боротьбі зі змінами клімату й створюють нові можливості для бізнесу та зайнятості.

Саме тому ми розглядаємо три взаємопосилювальні складники міста: сталість, інклюзивність і розумність, – що в результаті приводить нас до повноцінної концепції розумного міста. Безперечно, кожен вищезгаданий компонент міста здатен існувати незалежно один від одного та формувати місто, відповідно пристосовуючись до економічної, політичної, екологічної, соціальної ситуацій в країні й світі загалом. Отже, виокремлюють сталий розвиток міст (стале місто), інклюзивний розвиток міст (інклюзивне місто) та розумний розвиток міст (розумне місто). Для кращого розуміння взаємопов'язаності цих трьох етапів еволюції міст потрібно визначити кожен із них.

Так, Н. Павліха та М. Войчук пропонують три етапи еволюції концепції сталого розвитку: I – формування концепції сталого розвитку людства, II – формування концепції сталого розвитку національних економік та III – формування концепції сталого просторового розвитку територій та населених пунктів [33].

У «Звіті Брундтланда» сталий розвиток розглянуто як компроміс між двома різними рухами (екологічним та рухом розвитку) і визнанням потреби в розв'язанні цих проблем [139]. Саме тому третій етап – «Формування концепції сталого просторового розвитку територій та населених пунктів» – є цікавим відповідником для подальшого розгляду проблематики сталого розвитку, що локалізується на рівні територій і населених пунктів.

Сьогодні існує низка визначень сталого розвитку, що сформульовані вченими в різних сферах наукових досліджень. Так, М. Кан вважає, що парадигма сталого розвитку, яка висвітлена в «Порядку денному на XXI століття», спирається на три концептуальні стовпи – «економічну сталість»,

«соціальну сталість» й «екологічну сталість» [111]. Теоретичні основи, розроблені М. Каном, указують на те, що економічна, соціальна, та екологічна сталості повинні бути інтегрованими, взаємопов'язаними й узгодженими.

М. Долішній розглядає сталий розвиток як компроміс інтересів теперішніх і майбутніх поколінь, використання природних можливостей кожної країни для розв'язання демографічних та технологічних проблем, а також можливостей міжнародного співробітництва в цьому напрямі [14].

Б. Данилишин визначає сталий розвиток як «такі відносини в суспільному виробництві, завдяки яким досягаються оптимальні пропорції нормалізації якісного стану середовища, економічного зростання й зростання духовних і матеріальних потреб людей» [13].

Б. Буркинським, В. Степановим, С. Харічковим сталий розвиток розглядається крізь призму динамічної рівноваги, зокрема як спроможність цієї системи витримувати зміни, створені зовнішніми й внутрішніми впливами в економічних та екологічних підсистемах, а також здатність збереження визначеної динамічної рівноваги [3].

З. Герасимчук трактує сталий розвиток, як процес забезпечення функціонування територіальної системи із заданими параметрами в певних умовах протягом необхідного проміжку часу, що веде до гармонізації факторів виробництва й поліпшення якості життя сучасних і наступних поколінь за обставин збереження та поетапного відтворення цілісності навколишнього середовища [10].

А. Філіпенко зазначає, що сталий розвиток – це баланс й інтеграція між економічними, екологічними та соціальними потребами людства, з одного боку, і здатністю земних ресурсів й екосистеми задовольняти нинішні та майбутні потреби – з іншого [46].

Л. Корнейчук трактує сталий розвиток як еволюцію без виходу ресурсопотоку за межі регенеративних і поглинаючих можливостей

навколишнього середовища, метою чого визначено достатнє, а не максимальне багатство на душу населення [27].

Т. Шовгенов розглядає сталий розвиток як спроможність соціально-економічної системи ефективно використовувати, автономно видозмінювати ресурси свого розвитку, безперервно нарощувати показники своєї позитивної зміни, не збільшуючи або мінімізуючи витрати базових, невідновлюваних ресурсів [50].

О. Пчелінцов визначає сталий розвиток території як перехід до системного управління сукупністю економічних, соціально-демографічних й екологічних процесів на цій території [40].

О. Моліна вважає, що розвиток є сталим, якщо «він максимізує чисті вигоди економічного розвитку за збереження природних ресурсів і забезпечення їх якості в часі, передбачає збільшення не лише реального доходу на душу населення, але також зростання інших показників добробуту, приводить до позитивних структурних змін в економіці й суспільстві» [31].

Погоджуємось із вищевикладеними підходами до визначення суті сталого розвитку та зауважимо, що досягнення цілей сталого розвитку потребує гармонізації соціальних, економічних й екологічних інтересів.

Отже, *стале місто* – це тип просторової організації суспільних відносин, за якого процес використання наявних ресурсів провадиться таким чином, щоб максимізувати якість та рівень життя наявного населення в часовій перспективі без обмежень для майбутніх поколінь щодо підтримки й подальшого підвищення рівня життя.

Для досягнення перспектив сталого розвитку в науковій літературі та практичній діяльності міжнародних організацій з'явилася концепція інклюзивного зростання, а далі – інклюзивного розвитку. Узагальнюючи, можемо стверджувати, що наступний етап, яким є інклюзивне зростання, крім забезпечення високих і стабільних темпів еволюції економіки та збереження навколишнього середовища, має на меті забезпечувати суспільство однаковими можливостями для реалізації людського потенціалу,

незалежно від статі, віку, етнічного походження, місця проживання (країна, місто чи сільська місцевість) тощо.

Уперше концепцію інклюзивного зростання запропонував у своїй доповіді Азійський банк розвитку, розглядаючи цю категорію як зростання, що сприяє сталому розвитку всіх секторів економіки, розширенню продуктивної зайнятості, зниженню нерівності доходів і можливостей, бідності та забезпечення екологічної стійкості [56].

У Програмі розвитку ООН указано: інклюзивне зростання є «недискримінаційним видом, котрий надає рівний недискримінаційний доступ до зростання», що включає скорочення нерівності в неблагополучних групах, спільне використання благ [79].

Європейська комісія з питань зростання та розвитку визначає інклюзивне зростання як забезпечення високого рівня зайнятості, інвестування в освіту, боротьбу з бідністю й подолання її наслідків, еволюцію соціальної залученості, усунення регіональних диспропорцій [89].

У документах Світового банку інклюзивне зростання визначено як зростання швидкими темпами, стале, поширене у всіх секторах економіки, що залучає значну частину трудових ресурсів країни та характеризується рівністю можливостей у доступі до ринку праці і ресурсів [86].

Виходячи з понять інклюзивного зростання, далі визначення переходить у площину концепції інклюзивного розвитку. Зокрема, Л. Федулова зазначає, що він є новітнім трактуванням сучасного розвитку, сутність якого полягає в необхідності посилення залучення розв'язання проблем еволюції всіх верств населення, а також зростання залученості до розвитку всіх територій [45].

Н. Богдан розглядає інклюзивний розвиток як процес структурних змін, що забезпечує увагу влади до проблем і сподівань усіх груп населення як у формальному, так і в неформальному секторах економіки й дає змогу формувати майбутнє регіонального співтовариства та збільшення його добробуту на основі інновацій у взаємодії з усіма зацікавленими групами [2].

Також у Програмі розвитку ООН визначено, що інклюзивний розвиток доповнює людський розвиток, уключаючи широкий діапазон вимірів – від екологічної сталості розвитку (тобто зміна клімату, забруднення навколишнього середовища, брак енергії) і стихійних лих до розвитку сільських громад, доходів домогосподарств, витрат на здоров'я, освіту й відпочинок [79].

Звернемо увагу на думку І. Цимбалюк, яка стверджує, що реалізація заходів у межах інклюзивного розвитку повинна сприяти скороченню міжрегіональної диференціації, чого можна досягнути, стимулюючи зацікавленість місцевого самоврядування та жителів громад у зростанні продуктивності праці, зниженні витрат, шляхом дотримання принципів «зеленої» економіки, запровадження інновацій тощо. З іншого боку, відмінності в наявному природно-ресурсному, трудовому потенціалі, стані й структурі господарства різних територій зумовлюють нерівні можливості їх потенційного зростання та доводять необхідність створення системи взаємодопомоги між регіонами задля згладжування початкових відмінностей у рівнях економічного та соціального розвитку [47]

Отже, *інклюзивне місто* – це такий тип організації суспільних відносин у межах територіальної одиниці, що передбачає формування комплексної системи взаємодії, за якої всі стейкхолдери мають однаковий доступ до ресурсів, процесів створення й споживання суспільних благ.

Зі свого боку, у сфері міського планування термін розумного розвитку трактують як нормативний виклик та ідеологічний вимір, а розумність формує нові стратегічні напрями розвитку. Уряди країн світу й органи місцевого самоврядування розглядають поняття розумності в контексті формування політик та програм, спрямованих на сталий розвиток, економічне зростання й підвищення якості життя своїх громадян [134].

Проте потрібно зауважити, що концепція розвитку розумного міста є нечіткою та використовується не завжди послідовно. Відповідно, не існує стандартизованої загальноприйнятої термінології для його визначення. Так, у

2014 р. в доповіді Міжнародного союзу електрозв'язку проаналізовано понад 100 термінів, які стосуються розумних міст, що дало змогу сформулювати таке визначення: розумне місто – це інноваційне місто, яке використовує інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) та інші засоби для підвищення якості життя населення, ефективності міського функціонування, послуг і конкурентоспроможності, забезпечуючи при цьому задоволення потреб нинішнього та майбутніх поколінь з урахуванням економічних, соціальних й екологічних аспектів [104].

У науковій літературі існує низка визначень розумного міста, що за своїм змістом формують синергетичні основи цієї концепції (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Характеристика поняття розумний розвиток міста та розумне місто

Автор	Характеристика поняття
1	2
Європейська комісія [163]	Розумне місто – це місто, яке в перспективі реалізовується та функціонує згідно із шістьма розумними характеристиками, побудованими на набутій розумній комбінації діяльності самостійних, незалежних і свідомих громадян.
А. Караглю [67]	Місто можна називати розумним, коли інвестиції в людський і соціальний капітал, традиційну (транспортну) та сучасну (ІКТ) комунікаційну інфраструктуру підживлюють стале економічне зростання й високу якість життя з розумним управлінням природними ресурсами через урядову залученість.
Р. Холл [98]	Розумне місто контролює та інтегрує умови всієї своєї критичної інфраструктури, включаючи дороги, мости, тунелі, метро, аеропорти, морські порти, комунікації, воду, електроенергію, навіть великі будівлі, може краще оптимізувати свої ресурси, планувати профілактичні роботи та контролювати аспекти безпеки, максимізуючи послуги для своїх громадян.
К. Гаррісон [99]	Розумне місто об'єднує фізичну інфраструктуру, ІТ-інфраструктуру, соціальну інфраструктуру та бізнес-інфраструктуру задля використання колективного інтелекту міста.
Дж. Лазароу, М. Роша [123]	Розумний розвиток, або розумне місто, можна порівняти з общинами та технологічним розвитком вищим від середнього, що взаємопов'язані й стали, комфортні та безпечні.
Дж. Барріонієво [63]	Бути розумним містом означає використовувати всі наявні технології та ресурси на розумній і скоординованій основі для розвитку міських центрів, котрі одночасно є інтегрованими, придатними для життя й сталими.

Продовження таблиці 1.1

1	2
Л. Гуан [97]	Розумним є місто, яке готове забезпечити умови нормального функціонування для здорової та щасливої спільноти в складних умовах, які сьогодні створюють глобальні, екологічні, економічні й соціальні тенденції.
К. Коуртіт, П. Ніджкемп [120]	Розумні міста є результатом інтенсивних та творчих стратегій, спрямованих на підвищення соціально-економічного, екологічного, логістичного й конкурентного функціонування міст. Такі розумні міста ґрунтуються на перспективній суміші людського капіталу (наприклад кваліфікованої робочої сили), інфраструктурного капіталу (високотехнологічних засобах зв'язку), соціального капіталу (інтенсивних та відкритих мережевих зв'язках) та підприємницького капіталу (творча й ризикована підприємницька діяльність).
С. Цигаріс [170]	Розумний розвиток і розумні міста є певною інтелектуальною здатністю, яка стосується декількох інноваційних соціально-технічних та соціально-економічних аспектів зростання. Ці аспекти призводять до розумних концепцій міста наприклад «зелених», що стосуються міської інфраструктури задля захисту навколишнього середовища й скорочення викидів CO ² , «взаємопов'язаних», пов'язаних з революцією економіки широкосмугового зв'язку, «розумних» із декларуванням спроможності виробляти інформацію про додану вартість залежно від обробки даних у реальному часі з датчиків й активаторів, тоді як терміни «інновації», «знання» міста взаємозамінні та стосуються здатності міста впроваджувати інновації на основі обізнаного та творчого людського капіталу.

Джерело: розроблено дисертантом.

Отже, чітко простежуємо той факт, що концепція розумного міста тісно пов'язана з концепцією сталого розвитку й водночас не суперечить розповсюдженню ІКТ в економіці, проте більш орієнтована власне на потреби населення, що, зі свого боку, є відображенням концепції інклюзивного розвитку.

Саме тому, на основі вищевикладеного, на нашу думку *розумне місто* – це місто, яке ґрунтується на сталому й інклюзивному розвитку, що в перспективі уможлиблює на взаємопосилюючій основі використання всіх наявних ресурсів і технологій задля скоординованого функціонування на тлі глобальних екологічних, економічних і соціальних тенденцій.

Відповідно, із технологічного погляду, розумне місто визначаємо як місто зі значною залученістю ІКТ. Ці технології пов'язані з комерційним

застосуванням інтелектуальних продуктів і послуг, штучного інтелекту та машинного мислення. Розумні будинки та будівлі є прикладом систем, оснащених безліччю мобільних терміналів і вбудованих пристроїв, а також підключених датчиків [113]. У цьому контексті розумне місто стає розширенням розумного простору, що переноситься на весь масштаб міста.

Однак невизначеність, що пов'язана з технологічною частиною розумних міст, зумовлена існуванням суміжних термінів, пов'язаних із концепцією розумного міста, серед яких – цифрові, інформаційні, віртуальні та повсюдні міста. Такі терміни належать до більш конкретних і менш інклюзивних рівнів міста, тоді як концепція розумного міста включає та розширює їхнє значення.

Так, процес формування й закріплення концепції розумного міста пропонуємо розглядати в розрізі кількох рівнів, які є взаємопов'язаними та нерозривними як у часових, так і в просторових рамках. Грунтуючись на множинності підходів до визначення, вважаємо за необхідне відокремити чотири ключові періоди формування концепції розумного міста, ураховуючи той факт, що ідеї переносилися від глобального до локального рівня (рис. 1.1).

Так, цифрове місто часто являє собою «пов'язану спільноту, яка поєднує інфраструктуру широкопasmового зв'язку; гнучку, орієнтовану на обслуговування обчислювальну інфраструктуру, засновану на відкритих галузевих стандартах та інноваційних послугах для задоволення потреб урядів і їхніх працівників, громадян та бізнесу» [106]. Метою цифрового міста є створення середовища для обміну інформацією, співпраці, сумісності тй досвіду для всіх мешканців у будь-якій точці міста.

Поняття інформаційного міста виникає під час поєднання суспільних знань із цифровим містом. Так, Н. Комнінос вважає, що розумні міста орієнтуються на свідомі зусилля задля використання інформаційних технологій для фундаментальних, а не поступових трансформацій способу життєдіяльності [119]. Відповідно, визначення інформаційного міста

наголошує на здатності підтримувати навчання, технологічний розвиток та інноваційні заходи в містах. За такого підходу, кожне цифрове місто не обов'язково є інформаційним, але кожне інформаційне місто має цифрові компоненти, проте перспективи людей і спільноти все ще не співвідносяться з концепцією розумного міста.

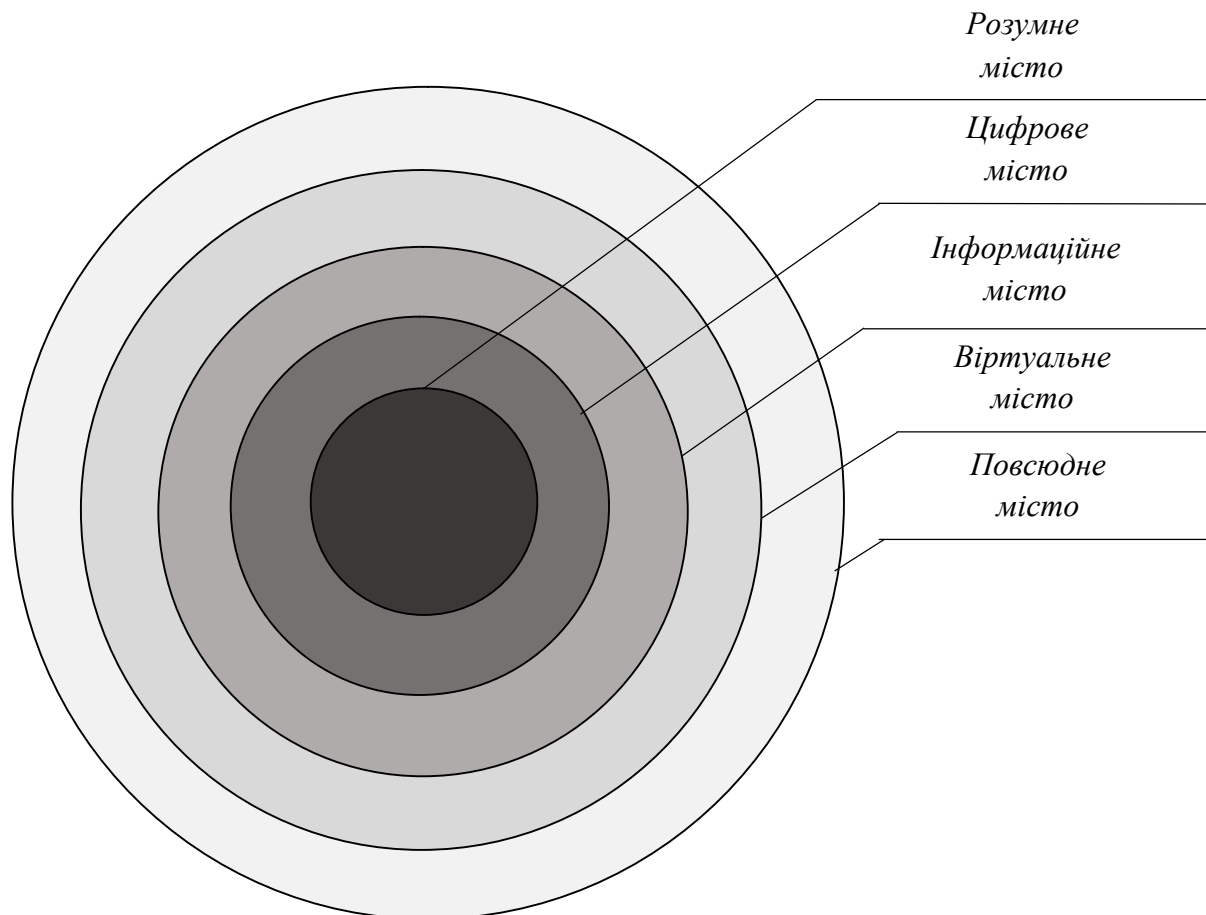


Рис. 1.1. *Етапи розвитку концепції сталого розвитку розумного міста*
Джерело: розроблено дисертантом.

Відповідно, у віртуальному місті функції міста реалізуються в кіберпросторі. Воно стає гібридною структурою, яка складається з реальності, її фізичних проявів, реальних мешканців та паралельного віртуального міста, що містить аналоги реальних утворень і людей [119].

Дж. Лі подає концепцію повсюдного міста як розширення ідеї цифрового міста з погляду повсюдної доступності та інфраструктури.

Особливістю цієї структури є створення середовища, у якому мешканець міста може отримати будь-які послуги в будь-якому місці й у будь-який час через будь-які пристрої. Повсюдне місто абсолютно відрізняється від віртуального міста: у той час як віртуальне місто відтворює міські елементи, візуалізуючи їх у віртуальному просторі, повсюдне місто створює комп'ютерні чіпи або датчики, убудовані до цих міських елементів [125].

Згідно з Н. Пардо, люди, освіта, навчання та знання, займають центральну роль у розумному місті. У широкому розумінні, розумне місто включає створення сприятливих умов для розвитку креативного класу суспільства. Соціальна інфраструктура (інтелектуальний і соціальний капітал) є незамінним внеском у розумні міста [134].

Дж. Уінтерс вважає, що розумні люди генерують й отримують вигоду від соціального капіталу, оскільки розумне місто передбачає поєднання освіти та навчання, культури й мистецтва, бізнесу та комерції зі створенням гібридних форм – соціальним, культурним та економічним підприємством [153].

Розумне місто є центром концентрації вищої освіти й більш освічених осіб або кваліфікованої робочої сили. Розумні міста поступово стають усе більш розумними, у той час як інші міста занепадають, через те, що перші виступають у ролі магніту для креативних людей і працівників. Розумне місто є таким простором для людей, котрий надає багато можливостей використовувати та розвивати креативний потенціал [153].

Маркер «розумності» часто може присвоюватися не цілому місту, а, наприклад, окремій його частині. Так, Р. Гіффіндер визначив чотири сфери реалізації «розумного міста», як-от: промисловість, освіта, залученість і технічна інфраструктура [92].

Так, Н. Комнінос у спробі окреслити особливості інформаційного міста вказав на чотири можливих шляхи його формування. Перший стосується застосування широкого спектра електронних та цифрових технологій, які ефективно працюють над зміцненням ідей про кібер-, цифрове-, повсюдне- й

інформаційне місто. Другий пов'язаний із використанням інформаційних технологій для трансформації способів життя та фундаментального функціонування регіону. Третій – з інтеграцією інформаційно-комунікаційних технологій, а четвертий – із просторовими системами, які об'єднують ІКТ і людей для підвищення якості інновацій, навчання та розв'язання проблем [117].

Водночас Н. Комнінос зазначає, що розумне місто інтегрує технології, системи, інфраструктурні послуги та можливості в органічну мережу, яка є досить складною за своєю природою. Різноманітні місцеві структури розумного міста стикаються як із викликами, так і з можливостями. Імплементация технологій розумними міськими ініціативами підкреслює інтеграцію систем, інфраструктури й послуг, опосередкованих за допомогою інноваційних технологій (ІТ). ІТ – засіб функціонування розумного міста, а не кінцева мета; лише фактор, що сприяє створенню нового типу інноваційного середовища, що вимагає всебічного та сталого розвитку креативних навичок, інноваційно-орієнтованих інституцій, широкосмугових мереж і віртуальних спільних просторів [118].

Р. Голландс вважає, що для отримання статусу розумного міста потрібно звернути увагу на людський капітал, адже ІТ не можуть автоматично трансформувати та покращувати міста [100].

Дослідники Т. Нам і Т. Пардо трактують концепцію розумного міста з погляду великої органічної системи, що підкреслює той факт, що інтеграція й взаємозв'язок між основними системами міста утворюють власне розумне місто. Розумне місто аналізує та впроваджує інформацію у власну систему й інфраструктуру задля підвищення якості життя, покращення мобільності, підвищення ефективності, заощадження енергії, очищення повітря та води, виявлення проблем і негайного реагування на них, швидкого відновлення міста після катастроф, збирання даних для прийняття відповідних рішень, раціонального використання ресурсів, а також обміну інформацією для

забезпечення можливості співпраці між міськими структурами, владними інституціями й ін. [134]

Однак Р. Кантер і С. Літоу зазначають, що формування окремих розумних підсистем у місті недостатнє для перетворення його на розумне, оскільки такий процес потрібно розглядати стосовно органічно-цілісних процесів, що забезпечать зміну всіх підсистем [112].

На основі концептуального трактування розумного міста Т. Намом і Т. Пардо визначено його ключові компоненти та класифіковано за такими ознаками, як технології (інфраструктура апаратного й програмного забезпечення), люди (креативність, різноманітність та освіта) й інституції (управління та політика). Ураховуючи взаємозв'язок між факторами, місто є розумним, коли інвестиції в людський і соціальний капітал й ІТ-інфраструктуру стимулюють сталий розвиток та підвищують якість життя населення за допомогою інтегрованого управління [134].

Технології є базисом для досягнення статусу розумного міста через використання ІКТ для трансформації умов життя й роботи в місті фундаментальним способом. Розумне місто надає взаємодіючі та доступні Е-послуги, що сприяє безперервній комунікації з владою задля трансформації ключових управлінських процесів як усередині владних структур і для працівників, так і зовні – для громадян та бізнесу.

Концепція «розумних людей» уключає різні фактори, як-от: прагнення до навчання протягом усього життя, соціальне й етнічне розмаїття, гнучкість, креативність, відкритість, участь у суспільному житті. Проблеми міських агломерацій можуть бути розв'язані за допомогою інвестицій у людський капітал, співпраці між відповідними зацікавленими сторонами, імплементації наукових ідей і «розумних рішень».

Отже, визначення розумного міста вказує на розумні рішення креативного населення. Розумне управління – це залучення різних стейкхолдерів (особливо мешканців) до прийняття рішень та створення громадських і соціальних послуг. Управління опосередкованим ІТ, так зване

електронне урядування, є основоположним для забезпечення розумного розвитку міста шляхом залучення мешканців до цієї ініціативи та прозорості процесу прийняття рішень, електронного голосування й упровадження. Головна мета розумного управління – підхід, який знову ж таки орієнтований, передусім, на мешканців міста.

Так, чітко розмежовуючи етапи розвитку концепції розумного міста та враховуючи запропоновані характеристики, ми побудували табл. 1.2, що дає змогу виокремити основні сильні й слабкі сторони різних типів міст на різних етапах розвитку концепції.

Таблиця 1.2

**Характеристики розумного міста на основі етапів
концепції сталого розвитку розумних міст**

Тип міста на основі етапів розвитку розумних міст	Характеристики розумного міста					
	<i>розумна економіка</i>	<i>розумне управління</i>	<i>розумна мобільність</i>	<i>розумні люди</i>	<i>розумний спосіб життя</i>	<i>розумне середовище</i>
<i>Розумне місто</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Цифрове місто</i>	-	+	-	+	+	-
<i>Інформаційне місто</i>	-	-	-	+	+	-
<i>Віртуальне місто</i>	-	+	-	-	+	-
<i>Повсюдне місто</i>	-	+	+	+	+	-

Джерело: розроблено дисертантом.

Отже, аналіз наукової літератури засвідчив, що сутність розумного міста за своєю природою є багатогранною. Починаючи з оригінального визначення міста, у якому ІКТ відіграють ключову роль у підвищенні якості життя й досягнення економічної сталості, визначення розумного міста розвивалося за трьома основними напрямками, що представляють перспективи, через які зараз упроваджується багато нових концепцій, зокрема технології, люди та громада [128].

Отже, відповідно до великої кількості визначень також виникає й велика кількість індикаторів, що характеризують розумне місто. Усі індикатори

підлягають ретельному аналізу задля оцінки продуктивності міста як «розумного». Визначення розумного міста та аналіз індикаторів, безперечно, є важливими для виокремлення міст, які можна вважати розумними (за одним або кількома вимірами), розробки механізмів формування розвитку розумних міст і моніторингу прогресу міст у напрямі «розумності» в кількох вимірах.

1.2. Досвід зарубіжних країн щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста

Сучасні механізми розвитку відкритості, незалежності та унікальності міст світу й України, включають, передусім, створення інструментів для еволюції партнерських відносин між громадянами, державними структурами й бізнесом. Тому останнім часом термін «розумне місто» набуває все більшої популярності. Нова концепція міського розвитку передбачає розумну мобільність, розумне навколишнє природне середовище, розумне управління, розумну інфраструктуру та, передусім, розумну економіку. Саме тому питання стосовно формування й забезпечення сталого розвитку розумного міста в Україні та переймання досвіду розвинутих країн світу, безумовно, є актуальними.

На початку XXI ст. тенденція щодо розвитку розумних міст вважалася притаманною винятково «західній цивілізації», Японії й Китаю, тобто країнам, які досягли інноваційного прориву та давно закріпили своє лідерство в цій сфері. Проте тенденції змінюються й уже за інформацією, що була оприлюднена аналітиками з компаній «Інформейшн Гендлінг Сервісес» та «Фрост і Салліван» (IHS, Frost & Sullivan), у найближчі 10 років половина світових розумних міст буде розміщена за межами Північної Америки та Європи [91].

Так, у найближчі роки очікується значне збільшення трафіку (як мобільного, так і хмарного) у містах Близького й Середнього Сходу. Певного прогресу вже досягнуто, адже, згідно з програмою Digi-tel, Тель-Авів визнано одним із лідерів у створенні розумного міста. Ця програма персоналізує низку міських послуг для громадян, використовуючи дані з хмарних сховищ [160].

У цьому ж напрямі рухається й інше інноваційне місто – Дубай. Нещодавно там запущено універсальний мобільний додаток для отримання державних послуг; планується також запуск понад 100 розумних автобусів по всьому емірату та багато інших інноваційних упроваджень [149].

Рух міст до розумного й технологічного розвитку демонструє не лише бажання керівництва міст перетворювати їх на технологічні центри, а й відповідати технологічним прагненням та демографічним тенденціям. За даними ООН, до 2050 р. кількість населення світу становитиме 9,8 млрд осіб, а рівень урбанізації досягне позначки в 70 %. Зміни відбудуться не лише на рівні інфраструктури міст, а й у життєво необхідних сферах споживання енергії та питної води [167].

Отже, для міст у різних регіонах світу перехід до розумних послуг і технологій – це не тільки нові можливості для суспільства, але й передумова для виживання громади та розвитку на всіх рівнях функціонування міста як цілісної системи.

Виходячи із зарубіжного досвіду, можемо стверджувати, що кожне місто переживає трансформацію й упровадження концепції розумного міста по-своєму. У деяких із них особливу увагу приділяють забезпеченню безпеки та попередженню злочинності, в інших – електронному урядуванню, створенню інтегрованого тарифу або покращенню екологічної ситуації. Фактично, вибір шляху трансформації конкретного міста сьогодні обумовлений як світовими тенденціями, так і наявними проблемами локального рівня.

Так, у контексті українських міст, основну увагу потрібно зосередити на впровадженні технологій, що зменшують корупцію та нецільові витрати в комунальних підприємствах, системи електронних закупівель, єдину систему управління майном і низку подібних ініціатив. Важливо також підвищувати безпеку дорожнього руху й, зважаючи на високі ціни на енергоносії, упроваджувати альтернативні види енергії, що дасть змогу значно знизити витрати на енергію. Саме тому задля досягнення успіху у вищезгаданих розумних ініціативах потрібно обов'язково звернути увагу на досвід зарубіжних країн, які досягли значних успіхів у побудові розумних міст.

Безперечно, в усьому світі існують десятки розумних міст, які досягли значних успіхів у своєму розвитку. Однак було б недоцільно запозичувати досвід таких піонерів у цій сфері, як Сингапур або Гонконг, оскільки такі міста вже перебувають на іншому рівні розвитку. Саме тому увагу потрібно зосереджувати на європейських містах, які все частіше впроваджують концепції розумних міст. Важливість такого напрямку визначається також задекларованим євроатлантичним вибором України.

Однією з європейських країн, яка активно впроваджує концепцію розумного міста, є Естонія. Не так давно країна почала отримувати перші вигоди від цього процесу. Так, новостворений естонський кластер розумного міста (Смарт Сіті Кластер) насамперед спрямований на підтримку розробки розумних міських рішень для покращення якості життя в містах. Переважно увагу приділяють впровадженню нових технологій у різних заходах та процесах функціонування міст у розробці рішень для енергозбереження й сталого розвитку, а також ефективного та економічно обгрунтованого забезпечення охорони здоров'я й соціального захисту [88].

Міста Естонії запровадили багато інноваційних функцій, наприклад реєстр процедур міського планування, вебрішення для ландшафтного дизайну та ремонтних робіт, містобудівну програму або портал управління громадськими подіями Agricultural Knowledge and Information System (AKIS), розроблений для міста Таллінн. Інновації включають кілька ініціатив

розумної інфраструктури, таких як реконструкція колишніх радянських багатоповерхових будівель у сучасні й енергоефективні, а також районна система охолодження, яка використовує залишкове тепло в місті Тарту [88]. Рішення для розумних вуличних систем, наприклад проекти в Таллінні на 2017–2020 рр., що включали нову систему світлофорів (із датчиками руху), інформаційну панель, метеостанцію, велосипедну та пішохідну систему руху з камерами, вулиці зі змінними напрямками руху тощо.

Можна стверджувати, що Естонія є найбільш успішною країною і в ЄС у плані впровадження інновацій у повсякденне життя громадян. Таллінн виглядає як старовинне європейське місто, але в будівлях минулих століть і радянських висотних будинках живуть люди, які використовують електронні паспорти, беруть дистанційну участь у виборах і взаємодіють з владою через мережу Інтернет. Використання громадського транспорту в місті є безкоштовним: столиця країни стала першим великим європейським містом, у якому вирішено, що витратити гроші на міський транспорт немає сенсу [88].

Ще одним європейським містом, що отримало статус розумної столиці є Лондон. Місто приділяє велику увагу категоріям, які стосуються розумної економіки. Лондон уже давно вважається фінансовим центром Європи й також став лідером у сфері підприємництва. Так, проєкт Геном (Genome) посів сьоме місце у світі та перше в Європі, як найкращий проєкт розвитку бізнес-екосистеми [152].

Водночас потрібно відзначити інше місто – Лондон, який розташований у провінції Онтаріо, що в Канаді. За останні роки місто запровадило значні зміни задля досягнення поставленої мети – трансформації в розумне місто.

У стратегічному плані міста «План Лондона» визначено, що трансформація в розумне місто та пов'язані з цим ініціативи як інвестиції, що допоможуть йому сприяти економічному розвитку, інноваціям у громадянському суспільстві, обміну даними, досягненням продуктивності й

ефективності муніципальних процесів, а також загальній якості життя мешканців міста. Розвиток Лондона зосереджений на чотирьох основних критеріях, які є ключовими для побудови розумного міста:

– розумна економіка включає створення та вдосконалення технологічних інкубаторів, бізнес-акселераторів і хабів, пошук та залучення талантів задля зростання цифрової економіки, ресурсну та організаційну підтримку для економічного розвитку, можливості для розвитку освіти та підвищення кваліфікації працівників задля підтримки цифрової економіки;

– розумна інфраструктура, яка включає оптимізацію будівництва, експлуатації й управління інфраструктурою (водопостачання, каналізація, транспорт, енергетика, інформаційні та комунікаційні технології), координація й моніторинг фізичних активів шляхом використання цифрової інфраструктури, збір даних для сприяння прийняттю муніципальних рішень, розумні будівлі та зелена інфраструктура;

– розумне урядування й управління, що включає застосування аналітичних даних і метрики для поліпшення корпоративного прийняття рішень, модель управління для підтримки збору, ведення та розповсюдження муніципальних даних, удосконалення й побудова корпоративної цифрової культури, структура державного та приватного партнерства для управління потенційними комунальними активами;

– розумне співіснування, що включає обмін даними, які дають змогу громадськості використовувати й повторно оприлюднювати дані, покращити доступ до освіти, котра передбачає використання цифрових технологій, застосування вебінструментів і програм для залучення громадян задля розширення співпраці, створення методів надання цифрових послуг для покращення обслуговування клієнтів. Саме такі чотири аспекти є запорукою успішної реалізації концепції розумного міста канадського міста Лондон [151].

Іншим європейським містом-лідером у сфері інновацій та розумного розвитку є Копенгаген. Місто отримало репутацію провідного зеленого міста

у всьому світі. Копенгаген очолював індекс Сіменс Грін Сіті (Siemens Green City) у Європі, а також було обране Європейською зеленою столицею у 2014 р. [87]. Копенгаген також має найбільш амбітний план зменшення викидів вуглекислого газу, ніж будь-яке інше місто світу, зокремо заплановано досягти вуглецевої нейтральності до 2025 р. Задля цього встановлено чіткі критерії, уключаючи енергоефективність і цілі щодо відновлюваних джерел енергії, зелених будівельних стандартів. Важливий той факт, що рейтинг популярності використання велосипедів і безпосередньо велосипедних з'єднань в місті становить близько 40 % [63]. Також місто нещодавно представило проєкт «Копенгагенське колесо», що стосується розумних велосипедів, оснащених датчиками для надання інформації в реальному часі не лише велосипедисту, але й адміністратору для агрегації відкритих даних із питань забруднення повітря та перевантажень велосипедних доріжок [154].

Безперечним лідером у Європі з упроваджень різних типів інновацій, ідей для реалізації концепції розумного міста є Барселона – місто, яке щорічно організовує й приймає Всесвітній конгрес Смарт Сіті Експо (Smart City Expo). Барселона стала першим містом в Іспанії, котре отримало статус розумного міста ще у 2013 р., зайнявши п'яте місце в Європі та випередивши такі відомі міста, як Лондон і Париж [148]. Відповідно, Барселона є центром розвитку технологій та інновацій.

Проте відомий той факт, що не завжди технології трансформують місто в розумне. Так, відомий урбаніст Б. Коен підтверджує, що розумність міста визначається за такими індикаторами, як розумна економіка, розумне навколишнє середовище, розумне урядування, розумна мобільність, розумний спосіб життя й розумні люди [74]. Громадяни розумного міста живуть у яскравому культурному розмаїтті з відкритою місцевою владою, що намагається розвивати інфраструктуру та робить відповідні інвестиції в майбутнє.

Потрібно зазначити, що Барселона як розумне місто сформована з кількох компонентів. По-перше, громадяни міста беруть участь у моніторингу прозорого урядування. Їм надаються більш доступні, ефективні й демократичні можливості. Серед них – такі програми, як Бустія Сьютадана (Bustia Ciutadana), за якою громадяни можуть подавати скарги, надавати пропозиції щодо міських проблем, як-от пошкоджене вуличне освітлення чи проблеми із забрудненням. Дані автоматично надходять до центрального сервера, де органи влади оперативно реагують на повідомлення; Айдентіті Барселона Сіті Нетворк (IDBCN) – додаток, який дає змогу громадянам дистанційно ідентифікувати себе. Користуючись програмою, також можна отримати довідку про проживання в Барселоні, перевірити реєстраційні дані або навіть знайти транспортний засіб [133].

Іншим корисним сервісом є відкриті дані Барселона Сіті Нетворк (BCN) – публічна інформація, доступна для всіх задля повторного використання. Громадяни, підприємства та інші установи можуть використовувати дані, наприклад результати виборів, населення, громадські об'єкти або економіку для створення нових послуг і концепцій розвитку. Наприклад, згідно з Майкрософт Кейс Стаді (Microsoft Case Study), в Барселоні, можна використати відкриті дані про міський фестиваль Ла Мерсе (La Mercè), щоб дізнатися напрями руху людей, їхні інтереси або місця розваг. Згодом ці дані можуть бути використані для поліпшення логістики для майбутніх фестивалів [138].

Крім того, Барселона є мобільною столицею світу. Із 2011 по 2018 рр. Барселона перемагала 29 інших міст як мобільна світова столиця [93]. Місто обрано переможцем завдяки його конференц- та виставковим приміщенням, туристичній і транспортній інфраструктурі, а також зобов'язанням щодо розширення мобільності на місцевому та національному рівнях. Понад 72 000 тис. осіб узяли участь у Всесвітньому мобільному конгресі – масштабному міжнародному телекомунікаційному заході. Грандіозний чотириденний захід

створив понад 7000 тис. тимчасових робочих місць і приніс 350 млн євро для місцевої економіки [95].

Важливими компонентами, без яких місто не можна назвати розумним, є енергозбереження та використання альтернативних джерел енергії. Семигодинний сонячний день дає змогу Барселоні в повному обсязі користуватися сонячною енергією. Міська ініціатива Барселона Енерджі (Barcelona Energy), що запроваджена міською владою, як ініціатива з енергозбереження, котра зробила Барселону першим містом, що дає змогу використовувати сонячні водонагрівачі [168]. Сонячна термічна архітектура Барселони також акумулює вироблення гарячої води, при цьому знижуючи викиди у всіх нових великих будівлях, як-от готелі, лікарні, спортзали або басейни. Такий проєкт є першим серед європейських міст. Система опалення та охолодження Дістрікліма (англ. District Climate), що вже використовується в 78 будівлях і, як очікується, розширюється, виробляє «зелену енергію», еквівалентну посадці 548 тисяч дерев, що майже в 4 рази більше, ніж у Барселоні. Для опалення будинків застосовують пару від спалювання міських відходів, а для охолодження використовують морську воду, що зменшує споживання викопної енергії та викидів вуглецю [58].

Транспортна система Барселони, Транспортс Метрополітан де Барселона (Transports Metropolitan de Barcelona) нещодавно анонсувала нову ортогональну автобусну мережу (горизонтальну, вертикальну й діагональну лінії), що робить її швидшою та простішою для використання мешканцями. Мета такої мережі полягає в тому, щоб мандрівник здійснив один трансфер між будь-якими двома пунктами в Барселоні в 95 % своїх подорожей. Автобусна система також застосовує сталу міську мобільність, зменшуючи при цьому шкідливі викиди завдяки гібридним автобусам. Барселона може також похвалитись одним із найчистіших парків громадського транспорту в Європі, що також використовує сонячні панелі та екрани задля забезпечення інформованості пасажирів [130].

У Барселоні також установлюється енергоефективніше освітлення із застосуванням світлодіодних технологій для зменшення витрат і забруднення навколишнього середовища. Таке освітлення оптимізує енергію та передбачає розумну функцію – активізацію освітлення під час виявлення руху, а також збір інформації про докiлля, вологість, температуру, забруднення та шум. Цікавий також проєкт «22@», або район інновацій, що затверджений ще у 2001 р. і є експериментальним проєктом міського планування та підприємництва. «22@» – це проєкт регенерації: використання відремонтованих будівель у занедбаній частині Поблену, колишнього промислового центру. Муніципальні лідери залучають приватний сектор – компанії, університети, наукові дослідні групи та громади, які працюють у безпосередній близькості до району, задля прискорення темпів обміну знаннями й прискорення упроваджень інновацій. Вони також створюють субсидоване житло та займаються зеленими насадженнями. У межах проєкту створено міську лабораторію у Барселоні – публічний простір, де компанії можуть провести пілотну перевірку своїх продуктів, що покращують життя міста, наприклад система переробки сміття. Запорука успіху проєкту «22@» – сталість: від часу його започаткування він об'єднав п'ять міських кластерів [53].

Тепер інші міста, як-от Ріо-де-Жанейро, Кейптаун або Бостон, наслідують приклад Барселони. Це, звичайно, не ідеальне місто, проте упроваджуючи інноваційні технології загального характеру, його можна назвати розумним. Саме такі прагнення дають змогу досягти успіху, насамперед для забезпечення сталого розвитку міста.

Отже, світові тенденції розвитку міст показують, що без використання інноваційних технологій на цьому етапі розвитку суспільства неможливо підвищити ефективність управління містом. Досвід застосування інноваційних систем і технологій в інших містах, зокрема в Європейському Союзі, може бути успішно застосований для поліпшення якості розвитку внутрішньої концепції розумного міста.

Звернемо увагу, що кінець ХХ ст. відзначається формуванням двох важливих явищ – урбанізації й ІКТ. Технологічний прогрес та економічне зростання вісімдесятих і дев'яностих років сприяли підвищенню добробуту, переважно у великих міських центрах. Це, зі свого боку, сприяло урбанізації, що призвело до прогресивної відмови від проживання в сільських місцевостях та надання переваги більшим містам і мегаполісам, які можуть запропонувати, відповідно, більше можливостей із погляду роботи, освіти, соціального життя тощо. Люди, які почали концентруватися в містах, викликали як позитивні, так і негативні наслідки на глобальному рівні [68]. З одного боку, це сприяє підвищенню культурного рівня, створенню нових робочих місць і поліпшенню економічних умов. Проте з іншого – концентрація жителів у містах збільшила кількість корків, викидів вуглекислого й парникових газів, створило проблеми утилізації відходів, звичайно, із наслідками для здоров'я населення. Міський вимір стимулює попит на енергію та природні ресурси, потребу в реконструкції території й наявність належних інфраструктур. За таким сценарієм задля врегулювання питань, що стосуються навколишнього природного середовища та здоров'я людей, з'являється ідея створення розумного міста. Саме з цієї причини в дев'яностих роках стала поширюватися концепція розумного зростання [140].

У міжнародному контексті для досягнення цілей, установлених Кіотським протоколом, концепція «розумного міста» народилась і була прийнята багатьма інституціями (у тому числі Європейською комісією, Організацією економічного співробітництва та розвитку й ін.), які позначені як «розумні» ініціативи та проекти, що стосуються сталого розвитку міст. Сьогодні визначення «розумне місто» містить багато інформації, яку скоріше можна віднести до сталого розвитку міста, дорожніх карт та інституцій для покращення зеленого зростання і якості життя, корисності інфраструктури ІКТ, залучення громадян у суспільному житті, необхідності зменшення цифрового розриву тощо. Проте не варто включати в це поняття всі

складники сталого розвитку міста. Основною перешкодою у визначенні є неоднозначність сенсів, що приписуються слову «розумний» і маркеру «розумне місто». Деякими прикладами цих значень є вже вищезгадані цифрове місто, повсюдне місто, а також місто знань та зелене місто, які часто поєднують технологічні інформаційні перетворення з економічними, політичними й соціально-культурними змінами [100]. Усі ці значення є частиною нечіткої концепції розумного міста та не можуть розглядатися як прості корельовані її теми.

Концепція розумного міста почала з'являтися в часі з різними термінами й перспективами як засіб визначення міської технологічної еволюції. Зокрема, розумне місто не було початковим терміном, яким користувалися вчені. Натомість науковці в кінці 1990-х років стали обговорювати місто та ІКТ із різних поглядів, використовуючи відповідні терміни у своїх спробах описати ініціацію проєкту ІКТ у міському просторі або застосування ІКТ для вирішення місцевих потреб. Перші свідчення щодо розумного міста з'являються в літературі 1997 р., де стверджується, що тоді існувало понад 2000 віртуальних міст і міських вебсторінок, які започаткували термін «мережа» або віртуальне місто в спробі описати місцеву мережу ІКТ ініціативи, що дало б змогу розвивати місцеві кібер-віртуальні (віртуальні) спільноти (децентралізовані, інтерактивні, один до одного і один до багатьох медіа мереж) [94]. Віртуальні міста були впроваджені в мережу та діяли як електронні аналоги реальних, матеріальних, міських районів. Ідея багатообіцяючих віртуальних міст полягала в розробці нових інтерактивних «громадських арен», особливо в містах, де відсутність публічного простору, зростаюче насильство, страх відчуження й скорочення громадянських об'єднань не дають можливості для громадської взаємодії, а замість цього посилюють «міське відчуження». Вебсайти, або віртуальні міста, об'єднували всю вебактивність у місті чи моделювали місто в мережі Інтернет та були налаштовані не більше ніж міські бази даних, котрі надавали публічну інформацію для міської влади, дані про транспорт і

дозвілля, культурні події й туристичні довідники. Віртуальні міста стосувалися першої спроби, яка використовувала потенціал мережі Інтернет для підтримки місцевої демократії та дала змогу запровадити міський маркетинг, нові види надання електронних муніципальних послуг, місцеві міжфірмові мережі, соціальний і громадський розвиток у містах. Проте задокументовано відсутність залученості громадян, чий відгук мав бути необхідністю для переходу міста на новий рівень.

Така сама робота провадилася над запровадженням терміна «цифрове місто», яке являло собою більш соціально інклюзивне й дискурсове віртуальне місто. Щодо цього перші форми цифрових міст уключали тематичні простори для взаємодії громадян. Цифрове місто згадувалось у другій спробі запровадити термін лише через рік П. Бесселааром та Д. Бекерсом, які назвали його великою інфраструктурою для віртуальних спільнот [146]. Спільноти належать до асоціацій між людьми, котрі координуються через спілкування на основі спільних норм й інтересів. Вищенаведене визначення демонструє, що цифрове місто є більш широким терміном, порівняно з мережами громад, оскільки сфера цифрових міст ширша (вона не зосереджена на певному міському просторі) і може надавати послуги також особам, котрі не є членами спільноти. Більш того, в цій роботі згадувалася структура Інтернет-спільноти, яка перевищує фізичний простір, що обмежує місцевість. Натомість місцеві громади є тими, хто поділяє спільні інтереси (спеціальні групи інтересів). Першу цифрову міську практику впроваджено в Амстердамі в 1994 р. в результаті зусиль активістів задля активізації діалогу між громадою та політиками [57].

Наведені вище дані свідчать про те, що як віртуальні, так і цифрові розумні типи міст ініціювали підхід до розв'язання подібних проблем з аналогічними технологічними засобами: вони мали на меті створити спільноти з використанням ІКТ у спробі об'єднати жителів, демократизувати місцеві органи влади й використати віртуальні місця проти відсутності громадського простору. У зв'язку з цим, Інтернет у поєднанні з

інфраструктурою міської мережі застосовувався для розробки вебсайтів міста, які пропонували альтернативні розумні послуги, переважно щодо пошуку інформації (наприклад путівники міст, інформація для транспортування, обмін політичною інформацією, можливостей працевлаштування й ін.), синхронних (чати, дебати та ін.) й асинхронної комунікації (електронна пошта, дискусійні групи та білборди). Ці два початкові розумні підходи до міста імітували міський простір як пов'язані острівки спільнот (спільноти спільнот) або навіть як дво-вимірний (2D) чи тривимірний (3D) віртуальний простір. Щодо організації обидва типи розпочалися як ініціативи знизу-вгору від користувачів, котрі поділяли спільні інтереси, але до 1997 р. вони перетворилися на неприбуткові організації зі своїми грошовими оборотами (наприклад цифрове місто Амстердам на суму близько 0,5 млн дол. США у 1997 р. і штатом із 25-ти співробітників) на чолі з муніципалітетами. Інший відомий приклад цифрового міста – Кіото – який запущений в 1998 р. і привів до 2D і 3D простору, де інформація про взаємодію громадян зчитувалась із датчиків (камери) і в подальшому це давало змогу відтворювати анімацією їхню поведінку [105].

Концепція цифрового міста стала синонімом інформаційного міста, яке сприймалося як середовище мегаполіса, де ІКТ є ключовим фактором у наданні інноваційних онлайн-послуг [124]. Поняття цифрового або інформаційного міста пізніше стало еволюціонувати до визначення повсюдного міста, де дані є повсюдно доступними через убудовану міську інфраструктуру (наприклад через обладнання, убудоване на вулицях та інших міських потужних об'єктах) [59]. Термін застосовувався південнокорейським урядом, що посилався на «місто, яким керує мережа і надає громадянам послуги та вміст через мережу ю-Сіті (u-City) з фіксованою інфраструктурою і мобільною інфраструктурою ю-Сіті, побудованої на високих технологіях, таких як датчики» [124]. Іншим терміном, що також обговорювався, є інтелектуальне місто, яке зосереджувалося на

продуктивності міста щодо виробництва інновацій у наступних трьох вимірах: 1) інтелект, винахідливість і креативність; 2) колективний інтелект і 3) штучний інтелект [124].

Вищезгадані типи розумних міст постійно розвивалися до більш «складних» екосистем, котрі спроможні запропонувати більш розумні послуги та забезпечити технологічність у природі розвитку. А. Анттіройко пояснює технологічну убудованість як здатність технологій упроваджуватися в соціальні системи для досягнення розумного надання послуг. Рівень убудованості варіюється від простої доставки інформації (низька), що збільшується до реалізації інтелектуальної системи (функціональності), а згодом до систем, які стосуються соціальних і проблем мешканців (якість життя) й екологічних систем (сталість) [61]. З іншого боку, екосистеми, зазвичай, визначаються як спільноти взаємодіючих організмів та їх середовищ й описуються як складні мережі, котрі утворюються через взаємозалежність ресурсів [96]. Екосистему можна розглядати як взаємозалежну соціальну систему суб'єктів, організацій, матеріальних інфраструктур і символічних ресурсів [127]. Щодо цього, екосистеми, як і інші види систем, складаються з елементів, взаємозв'язків і функцій або цілей, але їх особливість у тому, що їхні елементи є розумними, автономними, адаптивними агентами, які часто формують власні спільноти, а також адаптуються до елементів, котрі додаються або видаляються. Згідно з цим визначенням, в екосистемах існують чотири критичні елементи: 1) взаємодія й залученість; 2) баланс; 3) слабко пов'язані суб'єкти зі спільними цілями; 4) самоорганізація [96].

Сьогодні майже всі міста стверджують, що вони більшою чи меншою мірою є розумними, що, очевидно, пов'язано з різними рівнями розвитку стосовно один одного або з упровадженням певної нової системи [100]. У спробі подолати таке самовіддане «розумне маркування», Р. Голландс наголошує на існуванні вбудованих ІКТ (взаємопов'язаних, інструментальних та розумних), які дають змогу вимірювати потік даних,

тоді як Л. Антопулус й інші створили моделі порівняння для розумного міста задля аналізу відповідного прогресу або наявної спроможності розвитку.

Суттєве збільшення кількості розумних міст, яке спостерігаємо протягом останніх 20 років, створило різні альтернативні варіації. За даними Алькатель-Лусент (Alcatel-Lucent), розумні міста класифікують за ринковими групами: «ГрінФілдс» і «БраунФілдс», – котрі відображають розмір (масштабні випадки, порівняно з дрібними) проєкту «розумного міста» і виокремлюють чотири різні типи «кластерів» відповідно до проєктної організації та бізнес-моделі:

- кластер інформаційних технологій, коли приватна компанія ініціює бізнес-модель розумного міста й приватного фінансування;

- кластер мрій як державно-приватне партнерство для визначення проєкту та відповідної бізнес-моделі;

- фрагментований кластер, де багато проєктів, ініційованих різними зацікавленими сторонами з малою або зовсім відсутньою інтеграцією;

- чорний кластер, що є ініційованим й управляється (місцевими, державними чи національними) урядами або державними установами із «запрошеними» компаніями для входу в цю екосистему [55].

Крім того, Л. Антопулус і П. Фіціліс провели аналіз 34 різних розумних міст та виявили альтернативи, які змінюються залежно від ІКТ, що були вбудовані в місто й визначають альтернативні розумні ознаки міста. Альтернативи виокремлюють кілька класів розумних міст, котрі охоплюють переважно розглядають ознаки, що описують певну ІКТ, котра інтегрована в місті [60]. Серед них:

- вебсайти, або віртуальні міста: пропонували місцеву інформацію, онлайн-чати й конференц-зали, а також навігацію по міській розширеній реальності через Інтернет. Деякі індикативні справи стосуються: Кіото, Японія (1998–2001), Бристоль, Великобританія (1997) та Амстердам, Нідерланди (1997);

– бази знань, або міста знань – це цифрові публічні репозитарії, де доступні масові варіанти пошуку через Інтернет і телебачення (Копенгагенська база (1989); Інформаційна служба Крейгміллар (англ. Craigmillar), Шотландія (1994)) [162].

Пізніше підходи Л. Едвінсона та інших дослідників визначають місто знань як локально орієнтовану інновацію, науку та креатив у контексті розширення економіки знань і суспільства [83].

Так, у табл. 1.3 відображено побудований нами рейтинг розумності міст відповідно до їхніх шести характеристик та вказано етапи, на яких перебувають найбільш прогресивні міста.

Таблиця 1.3

**Рейтинг та визначення етапів розвитку міст
на основі досвіду розвитку зарубіжних міст**

Місто	Характеристики розумного міста						Підсумок
	<i>розумна економіка</i>	<i>розумне управління</i>	<i>розумна мобільність</i>	<i>розумні люди</i>	<i>розумний спосіб життя</i>	<i>розумне середовище</i>	
<i>Таллінн</i>	-	+	+	+/-	+/-	-	Повсюдне місто/ Цифрове місто
<i>Лондон</i>	+	+	-	+/-	-	-	Цифрове місто/ Віртуальне місто
<i>Копенгаген</i>	+/-	+/-	+	+	+	+	Повсюдне місто/ Розумне місто
<i>Барселона</i>	+	+	+	+	+	+/-	Розумне місто
<i>Тель-Авів</i>	+/-	-	-	+	+	+/-	Повсюдне місто
<i>Дубай</i>	+	-	+	+	+/-	+/-	Повсюдне місто

Джерело: розроблено дисертантом.

Отже, аналіз світових тенденцій щодо імплементації концепції розумного міста дав підставу систематизувати досвід й особливості процесів формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста в зарубіжних країнах. Зокрема, потрібно зазначити, що особливу роль відіграє розвиток цих процесів у країнах Європейського Союзу.

1.3. Методичні підходи до діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста

Із метою розробки ефективного організаційного-економічного механізму формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст потрібне проведення діагностики цього процесу, що включає збір, обробку й аналіз даних щодо поточного стану розвитку територіальної системи – міста.

Так, Центром регіональних наук Віденського технологічного університету визначено шість основних напрямів розвитку, за якими побудовано рейтинг 70 європейських міст середнього розміру. Серед них – розумна економіка, розумна мобільність, розумне середовище, розумні люди, розумний спосіб життя та розумне управління. Ці напрями пов'язані із традиційними регіональними й неокласичними теоріями зростання та розвитку міст. Зокрема, вони ґрунтуються на теоріях регіональної конкурентоспроможності, транспорту та економіки ІКТ, природних ресурсів, людського та соціального капіталу, якості життя й залученості членів суспільства в містах.

Кожну складову частину розумного міста можна співвіднести з певними аспектами міського життя (рис. 1.2).

Розгляд концепції розумного міста в різних вимірах свідчить, що вона часто використовується не цілісно, а через оцінку різноманітних розумних складників міста. Водночас стосовно економічної інтерпретації розумних міст цей термін часто розглядають на прикладі розумних галузей промисловості: ураховують галузі ІКТ, а також сфери, що застосовують ІКТ у своїх виробничих процесах. Отже, визначення «розумне місто» використовують для позначення бізнес-парків або районів, до складу яких входять різні компанії й фірми, а також у сфері застосування ІКТ для сучасних транспортних технологій, адже розумні системи покращують міський рух і мобільність мешканців [92].



Рис. 1.2. Співвідношення складників розумного міста
Джерело: розроблено здобувачем на основі: [126].

Проте багато вчених, які спеціалізуються на дослідженнях сталого та розумного міста, виокремлюють інші складові і частини останнього, які, на їхню думку, є не менш важливими.

Так, Дж. Барріонусево називає п'ять типів капіталу, котрі сприяють розвитку розумного міста:

- 1) економічний (ВВП, міжнародні операції, іноземні інвестиції);
- 2) людський (талант, інновації, креативність, освіта);
- 3) соціальний (традиції, звички, релігія, сім'я);
- 4) екологічний (енергетична політика, управління відходами та водою, ландшафт);
- 5) інституційний (громадянська активність, адміністративна влада, вибори) [63].

А. Магіжнан виокремлює такі складники як:

- 1) IT-освіта;
- 2) IT-інфраструктура;
- 3) IT-економіка;
- 4) якість життя [128].

Інший учений Дж. Егер вважає головними такі компоненти як технології, економічний розвиток, зростання зайнятості й підвищення якості життя [84].

К. Коуртіт і П. Ніджкемп також пропонують елементи розумного міста, як-от:

- 1) людський капітал (наприклад кваліфікована робоча сила);
- 2) інфраструктурний капітал (високотехнологічні засоби зв'язку);
- 3) соціальний капітал (інтенсивні та відкриті мережеві зв'язки);
- 4) підприємницький капітал (креативна та ризикована підприємницька діяльність) [121].

Ще одну класифікацію пропонує М. Тузар, який серед складників розумного міста виділяє:

- 1) якість життя;
- 2) сталий економічний розвиток;
- 3) управління природними ресурсами через політику залученості;
- 4) конвергенцію економічних, соціальних й екологічних цілей [156].

Такі дослідники як Т. Нам і Т. Пардо, до ключових елементів розумного міста відносять:

- 1) економічні соціально-політичні питання міста;
- 2) економічно-техно-соціальні питання навколишнього середовища;
- 3) взаємозв'язок;
- 4) застосування відповідного інструментарію;
- 5) інтеграцію;
- 6) програми;
- 7) інновації [134].

Ще один учений А. Караглю виокремлює та узагальнює такі характеристики розумного міста, як:

1) використання мережевої інфраструктури для підвищення економічної й політичної ефективності та забезпечення соціального, культурного і міського розвитку;

2) урахування розвитку міського бізнесу;

3) соціальна інтеграція різних верств населення через використання державних послуг;

4) вирішальна роль високотехнологічних і креативних галузей у довгостроковій стратегії розвитку міст;

5) важлива роль соціального та реляційного капіталу в системі розвитку міст;

6) соціальна й екологічна сталість як головна стратегічна складова частина розумних міст [67].

Не менш важливою у визначенні поняття розумного міста є розроблена А. Караглю система вимірювання, що визначає шість складників розумного міста.

Рівень 0: міська складова частина. Розумні міста повинні визначатись із базового поняття «місто», а не з «розумне місто», підкреслюючи, що розумні міста повинні бути започатковані на контексті міста. Цей прошарок представляє традиційні компоненти, що присутні в кожному місті.

Рівень 1: зелений складник. Це нові теорії урбанізації, які підкреслюють розвиток розумного навколишнього середовища.

Рівень 2: складник взаємозв'язку. Вищезгадана зелена складова частина є невід'ємною частиною концепції розумного міста, що стосується не лише «інфраструктурних зелених острівців» але й загальноміського поширення елементів зеленої економіки, що потребує чіткого взаємозв'язку.

Рівень 3: складник інструментарію. Міста повинні дбати про негайні реакції системи в реальному часі. Вони складаються із системних з'єднань у реальному часі, таких як радіочастотні передавачі, дорожні сигнали, вулиці,

інтелектуальні лічильники, інфраструктурні датчики, датчики руху й переміщень.

Рівень 4: відкритий інтеграційний складник. Програми розумних міст повинні мати можливість взаємодіяти та обмінюватися даними, умістом і послугами. Ключовим чинником успіху розумних середовищ є надання відкритого та розподіленого сховища інформації для всіх убудованих систем і реалізованих на різних технологічних платформах.

Рівень 5: програмний складник. Розумні міста відображають роботу в режимі реального часу як систему із системами. Міста також наділяються технологічними можливостями, оскільки основні системи, на яких вони ґрунтуються, стають інструментальними та взаємопов'язаними, упроваджуючи нові рівні розумного реагування.

Рівень 6: інноваційний складник. Розумні міста створюють сприятливе середовище для інновацій і нових можливостей для бізнесу. По-перше, потрібно підвищити якість та ефективність державної інфраструктури й послуг. По-друге, розумне місто повинно бути привабливим для ведення бізнесу. Новітні технології підштовхують взаємопов'язані та інтелектуальні міста для сталого розвитку, використовуючи нові «розумні» рішення й практики управління.

Отже, серед науковців не існує гармонізованого підходу до методики діагностики розвитку розумних міст. Вивчення наявних підходів, що використовуються українськими науковцями, продемонструвало відсутність чіткої системи, котра опирається на статистичні спостереження Державної служби статистики України. Відповідно, нами запропоновано методичний підхід до діагностики процесу розвитку розумного міста (рис. 1.3), що, на відміну від наявних, охоплює послідовну реалізацію етапів дослідження на макро-, мезо- та мікрорівнях.

Етап I «Визначення та характеристика передумов формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст на макрорівні» включає визначення та діагностику передумов формування й забезпечення сталого

розвитку розумних міст на макрорівні, тобто умов та/або обставин, що існують у межах країни й визначають засади формування регіональної політики та стратегії розвитку власне міст.

Передумови формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст на макрорівні можна згрупувати в п'ять груп: нормативно-правові, інституційні, соціальні, економічні та екологічні. Нормативно-правові передумови формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст – це комплекс нормативно-правових актів національного права та міжнародні договори, рекомендації міжнародних організацій, інші документи, що інтегровані в національну систему права. До них відносимо закони, розпорядження, постанови, стратегії й інші акти органів центральної влади.

Інституційні передумови формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст – це система організаційно-владних і нормативно-структурних засад у розвитку розумних міст, що сформовані системою владних інституцій центрального рівня (законодавча, виконавча та судова гілки влади).

Соціальні передумови формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст на макрорівні – це стан, індикатори та закономірності розвитку такої складової частини розумних міст як розумні люди. Ця група передумов сформована такими індикаторами, як рівень охоплення населення інтернет-послугами, абонентів на 100 жителів, питома вага дослідників віком до 40 років у загальній кількості дослідників, кількість об'єктів культурної й природної спадщини, які включені до списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО, кількість пам'яток національного значення, уключених до Державного реєстру нерухомих пам'яток України, площа територій та об'єктів природно-заповідного фонду приморських областей (табл.1.4).

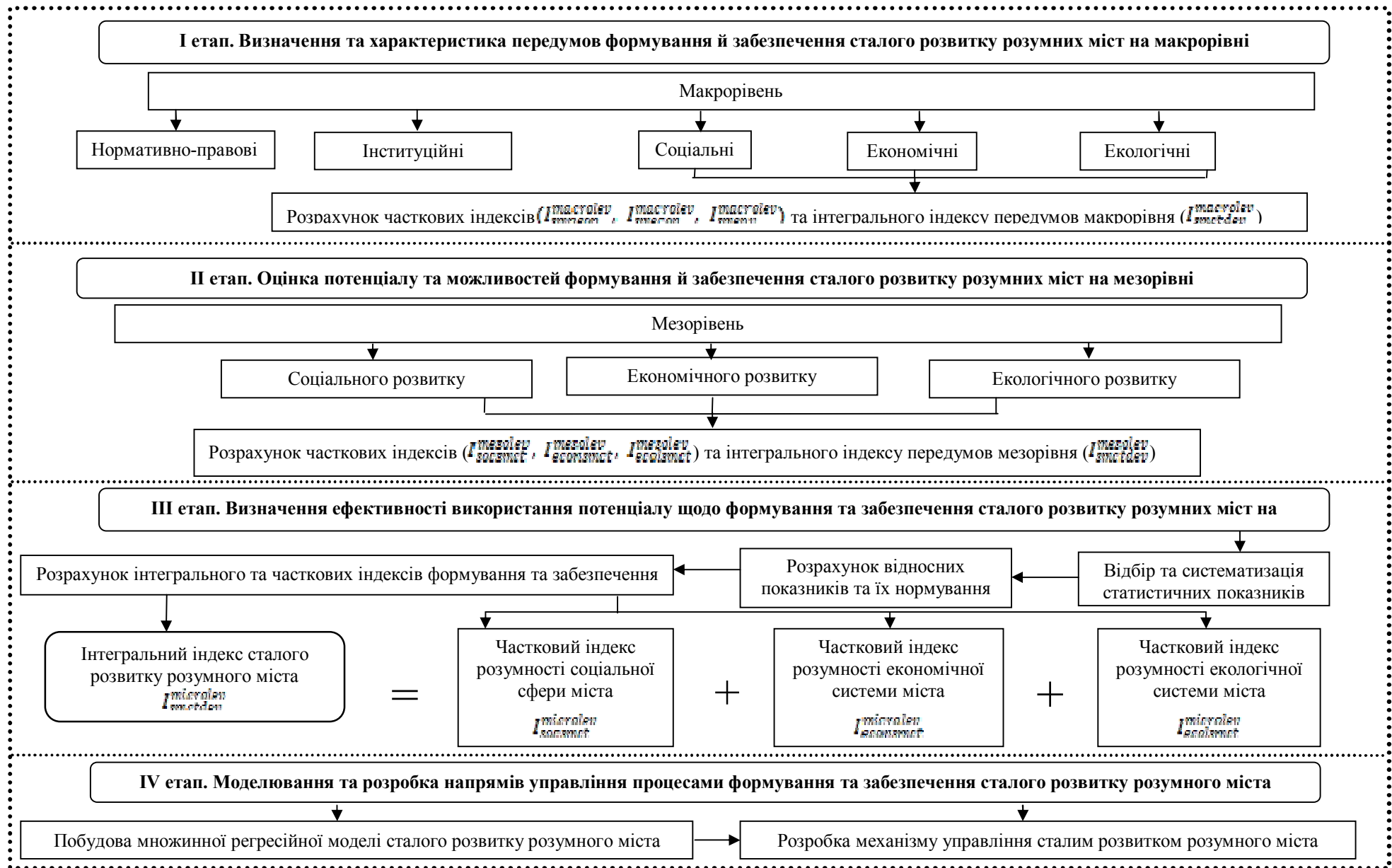


Рис. 1.3. *Методика діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста*

Джерело: розроблено дисертантом.

**Завдання та індикатори соціального
розвитку розумних міст на макрорівні**

Група індикаторів соціального розвитку розумних міст на макрорівні	Завдання	Індикатор	Позначення
	Забезпечити доступність інтернету	Рівень охоплення населення інтернет-послугами, абонентів на 100 жителів	X_1^{smreop}
	Забезпечити збільшення участі молоді в наукових дослідженнях	Питома вага дослідників віком до 40 років у загальній кількості дослідників	X_2^{smreop}
	Забезпечити збереження культурної й природної спадщини із залученням приватного сектору	Кількість об'єктів культурної та природної спадщини, які включені до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО, <i>одиниць</i>	X_3^{smreop}
		Кількість пам'яток національного значення, включених до Державного реєстру нерухомих пам'яток України, <i>одиниць</i>	X_4^{smreop}
	Забезпечити стале використання й захист морських та прибережних екосистем, підвищення їх стійкості й відновлення на основі інноваційних технологій	Площа територій та об'єктів природно-заповідного фонду приморських областей, % від території приморських областей	X_5^{smreop}

Джерело: розроблено дисертантом на основі: [41].

Економічні передумови формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст на макрорівні – це стан, індикатори та закономірності розвитку такої складової частини розумних міст як, розумна економіка. Ця група передумов сформована такими індикаторами, як витрати закладів вищої освіти на провадження наукової діяльності, частка експорту товарів із використанням у виробництві технологій високого та середньовисокого рівнів у загальному обсязі експорту товарів; місце України в рейтингу за Глобальним інноваційним індексом; рівень зайнятості населення віком 20–64 роки; кількість зайнятих працівників у суб'єктів середнього й малого підприємництва; місце України в рейтингу легкості ведення бізнесу Doing Business; частка доданої вартості за витратами виробництва підприємств, котрі належать до високотехнологічного сектору переробної промисловості, у загальній доданій вартості за витратами виробництва; частка доданої

вартості за витратами виробництва підприємств, які належать до середньо-високотехнологічного сектору переробної промисловості, у загальній доданій вартості за витратами виробництва; частка працівників, зайнятих на підприємствах, які належать до високо- та середньо-високотехнологічних секторів переробної промисловості, у загальній кількості зайнятих працівників у промисловості, частка витрат на виконання наукових досліджень і розробок у ВВП; частка реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової; частка електротранспорту у внутрішньому сполученні, кількість проєктів публічно-приватного партнерства (табл. 1.5).

Таблиця 1.5

Завдання та індикатори економічного розвитку розумних міст на макрорівні

1	Завдання	Індикатор	Позначення
	2	3	4
Група індикаторів економічного розвитку розумних міст на макрорівні	Підвищити якість вищої освіти та забезпечити її тісний зв'язок із наукою, сприяти формуванню в країні міст освіти й науки	Витрати закладів вищої освіти на провадження наукової діяльності	X_1^{smecon}
	Забезпечити стійке зростання ВВП на основі модернізації виробництва, розвитку інновацій, підвищення експортного потенціалу, виводу на зовнішні ринки продукції з високою часткою доданої вартості	Частка експорту товарів із використанням у виробництві технологій високого та середньовисокого рівня в загальному обсязі експорту товарів	X_2^{smecon}
		Місце України в рейтингу за Глобальним інноваційним індексом	X_3^{smecon}
	Підвищити рівень зайнятості населення	Рівень зайнятості населення віком 20 – 64 роки	X_4^{smecon}
	Створити інституційні та фінансові можливості для самореалізації потенціалу економічно активної частини населення та розвитку креативної економіки	Кількість зайнятих працівників у суб'єктів середнього та малого підприємства	X_5^{smecon}
		Місце України у рейтингу легкості ведення бізнесу Doing Business	X_6^{smecon}

1	2	3	4
	Сприяти прискореному розвитку високо- та середньотехнологічних секторів переробної промисловості, які формуються на основі використання ланцюгів «освіта – наука – виробництво» та кластерного підходу за напрямками: розвиток інноваційної екосистеми; розвиток інформаційно-телекомунікаційних технологій (ІКТ); застосування ІКТ в АПК, енергетиці, транспорті й промисловості; високотехнологічне машинобудування; створення нових матеріалів; розвиток фармацевтичної та біоінженерної галузей	Частка доданої вартості за витратами виробництва підприємств, які належать до високотехнологічного сектору переробної промисловості, у загальній доданій вартості за витратами виробництва	X_7^{smecon}
		Частка доданої вартості за витратами виробництва підприємств, які належать до середньо-високотехнологічного сектору переробної промисловості, у загальній доданій вартості за витратами виробництва	X_8^{smecon}
		Частка працівників, зайнятих на підприємствах, які належать до високо- та середньо-високотехнологічних секторів переробної промисловості, у загальній кількості зайнятих працівників у промисловості	X_9^{smecon}
	Створити фінансову та інституційну системи (інноваційну інфраструктуру), що забезпечуватимуть розвиток наукових досліджень, і науково-технічних (експериментальних) розробок	Частка витрат на виконання наукових досліджень і розробок у ВВП	X_{10}^{smecon}
		Частка реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової	X_{11}^{smecon}
	Забезпечити розширення використання електротранспорту та відповідної мережі інфраструктури	Частка електротранспорту у внутрішньому сполученні	X_{12}^{smecon}
	Розвивати партнерські відносини влади й бізнесу для досягнення цілей сталого розвитку	Кількість проектів публічно-приватного партнерства	X_{13}^{smecon}

Джерело: розроблено дисертантом на основі: [41].

Екологічні передумови формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст на макрорівні – це стан, індикатори та закономірності розвитку такої складової частини розумних міст, як розумне довкілля. Ця

група передумов сформована такими індикаторами, як безпечність і якість питної води за органолептичними, фізико-хімічними та санітарно-токсикологічними показниками в міській і сільській місцевостях; обсяги скидів забруднених (забруднених без очистки та недостатньо очищених) стічних вод у водні об'єкти; частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у загальному кінцевому споживанні енергії; кількість міст, у яких середньорічні концентрації основних забруднювальних речовин в атмосферному повітрі перевищують середньодобові гранично допустимі концентрації; обсяг утворених відходів усіх видів економічної діяльності на одиницю ВВП; частка спалених та утилізованих відходів у загальному обсязі утворених відходів (табл. 1.6).

Таблиця 1.6

**Завдання та індикатори екологічного
розвитку розумних міст на макрорівні**

1	Завдання	Індикатор	Позначення
	2	3	4
Група індикаторів екологічного розвитку розумних міст на макрорівні	Забезпечити доступність якісних послуг з постачання безпечної питної води, будівництво та реконструкцію систем централізованого питного водопостачання із застосуванням новітніх технологій і обладнання	Безпечність та якість питної води за органолептичними, фізико-хімічними й санітарно-токсикологічними показниками в міській та сільській місцевостях	X_1^{smenv}
	Зменшити обсяги скидання неочищених стічних вод, насамперед з використанням інноваційних технологій водоочищення на державному та індивідуальному рівнях	Обсяги скидів забруднених (забруднених без очистки та недостатньо очищених) стічних вод у водні об'єкти	X_2^{smenv}
	Збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, зокрема за рахунок уведення додаткових потужностей об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел	Частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у загальному кінцевому споживанні енергії	X_3^{smenv}

1	2	3	4
	Зменшити негативний вплив забруднювальних речовин, у т. ч. на довкілля міст, зокрема шляхом застосування інноваційних технологій	Кількість міст, у яких середньорічні концентрації основних забруднювальних речовин в атмосферному повітрі перевищують середньодобові гранично допустимі концентрації	X_4^{smpeop}
	Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій і виробництв	Обсяг утворених відходів усіх видів економічної діяльності на одиницю ВВП	X_5^{smpeop}
		Частка спалених та утилізованих відходів у загальному обсязі утворених відходів	X_6^{smpeop}

Джерело: розроблено дисертантом на основі: [41].

Основою для оцінки рівня передумов формування й забезпечення розвитку розумних міст на макрорівні є інтегральний індекс сталого розвитку розумних міст на макрорівні, що розраховується за формулою:

$$I_{smctdev}^{macrolev} = I_{smpeop}^{macrolev} + I_{smecon}^{macrolev} + I_{smenv}^{macrolev}, \quad (1.1)$$

відповідно частковий індекс розвитку розумних людей на макрорівні:

$$I_{smpeop}^{macrolev} = \frac{1}{5} (\sum_{j=1}^5 I_j^{smpeop}), \quad (1.2)$$

частковий індекс розвитку розумної економіки на макрорівні:

$$I_{smecon}^{macrolev} = \frac{1}{13} (\sum_{j=1}^{13} I_j^{smecon}), \quad (1.3)$$

частковий індекс розвитку розумного довкілля на макрорівні:

$$I_{smenv}^{macrolev} = \frac{1}{6} (\sum_{j=1}^6 I_j^{smenv}). \quad (1.4)$$

Для цього здійснюються відбір і систематизація статистичних показників сталого розвитку розумного міста, на основі чого виконується розрахунок відносних показників та їх нормування, розрахунок часткових індикаторів сталого розвитку розумних міст України.

Індикатор – це параметр або значення, отримане з параметрів, що вказує на інформацію про стан галузі, значення якого виходять за рамки, що безпосередньо пов'язані зі значенням параметра. Індекс – це набір

агрегованих або зважених параметрів чи факторів. Параметр – властивість, яка вимірюється або спостерігається [136, с. 35].

Потрібно розрізняти фактори й інші статистичні дані [62]. Вимірювання деяких подій або явищ створюють необроблені дані, котрі після обробки часто публікуються як статистика. Ці статистичні дані можуть надати основну інформацію або вони можуть бути факторами, якщо мають деяке додаткове значення та пов'язані з конкретною проблемою. Якщо кількість факторів зменшується, об'єднуючи їх за певною формулою, то вони називаються індексами.

Наступним кроком є розрахунок відносних показників і їх нормування, що дає змогу здійснити розрахунок часткових індикаторів сталого розвитку розумних міст України. Для цього пропонуємо провести аналіз індикаторів розумного розвитку соціальної сфери міста, економічної та екологічної ситуацій.

Ураховуючи те, що всі індикатори й параметри, які формують індекси, вимірюються за допомогою різних фізичних величин, мають різні інтерпретації, змінюються в різних діапазонах і мають різну спрямованість, потрібно привести їх до нормованого (стандартизованого) виду за такими формулами. При цьому вважаємо, що вони вимірюватимуться за N -бальною шкалою, де $N=I$.

Якщо показник X_j є стимулятором, тобто його зв'язок з відповідним індикатором I розвитку міста прямий (чим більше значення X_j , тим кращий стан підсистеми), то його стандартизоване значення I_j розраховується за формулою:

$$I_j = \frac{X_j - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}, \quad (1.5)$$

де X_{min} – мінімальне значення j -го показника, а X_{max} – максимальне значення j -го показника.

Якщо показник X_j є дестимулятором, тобто його зв'язок із відповідним індикатором розвитку міста I обернений (чим більше значення X_j , тим стан

підсистеми гірший), то його стандартизоване значення I_j розраховують за формулою:

$$I_j = 1 - \frac{X_j - X_{min}}{X_{max} - X_{min}}, \quad (1.6)$$

де X_{min} – мінімальне значення j -го показника, а X_{max} – максимальне значення j -го показника.

Така нормалізація забезпечує інформаційну односпрямованість індикаторів. При цьому їх змінювання відбуватимуться в діапазоні від 0 до 1. Найгірші значення індикаторів із погляду сталого розвитку міста відповідатимуть числовим значенням, близьким до 0, а найкращі – наближуватимуться до 1.

Під час агрегування показників в одну інтегральну оцінку застосовують так звану теорію «адитивної цінності», згідно з якою цінність цілого дорівнює сумі цінностей його складників.

Найчастіше інтегральний показник I визначають як середнє арифметичне стандартизованих значень I_j показників:

$$I = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n I_j \quad (1.7)$$

Якщо компоненти інтегрального показника мають різну значимість у системі оцінювання, то кожному компоненту надається певна вага ω_j , тобто інтегральна оцінка має форму середньої арифметичної зваженої:

$$I = \sum_{j=1}^n \omega_j I_j. \quad (1.8)$$

де $\omega_j \geq 0$,

а $\sum_{j=1}^n \omega_j = 1$.

Найчастіше значення вагових коефіцієнтів ω_j отримуються в результаті експертного опитування. Присвоєння компонентам інтегрального показника певних ваг є складним завданням для експертів і є достатньо суб'єктивним підходом в оцінюванні. Для усунення певної суб'єктивності під час оцінювання сталого розвитку міста застосовуємо наступний підхід.

Припускаємо, що показники X_j , включені до моделі, є лише індикаторами певних наявних властивостей сталого розвитку міста, які безпосередньо не вимірюються. Причому X_j мають однакову значимість у системі оцінювання досліджуваного явища, тому $\omega_j = 1/n$,

де $j = 1, 2, \dots, n$.

Етап II «Оцінка потенціалу формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст на мезорівні» передбачає здійснення оцінки й визначення перспектив сталого розвитку розумних міст на прикладі адміністративно-територіальних центрів шляхом комплексної оцінки соціо-економіко-екологічної ситуації в областях України. Показники, за якими здійснюватиметься оцінка, об'єднано в три групи, а саме показники соціального розвитку регіону, що становлять основу для розрахунку часткового індексу соціальних передумов розвитку розумних міст на мезорівні ($I_{socsmt}^{mesolev}$) (табл. 1.7); економічного розвитку, що становлять основу для розрахунку часткового індексу економічних передумов розвитку розумних міст на мезорівні ($I_{econsmct}^{mesolev}$) (табл. 1.8); екологічного розвитку, що відповідно, становлять основу для розрахунку часткового індексу екологічних передумов розвитку розумних міст на мезорівні ($I_{ecolsmct}^{mesolev}$) (табл. 1.9).

Відповідно, інтегральний індекс передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні розраховують як рівнозважене середнє п'ятнадцяти нормалізованих (стандартизованих) за формулами параметрів X_j :

$$I_{smctdev}^{mesolev} = \frac{1}{15} (\sum_{j=1}^5 I_j^{socsmt} + \sum_{j=1}^5 I_j^{econsmct} + \sum_{j=1}^5 I_j^{ecolsmct}), \quad (1.9)$$

частковий індекс соціальних передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні:

$$I_{socsmt}^{mesolev} = \frac{1}{5} (\sum_{j=1}^5 I_j^{socsmt}), \quad (1.10)$$

Таблиця 1.7

**Завдання та індикатори соціального
розвитку розумних міст на мезорівні**

Група індикаторів соціального розвитку розумних міст на мезорівні	Індикатор	Параметр	Позначення
	Населення та міграція	Чисельність населення в регіонах (за оцінкою) станом на 1 лютого поточного року	X_1^{smreop}
	Доходи та умови життя	Наявний дохід населення	X_2^{smreop}
		Середня заробітна плата	X_3^{smreop}
Прийняття в експлуатацію житла		X_4^{smreop}	

Джерело: розроблено дисертантом на основі: [41].

відповідно, частковий індекс економічних передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні:

$$I_{econsmct}^{mesolev} = \frac{1}{5} (\sum_{j=1}^5 I_j^{econsmct}), \quad (1.11)$$

Таблиця 1.8

**Завдання та індикатори економічного
розвитку розумних міст на мезорівні**

Група індикаторів економічного розвитку розумних міст на мезорівні	Індикатор	Параметр	Позначення
	Ціни	Індекси споживчих цін за регіонами	X_1^{smecon}
	Капітальні інвестиції	Обсяги капітальних інвестицій за регіонами	X_2^{smecon}
	Діяльність підприємств	Кількість підприємств за регіонами	X_3^{smecon}
	Торгівля	Регіональні обсяги зовнішньої торгівлі товарами (експорт)	X_4^{smecon}
Регіональні обсяги зовнішньої торгівлі товарами (імпорт)		X_5^{smecon}	

Джерело: розроблено дисертантом на основі: [41].

відповідно, частковий індекс екологічних передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні:

$$I_{ecolsmct}^{mesolev} = \frac{1}{5} (\sum_{j=1}^5 I_j^{ecolsmct}), \quad (1.12)$$

**Завдання та індикатори екологічного
розвитку розумних міст на мезорівні**

Група індикаторів екологічного розвитку розумних міст на мезорівні	Індикатор	Параметр	Позначення
	Відходи	Утворення відходів по регіонах. Обсяги відходів I-IV класів небезпеки	X_1^{smenv}
	Атмосферне повітря	Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення	X_2^{smenv}
	Витрати на охорону навколишнього природного середовища	Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища	X_3^{smenv}
Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища		X_4^{smenv}	

Джерело: розроблено дисертантом на основі: [41].

Етап III «Визначення ефективності використання потенціалу формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст» передбачає визначення використання потенціалу сталого розвитку розумних міст на основі розрахунку інтегрального індексу розвитку розумного міста та часткових індексів розумності соціальної сфери міста, розумності економічної системи міста, розумності екологічної системи міста. Показники за якими здійснюватиметься оцінка, об'єднані в три групи, а саме: показники соціального розвитку міста, що становлять основу для розрахунку часткового індексу соціальних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні $I_{socsmct}^{microlev}$ (табл. 1.10); економічного розвитку, що становлять основу для розрахунку часткового індексу економічних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні $I_{econsmct}^{microlev}$ (табл. 1.11); екологічного розвитку, що, відповідно, становлять основу для розрахунку часткового індексу екологічних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні $I_{ecolsmct}^{microlev}$ (табл. 1.12).

Інтегральний індекс передумов формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст на мезорівні розраховують як рівнозважене середнє

дев'ятнадцяти нормалізованих (стандартизованих) за формулами параметрів X_j :

$$I_{smctdev}^{microlev} = \frac{1}{19} (\sum_{j=1}^7 I_j^{socsm} + \sum_{j=1}^7 I_j^{econsmct} + \sum_{j=1}^5 I_j^{ecolsmct}), \quad (1.13)$$

відповідно, частковий індекс соціальних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні:

$$I_{socsmct}^{microlev} = \frac{1}{7} (\sum_{j=1}^7 I_j^{socsm}), \quad (1.14)$$

Таблиця 1.10

Завдання та індикатори соціальної сфери розвитку розумних міст на мікрорівні

Група індикаторів соціального розвитку розумних міст на мікрорівні	Індикатор	Параметр	Позначення
	Населення та міграція	Чисельність наявного населення по обласних центрах України	X_1^{smreop}
		Загальний приріст, скорочення (-) чисельності населення за містами	X_2^{smreop}
	Ринок праці	Середньооблікова кількість штатних працівників	X_3^{smreop}
	Доходи та умови життя	Середньомісячна заробітна плата штатних працівників по містах	X_4^{smreop}
		Заборгованість із виплати заробітної плати	X_5^{smreop}
Соціальна інфраструктура	Загальна площа прийнятих в експлуатацію житлових будівель	X_6^{smreop}	

Джерело: розроблено дисертантом на основі: [41].

частковий індекс економічних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні:

$$I_{econsmct}^{microlev} = \frac{1}{7} (\sum_{j=1}^7 I_j^{econsmct}), \quad (1.15)$$

Завдання та індикатори економічного розвитку розумних міст на мікрорівні

Група індикаторів економічного розвитку розумних міст на мікрорівні	Індикатор	Параметр	Позначення
	Діяльність підприємств	Фінансові результати (сальдо) діяльності підприємств до оподаткування по містах	X_1^{smecon}
		Підприємства, які одержали прибуток, у % до загальної кількості підприємств по містах	X_2^{smecon}
	Послуги	Діяльність підприємств сфери нефінансових послуг. Обсяг реалізованих послуг	X_3^{smecon}
		Частка послуг, сфери нефінансових послуг, реалізованих населенню в загальному обсязі	X_4^{smecon}
	Інвестиції та інновації	Капітальні інвестиції по містах	X_5^{smecon}
Прямі інвестиції (акціонерний капітал)		X_6^{smecon}	

Джерело: розроблено дисертантом на основі [41].

Відповідно, частковий індекс екологічних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні:

$$I_{ecolmct}^{microlev} = \frac{1}{5} (\sum_{j=1}^5 I_j^{ecolmct}), \quad (1.16)$$

Таблиця 1.12

Завдання та індикатори екологічного розвитку розумних міст на мікрорівні

Група індикаторів екологічного розвитку розумних міст на мікрорівні	Індикатор	Параметр	Позначення
	Атмосферне повітря	Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення	X_1^{smenv}
	Відходи	Утворення відходів за містами	X_2^{smenv}
		Накопичення відходів за містами	X_3^{smenv}
Витрати на охорону навколишнього середовища	Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища	X_4^{smenv}	

Джерело: розроблено дисертантом на основі: [41].

Послідовна декомпозиція кожного етапу побудови інтегрального індексу розвитку розумного міста уможливорює формування набору відповідних характеристик базового рівня, які можуть бути представлені 19-

ма стандартними статистичними показниками. На рис. 1.4 представлено декомпозицію інтегрального індексу розвитку розумних міст, котра об'єднує систему критеріїв і статистичних показників його побудови.

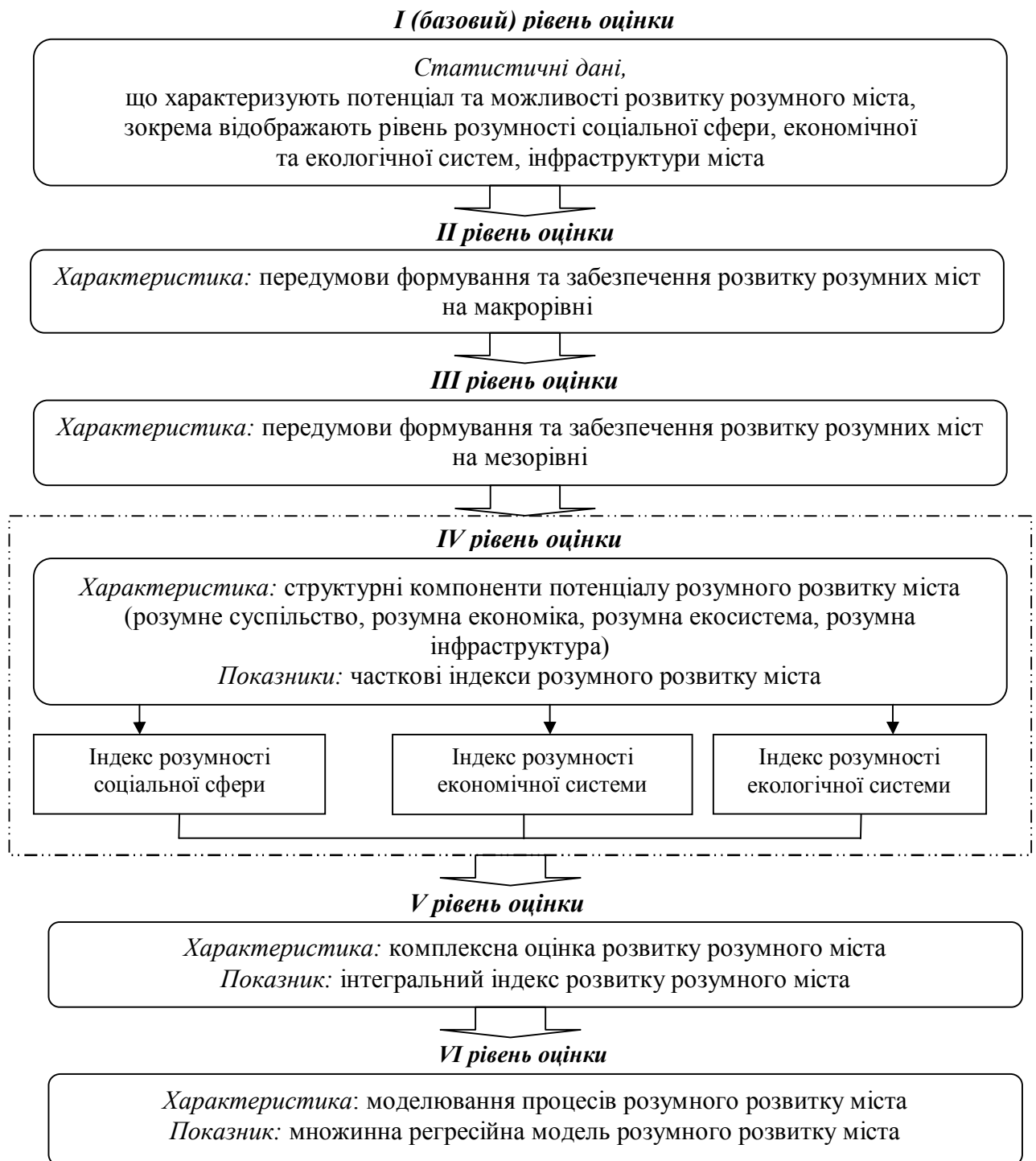


Рис. 1.4. Декомпозиція інтегральної оцінки розумного розвитку міста
Джерело: розроблено здобувачем.

Етап IV «Моделювання та розробка напрямів управління процесами сталого розвитку розумних міст» передбачає побудову множинної

регресійної моделі, розробку організаційно-економічного механізму управління сталого розвитку розумного міста.

Множинна регресійна модель відображає залежність рівня розвитку розумного міста від стану соціальної сфери, економічної й екологічної систем у місті. Побудова множинної регресійної моделі включає кілька етапів. На першому етапі здійснюється встановлення наявності кореляційного зв'язку між ознаками X_1 ($I_{socsmt}^{microlev}$), X_2 ($I_{econsmct}^{microlev}$), X_3 ($I_{ecolsmct}^{microlev}$) та Y ($I_{smctdev}^{microlev}$). На другому етапі будується матриця парних коефіцієнтів кореляції.

Для аналізу ефекту впливу економічного, соціального й екологічного розвитку на загальний розвиток розумного міста будується регресійна модель залежності інтегрального індексу розумного розвитку міста від часткових індексів розвитку розумності соціальної, екологічної та економічної систем:

$$I_{smctdev}^{microlev} = a_0 + a_1 I_{socsmt}^{microlev} + a_2 I_{econsmct}^{microlev} + a_3 I_{ecolsmct}^{microlev}, \quad (1.17)$$

де

a_0, a_1, a_2, a_3 – параметри моделі;

$I_{smctdev}^{microlev}$ – інтегральний індекс розумного розвитку міста;

$I_{socsmt}^{microlev}$ – частковий індекс розумності соціальної системи міста;

$I_{econsmct}^{microlev}$ – частковий індекс розумності економічної системи міста;

$I_{ecolsmct}^{microlev}$ – частковий індекс розумності екологічної системи міста.

Отримані результати виступають основою для розробки й реалізації конкретних управлінських рішень, обґрунтування стратегічних напрямів і механізмів забезпечення сталого розвитку міста.

Отже, запропонований нами методичний підхід до діагностики розвитку розумного міста дає змогу враховувати систему кількісних і якісних показників та охоплює послідовну реалізацію таких його етапів: визначення й характеристика передумов формування та забезпечення розвитку розумних

міст на макрорівні; оцінка потенціалу й можливостей формування та забезпечення розвитку розумних міст на мезорівні; діагностика ефективності використання потенціалу формування й забезпечення розвитку розумного міста на мікрорівні; моделювання та розробка напрямів управління процесами сталого розвитку розумного міста. Застосування цієї методики дає змогу розробити організаційно-економічний механізм управління розвитком розумного міста.

Висновки до розділу 1

1. Поглиблення дослідницьких процесів та практична реалізація засад філософії сталого розвитку сьогодні все більше слугує поштовхом для формування нових стратегічних пріоритетів економічного розвитку. Так, еволюція концепції сталого розвитку знаходить відображення у нормативно-правових засадах міжнародної та європейської спільнот. Зокрема, принципи викладені у Лейпцизькій хартії «Міста Європи на шляху сталого розвитку», Стратегія розумного, сталого та інклюзивного зростання «Європа 2020» й «Європа 2030» та Глобальні цілі Сталого розвитку ООН є ілюстрацією підходів до сталого розвитку на мікро-, мезо-, макро-, та мегарівнях.

2. Виявлено, що поняття «розумне місто» розглядається науковцями у розрізі різних галузей знань, серед яких можна виділити місцеве самоврядування, юриспруденцію, економіку, статистику, географію та ряд інших. На основі аналізу наукових підходів до категорії «розумне місто», пропонуємо розглядати розумне місто, як місто, яке базується на сталому та інклюзивному розвитку, що в перспективі уможлиблює, на взаємопосилюючій основі, використання всіх наявних ресурсів і технологій задля скоординованого функціонування на тлі глобальних екологічних, економічних та соціальних тенденцій.

3. Систематизація досвіду щодо управління процесами формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста у зарубіжних країнах дозволяє стверджувати про часткову імплементацію елементів розумного міста у ряді міст світу. Так, із семи проаналізованих нами міст, маркер «розумного міста» отримало тільки два. Варто зазначити, що особливого розвитку на шляху впровадження концепції розумного міста, досягли міста Європейського Союзу.

4. Отримали подальший розвиток методичні підходи до оцінювання ефективності використання потенціалу формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста на основі інтегрального показника, розрахунок

якого ґрунтується на аналізі та систематизації часткових показників, котрі характеризують соціальну сферу, економічну й екологічну ситуації в місті. Отримані результати виступають основою для розробки та реалізації конкретних управлінських рішень, обґрунтування стратегічних напрямків і механізмів забезпечення сталого розвитку міста.

Основні положення першого розділу дисертаційної роботи відображено в працях дисертанта [23, 143, 115, 25, 8, 34, 145].

РОЗДІЛ 2

ДІАГНОСТИКА ПРОЦЕСІВ ФОРМУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РОЗУМНИХ МІСТ В УКРАЇНІ

2.1. Стратегічний аналіз передумов формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на макрорівні

Інституційні передумови розвитку розумних міст формуються нормативно-правовим середовищем і системою владних інститутів, до яких, зокрема, відносимо Міністерство енергетики, Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів, Міністерство інфраструктури, Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства, Міністерство розвитку громад та територій і Міністерство цифрової трансформації України. Інші тринадцять міністерств менше залучені до процесу, але так чи інакше теж беруть участь у формуванні єдиної державної політики щодо розвитку розумних міст. Також із системи не можна виключати низку державних і національних служб, агентств та інспекцій, що теж наділені управлінськими, наглядовими й іншими функціями. Така розрізненість та відсутність конкретного, окремого органу, який би опікувався розвитком розумних міст, указує на відсутність єдиної державної стратегії щодо формування й їх розвитку.

Такий факт також є очевидним, виходячи із «Національної економічної стратегії 2030», де немає згадок про розумний розвиток міст чи країни загалом [4].

Серед нормативно-правових документів, котрі формують інституційне середовище сталого розвитку міст України, виокремлюємо Конституцію України, Закони України «Про місцеве самоврядування в Україні», «Про добровільне об'єднання територіальних громад», Указ Президента України

№722/2019 «Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року», Постанову Верховної Ради України «Про Концепцію сталого розвитку населених пунктів».

Нормативно-правова база створення моделі розумного розвитку міст на сьогодні чітко регулюється в міжнародних стандартах побудови інтелектуальних мереж (Smart Systems/IoT) та сталого розвитку «розумних міст і розумних спільнот». Інтеграція широкого спектра технологічних, загальнотехнічних, проектних, організаційно-управлінських та логістичних рішень створює умови для утворення концепцій розумного міста.

На сьогодні в Україні кроки, які реалізуються містами щодо впровадження елементів розумного міста, часто є хаотичними й ухвалюються на власний розсуд без відповідного нормативного забезпечення технічних аспектів та взаємоузгодженості з іншими територіальними громадами.

Для формування системи управління сталим розвитком розумного міста насамперед потрібна партнерська екосистема, яка складається з органів влади, підприємств, що провадять свою діяльність тривалий час; компаній, навчальних закладів і неприбуткових організацій та ін. Оскільки часто виникає потреба в об'єднаних зусиллях зацікавлених сторін, для управління сталим розвитком розумного міста потрібна чітко визначена стратегія. Очільники міста, органи місцевого самоврядування, транспортні райони, компанії та неприбуткові організації, а також, залежно від моделі фінансування, державні або місцеві органи виконавчої влади можуть брати участь у розробці бачення розвитку розумного міста. Усі зацікавлені сторони повинні вміти чітко зазначати свої обов'язки, забезпечувати надходження необхідної інформації до відповідних осіб, які приймають рішення, і надавати людям повноваження приймати рішення, що стануть внеском у загальний результат. Першочерговим є встановлення відповідальності та розробка механізмів своєчасного прийняття рішень.

На загальнонаціональному ж рівні саме уряд країни повинен виступати рушієм перетворень у країні в галузі розвитку розумних міст на період до

2030 року в рамках підсумкового документа саміту ООН щодо прийняття нового порядку денного та виконувати провідну роль у формуванні національної стратегії сталого розвитку суспільства в рамках забезпечення виконання прийнятих міжнародних норм і зобов'язань, які мають глобальний, комплексний та нероздільний характер.

Можна стверджувати, що перед Україною постає очевидна проблема ролі національної стандартизації й технічного регулювання в контексті сучасних соціально-економічних реалій та глобалізаційних викликів. Незважаючи на це, Україна у XXI ст. перебуває в групі лідерів країн-розробників ефективних наукових технологій, володіє достатнім потенціалом освічених людей та має наявний виробничий потенціал. Проте політика регулювальних і координаційних органів держави не стоїть на достатньому рівні для впровадження національної концепції розвитку розумних міст та забезпечення відповідних умов для їх функціонування.

Керуючись Глобальними цілями сталого розвитку ООН до 2030 р., ми виокремили такі завдання й відповідні індикатори, що відображено в запропонованій нами методиці. Очікується, що цілі сталого розвитку є обов'язковою умовою для майбутнього розвитку розумних міст. Саме тому впровадження таких цілей на національному рівні дасть змогу зробити наступний крок на шляху запровадження та імплементації концепції розумного міста.

Удосконалення інформаційних технологій створює умови для ефективного розвитку сучасного суспільства. Комунікаційні засоби стали невід'ємною складовою частиною життя людей у всіх сферах діяльності. Інтернет, основним чином розширивши комунікаційні, просторові й часові межі, відкрив нові можливості для спілкування, освіти, праці, відпочинку та творчої самореалізації особистості. У табл. 2.1 відображено доступність інтернету. Так, починаючи з 2015 р., спостерігаємо різке збільшення рівня охоплення населення інтернет-послугами. Якщо у 2015 р. цей показник становив 14, у 2016 р. – 39, то у 2017 р. – 56, а у 2018 р. – 62.

Таблиця 2.1

Показники доступності інтернету на макрорівні

Завдання							
9.6. Забезпечити доступність інтернету, особливо в сільській місцевості							
Індикатори							
9.6.1. Рівень охоплення населення інтернет-послугами, абонентів на 100 жителів							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
14	0	39	0,5208	56	0,8750	62	1

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 18].

Забезпечення збільшення участі молоді в наукових дослідженнях є важливим індикатором визначення перспективності міста в тому чи іншому напрямі, адже саме від соціально-економічних гарантій залежить, де і як будуватимуть кар'єру молоді науковці. Крім того, сьогодні все популярнішим стає таке явище, як «відтік мізків» (англ. – *brain drain*), що загрожує країні втратою робочої сили віком до 40 років. Статистичні дані з табл. 2.2 відображають негативний рівень питомої ваги дослідників до 40 років.

Таблиця 2.2

Показники питомої ваги дослідників віком до 40 років на макрорівні

Завдання							
9.7. Забезпечити збільшення участі молоді у наукових дослідженнях							
Індикатори							
9.7.1. Питома вага дослідників віком до 40 років, у загальній кількості дослідників							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
36,7	0,8889	37,1	1,0000	35,6	0,5833	33,5	0

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 18].

В Україні збереження культурної й природної спадщини регулюється Законом України «Про охорону культурної спадщини», Законом України «Про перелік пам'яток культурної спадщини, що не підлягають приватизації», та іншими, не менш важливими нормативно-правовими актами. У табл. 2.3 наведено статистичні дані про кількість об'єктів і пам'яток культурної та природної спадщини національного значення, а також тих, що входять до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО.

Таблиця 2.3

Показники кількості об'єктів культурної та природної спадщини й пам'яток національного значення

Завдання							
11.3. Забезпечити збереження культурної й природної спадщини із залученням приватного сектору							
Індикатори							
11.3.1. Кількість об'єктів культурної та природної спадщини, які включені до Списку всесвітньої спадщини ЮНЕСКО, одиниць							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
7	1	7	1	7	1	7	1
11.3.2. Кількість пам'яток національного значення, уключених до Державного реєстру нерухомих пам'яток України, одиниць							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
891	0,0000	891	0,0000	906	0,2308	956	1

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 43].

Використання та захист морських та прибережних екосистем на основі інноваційних технологій та ініціатив є важливим фактором, що відповідає національним завданням і стосується збереження екофонду України. Наприклад, однією з таких ініціатив є українсько-грузинські Чорноморські дослідження, що проводяться в рамках проєкту «Удосконалення екологічного моніторингу Чорного моря» (*Environmental Monitoring in the*

Black Sea). У табл. 2.4 відображено площу територій та об'єктів природно-заповідного фонду приморських областей.

Таблиця 2.4

Показники площі територій та об'єктів природно-заповідного фонду приморських областей на макрорівні

Завдання							
14.2. Забезпечити стале використання й захист морських та прибережних екосистем, підвищення їх стійкості й відновлення на основі інноваційних технологій							
Індикатори							
14.2.1. Площа територій та об'єктів природно-заповідного фонду приморських областей, % від території приморських областей							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
5,81	0	5,82	0,3333	5,82	0,3333	5,84	1

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 16].

На рис. 2.1 відображено динаміку зміни часткового індексу розумного розвитку людей на макрорівні, який указує на щорічне зростання даних. Так, у 2015 р. показник становив 0,3778, у 2016 р. – 0,5708, у 2017 р. – 0,6045 та, відповідно, у 2018 р. – 0,8000.

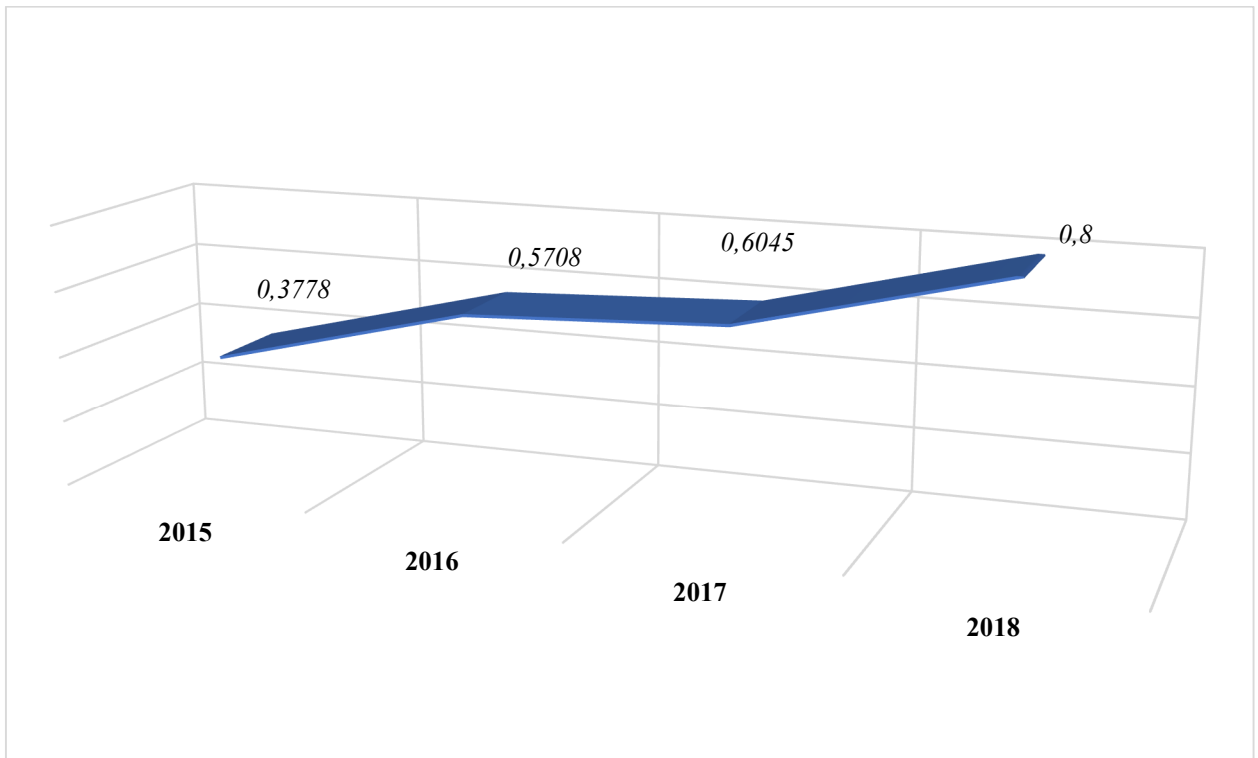


Рис. 2.1. Частковий індекс розумного розвитку людей на макрорівні

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41].

На сьогодні практика так званих «університетських міст» є поширеною в більшості країн Європи й світу. Взаємодія закладів вищої освіти, влади міста, місцевих громад, стейкхолдерів та інших залучених до функціонування міста сторін, дає змогу відкрити потенціал міста на якісно новому рівні й покращити низку економічних, соціальних, екологічних показників. Такій концепції відповідає завдання, що стосується підвищення якості вищої освіти та забезпечення її тісного зв'язку з наукою, сприяння формуванню в країні міст освіти й науки. Ураховуючи індикатор витрат закладів вищої освіти на провадження наукової діяльності, що зображено в табл. 2.5, можемо стверджувати, що, починаючи з 2015 р., показники мають позитивну динаміку.

Показники розвитку якості вищої освіти на макрорівні

Завдання							
4.4. Підвищити якість вищої освіти та забезпечити її тісний зв'язок із наукою, сприяти формуванню в країні міст освіти й науки							
Індикатори							
4.4.4. Витрати закладів вищої освіти на провадження наукової діяльності, млн грн							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
345,1	0	381,8	0,3001	430,3	0,6966	467,4	1

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 51].

Розвиток інновацій є ключовою ланкою на шляху забезпечення сталого розвитку розумних міст. Інноваційні розробки та стала модернізація виробництва дають змогу зайняти конкурентні високі позиції не лише на внутрішньому ринку, але й на міжнародній арені. У табл. 2.6 наведено індикатори й відповідні статистичні дані щодо забезпечення стійкого зростання ВВП на основі модернізації виробництва, розвитку інновацій, підвищення експортного потенціалу, виходу на зовнішні ринки продукції з високою часткою доданої вартості. Так, місце України в рейтингу за Глобальним інноваційним індексом за останні роки значно покращилося. Наприклад, у 2015 р. Україна займала 64 місце, у 2016 р. – 56, у 2017 – 50, у 2018 – 43 лише у 2019 р. позиція погіршилася на 4 пункти, посівши таким чином 47 місце.

Показники розвитку стійкого зростання ВВП, розвитку інновацій та підвищення експортного потенціалу на макrorівні

Завдання							
8.1. Забезпечити стійке зростання ВВП на основі модернізації виробництва, розвитку інновацій, підвищення експортного потенціалу, виводу на зовнішні ринки продукції з високою часткою доданої вартості							
Індикатори							
8.1.3. Частка експорту товарів з використанням у виробництві технологій високого та середньовисокого рівнів у загальному обсязі експорту товарів, % (групи «Продукція хімічної та пов'язаних із нею галузей промисловості», «Полімерні матеріали, пластмаси та вироби з них», «Машини, обладнання та механізми; електротехнічне обладнання», «Засоби наземного транспорту, літальні апарати, плавучі засоби», 90-та підгрупа групи «Прилади та апарати оптичні, фотографічні» (згідно з УКТЗЕД))							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
19,2	1	17,3	0,2083	16,8	0	17,0	0,0833
Індикатори							
8.1.4. Місце України в рейтингу за Глобальним інноваційним індексом							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
64	1	56	0,6190	50	0,3333	43	0

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 11].

Чисельність економічно активного населення відображає трудовий потенціал у містах країни. Саме тому важливо прослідкувати, як змінюється такий показник. Рівень зайнятості населення відображає кількісний трудовий потенціал населення. У табл. 2.7 у відсотковому еквіваленті відображено рівень зайнятості населення віком 20–64 роки. Можемо стверджувати, що рівень зайнятості протягом 2015–2018 рр. залишається відносно стабільним.

1	2	3	4	5	6	7	8
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
6,5	0	6,5	0	6,6	0,2000	7,0	1
8.6.3. Місце України у рейтингу легкості ведення бізнесу Doing Business							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
81	1	80	0,9000	76	0,5000	71	0

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 11].

У розрахунках табл. 2.9 нами проаналізовано розвиток високо- й середньотехнологічних секторів переробної промисловості, які формуються на основі використання ланцюга «освіта – наука – виробництво» та кластерного підходу за напрямками: розвиток інноваційної екосистеми; розвиток ІКТ; застосування ІКТ в АПК, енергетиці, транспорті й промисловості; високотехнологічне машинобудування; створення нових матеріалів; розвиток фармацевтичної та біоінженерної галузей. Отже, частка доданої вартості за витратами виробництва підприємств, які належать до високотехнологічного сектору переробної промисловості (зокрема з виробництва фармацевтичних продуктів і препаратів; комп'ютерів, електронної та оптичної продукції; повітряних і космічних літальних апаратів, супутнього устаткування відповідно до КВЕД), у загальній доданій вартості за витратами виробництва у відсотковому значенні починає зменшуватись із 2017 р. та досягає рівня 1,4 у 2018 р., що порівняно з показником 1,9 у 2015 р., є значним зменшенням. Проте частка працівників, зайнятих на підприємствах, які належать до високо- й середньотехнологічних секторів переробної промисловості, стабільно коливається в межах одного значення.

**Показники розвитку високо- та середньотехнологічних секторів
переробної промисловості на макрорівні**

Завдання							
9.4. Сприяти прискореному розвитку високо- та середньотехнологічних секторів переробної промисловості, які формуються на основі використання ланцюга «освіта – наука – виробництво» й кластерного підходу за напрямками: розвиток інноваційної екосистеми; розвиток ІКТ; застосування ІКТ в АПК, енергетиці, транспорті та промисловості; високотехнологічне машинобудування; створення нових матеріалів; розвиток фармацевтичної й біоінженерної галузей							
Індикатори							
9.4.1. Частка доданої вартості за витратами виробництва підприємств, які належать до високотехнологічного сектору переробної промисловості, у загальній доданій вартості за витратами виробництва, %							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
1,9	1	1,9	1	1,7	0,6000	1,4	0
9.4.2. Частка доданої вартості за витратами виробництва підприємств, які належать до середньо-, високотехнологічного сектору переробної промисловості, у загальній доданій вартості за витратами виробництва, %							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
4,7	1,0000	3,3	0,0000	3,4	0,0714	3,8	0,3571
9.4.3. Частка працівників, зайнятих на підприємствах, які належать до високо- та середньо-, високотехнологічних секторів переробної промисловості, у загальній кількості зайнятих працівників у промисловості, %							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
21,2	0,2000	21,1	0,0000	21,5	0,8000	21,6	1,0000

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 18].

Не менш важливим є завдання зі створення інноваційної інфраструктури та екосистеми, що забезпечуватимуть розвиток наукових досліджень і науково-технічних розробок. Частка витрат на виконання наукових досліджень і розробок у ВВП та частка реалізованої інноваційної

продукції в обсязі промислової, що зображені в табл. 2.10, відображають зменшення обсягу й указують на проблемність розвитку цієї сфери на економічному рівні.

Таблиця 2.10

Показники розвитку наукових досліджень та науково-технічних розробок на макрорівні

<i>Завдання</i>							
9.5. Створити фінансову та інституційну системи (інноваційну інфраструктуру), що забезпечуватимуть розвиток наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок							
<i>Індикатори</i>							
9.5.1. Частка витрат на виконання наукових досліджень і розробок у ВВП, %							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
0,55	1,0000	0,48	0,3000	0,45	0,0000	0,47	0,2000
9.5.2. Частка реалізованої інноваційної продукції в обсязі промислової, % *							
* У 2016 р. розрахунок показників не здійснювався.							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
1,4	1,0000	-	0	0,7	0,5000	0,8	0,5714

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 18].

Розумна мобільність є одним із ключових показників розвитку розумного міста. У часи екологічної кризи впровадження політики скорочення викидів CO² та активного переходу країн світу до альтернативних видів транспорту дає підставу зробити висновки, що імплементація містами політики щодо заборони використання бензинових і дизельних видів транспорту в найближчому майбутньому значно сприятиме в подоланні кризової екологічної ситуації. Відповідно найпопулярнішим видом пересування в містах стає електротранспорт. Попри повільне впровадження вищезгаданої політики, Україна підтримує світові тенденції та активно збільшує частку електротранспорту у внутрішньому сполученні. Так,

порівняно з 2015 р., показник збільшився і становив 62,6, що зображено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Показники розвитку розумної мобільності на макrorівні

Завдання							
9.2. Забезпечити розширення використання електротранспорту та відповідної мережі інфраструктури							
Індикатори							
9.2.1. Частка електротранспорту у внутрішньому сполученні, %							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
60,3	0	61,9	0,6957	62,0	0,7391	62,6	1

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 18].

Синергія влади й бізнесу є пріоритетним напрямом для успішного розвитку економіки будь-якої країни. Партнерські відносини між двома важливими ланками у функціонуванні держави є ключем до досягнення цілей сталого розвитку, що в перспективі дасть змогу досягти якісно нового рівня розвитку та впроваджувати концепцію розумних міст. У табл. 2.12 розглядаємо кількість проєктів публічно-приватного партнерства, де показники коливаються, а отже, ми не можемо охарактеризувати цю сферу як стабільну.

Таблиця 2.12.

Показники розвитку розумного управління на макrorівні

Завдання							
17.3. Розвивати партнерські відносини влади й бізнесу для досягнення цілей сталого розвитку							
Індикатори							
17.3.1. Кількість проєктів публічно-приватного партнерства, од.							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
177	0	186	0,6429	191	1	189	0,8571

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 36].

Проаналізувавши показники розумної економіки на макрорівні, можемо стверджувати, що у 2016–2017 рр. дані значно знижуються. Проте у 2018 р. значення часткового індекса розумної економіки на макрорівні знову збільшується та є доволі високим і максимально наближеним до рівня 2015 р.

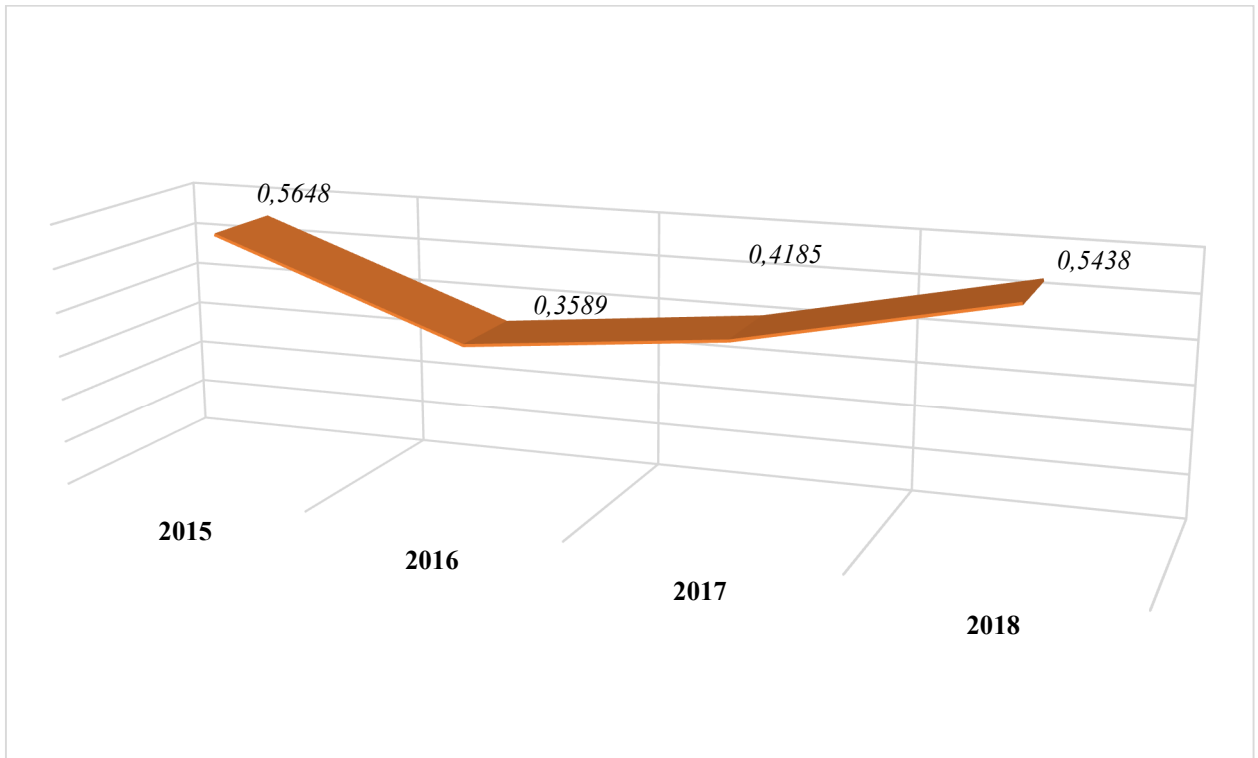


Рис. 2.2. Частковий індекс розвитку розумної економіки на макрорівні

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41].

В Україні якість води регламентується різними нормативними документами, основними з яких є Закон України «Про питну воду та питне водопостачання» від 10.01.2002 р. № 2918-III; ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», затверджені наказом МОЗ № 400 від 12.05.2010 р.; ДБН В.2.5-74:2013 «Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування». Саме тому важливими показниками є безпечність і якість питної води за різними показниками. Ураховуючи статистичні показники табл. 2.13, робимо висновок, що хоч і якість та безпечність питної води є

недостатньою, проте з кожним роком показники покращуються як у міській, так і в сільській місцевостях.

Таблиця 2.13

**Показники доступності якісних послуг з постачання
безпечної води на макрорівні**

Завдання							
6.1. Забезпечити доступність якісних послуг із постачання безпечної питної води, будівництво та реконструкцію систем централізованого питного водопостачання із застосуванням новітніх технологій та обладнання							
Індикатори							
6.1.3. Безпечність та якість питної води за органолептичними, фізико-хімічними та санітарно-токсикологічними показниками (по % нестандартних проб)							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
міська місцевість							
12,4	0	13,7	0,2131	16,2	0,6230	18,5	1
сільська місцевість							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
22,5	0	25,5	0,4110	27,4	0,6712	29,8	1

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 48].

Особливо гостро в густонаселених містах постала проблема скидання неочищених стічних вод. Саме скидання неочищених стічних вод є основною причиною забруднення поверхневих вод. За даними табл. 2.14, протягом останніх років спостерігаємо сталу тенденцію до погіршення якості води. Забруднені стічні води є однією з основних причин. Інша причина – той факт, що на наявних каналізаційних очисних спорудах використовують технології та методи очищення, які близько століття не зазнавали серйозних змін. У такому випадку доречними будуть оновлення технологій і використання новітніх та інноваційних технологій водоочищення на державному й індивідуальному рівнях.

Показники обсягів скидання неочищених стічних вод

Завдання							
6.3. Зменшити обсяги скидання неочищених стічних вод, насамперед із використанням інноваційних технологій водоочищення на державному та індивідуальному рівнях							
Індикатори							
6.3.1. Обсяги скидів забруднених (забруднених без очистки та недостатньо очищених) стічних вод у водні об'єкти, млн куб. м							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
875,1	0,4087	698,3	1	997,3	0	952,0	0,1515

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 48].

Сьогодні, держави світу вибирають шлях розвитку своєї економіки на основі розвитку відновлювальної енергетики, що ґрунтується на використанні відновлювальних джерел і ресурсів. Зокрема, до них належить енергія сонця, енергія вітру та води, органічна біомаса й ін. Ураховуючи відсоткову статистику, що наведена в табл. 2.15, можемо зробити висновок, що частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, активно зростала у 2015–2018 рр. та, урешті, досягнула позначки 7,0. Проте у 2019 р. показники різко скоротилися до 4,9.

Таблиця 2.15

Показники частки енергії, виробленої з відновлюваних джерел

Завдання							
7.3. Збільшити частку енергії з відновлюваних джерел у національному енергетичному балансі, зокрема за рахунок введення додаткових потужностей об'єктів, що виробляють енергію з відновлюваних джерел							
Індикатори							
7.3.1. Частка енергії, виробленої з відновлюваних джерел, у загальному кінцевому споживанні енергії, %							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
4,9	0,0000	5,8	0,4286	6,7	0,8571	7,0	1,0000

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 15].

Основним нормативним актом, що регулює діяльність у сфері якості повітря є Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 № 2707-ХІІ. Його положення спрямовані на збереження й відновлення природного стану атмосферного повітря, створення сприятливих умов для життєдіяльності, забезпечення екологічної безпеки та запобігання шкідливому впливу атмосферного повітря на здоров'я людей і навколишнє природне середовище. У табл. 2.16 наведено кількість міст, у яких середньорічні концентрації основних забруднювальних речовин в атмосферному повітрі перевищують середньодобові гранично допустимі концентрації. Так, у містах із найбільшою концентрацією забруднювальних речовин у повітрі, основними джерелами забруднення є підприємства паливно-енергетичного комплексу, обробної та видобувної промисловості.

Показники кількості міст, у яких середньорічні концентрації основних забруднювальних речовин в атмосферному повітрі перевищують середньодобові гранично допустимі концентрації

Завдання							
11.5. Зменшити негативний вплив забруднювальних речовин, у т. ч. на довкілля міст, зокрема шляхом використання інноваційних технологій							
Індикатори							
11.5.2. Кількість міст, у яких середньорічні концентрації основних забруднювальних речовин в атмосферному повітрі перевищують середньодобові гранично допустимі концентрації, одиниць							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
34	1	34	1	34	1	35	0

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 43].

Із початком ХХІ ст. обсяг відходів сприймається провідними країнами світу не як глобальна екологічна проблема, а як сировина завдяки їх повторному використанню. Така тенденція привела до того, що багато держав навіть починають здійснювати закупівлю відходів в інших країн задля їх подальшої переробки в альтернативні види енергії та ін. Закон України «Про відходи» додатково виділяє групу відходів – відходи як вторинна сировина. До цієї групи належать відходи, для утилізації та переробки яких в Україні існують відповідні технології та виробничо-технологічні й економічні передумови. У табл. 2.17 відображено обсяг утворених відходів усіх видів економічної діяльності на одиницю ВВП й частка спалених та утилізованих відходів у загальному обсязі утворених відходів.

**Показники обсягів утворення відходів і частка спалених
та утилізованих відходів на макрорівні**

Завдання							
12.4. Зменшити обсяг утворення відходів і збільшити обсяг їх переробки та повторного використання на основі інноваційних технологій і виробництв							
Індикатори							
12.4.1. Обсяг утворених відходів усіх видів економічної діяльності на одиницю ВВП, кг на 1000 дол. США за ПКС 2011 р.							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
977,4	0,6056	904,2	1,0000	1089,8	0,0000	1015,7	0,3992
12.4.2. Частка спалених та утилізованих відходів у загальному обсязі утворених відходів, %							
2015	Нормоване значення	2016	Нормоване значення	2017	Нормоване значення	2018	Нормоване значення
30,0	1,0000	29,0	0,5833	27,6	0,0000	29,7	0,8750

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41, 7].

Проаналізувавши показники розумного довкілля на макрорівні, можемо стверджувати, що у 2015–2018 рр. динаміка показників коливається. Так, якщо у 2015 та у 2017 рр. значення показника було низьким, то у 2016 й у 2018 рр. частковий індекс розвитку розумного довкілля демонструє позитивну динаміку.

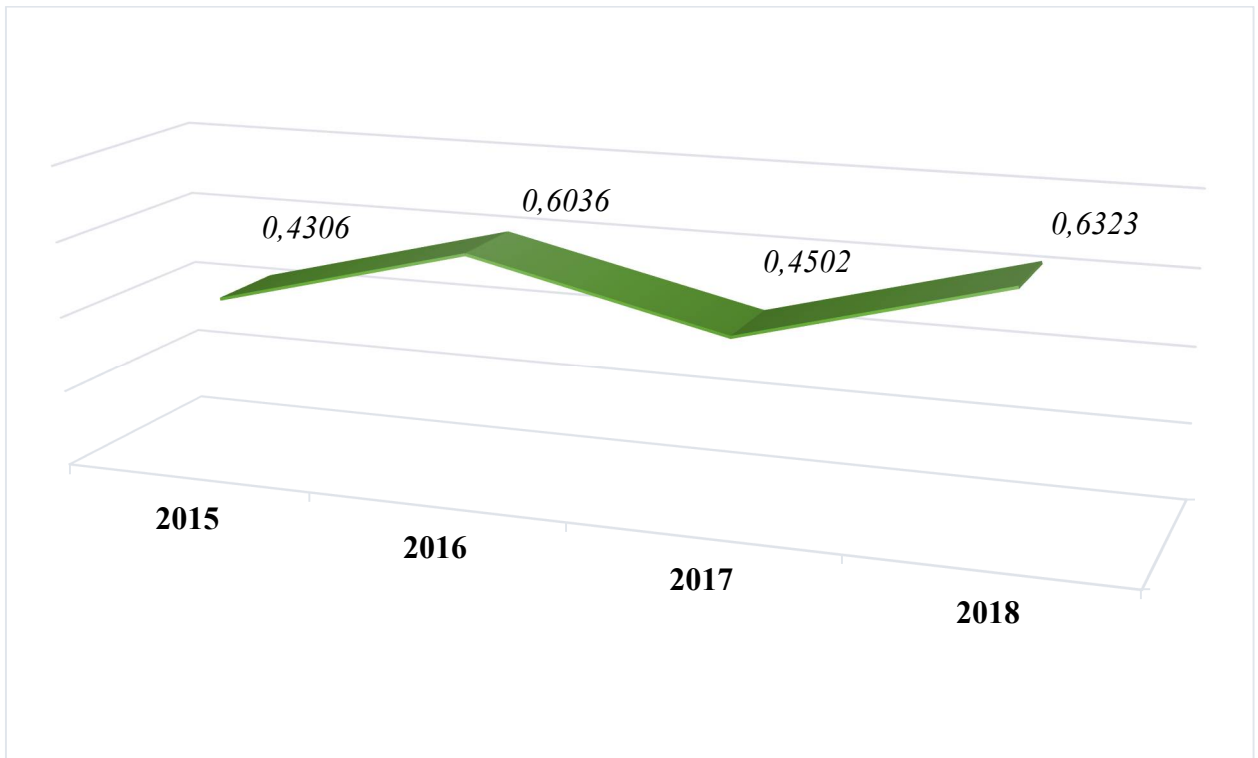


Рис. 2.3 Частковий індекс розвитку розумного довкілля на макрорівні

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.4 відображено інтегральний індекс передумов розвитку розумних міст на макрорівні. Бачимо, що стосовно 2015 р. показники частково зростають у 2016 та 2017 рр., а вже у 2018 р. дані значно перевищують рівень попередніх років.

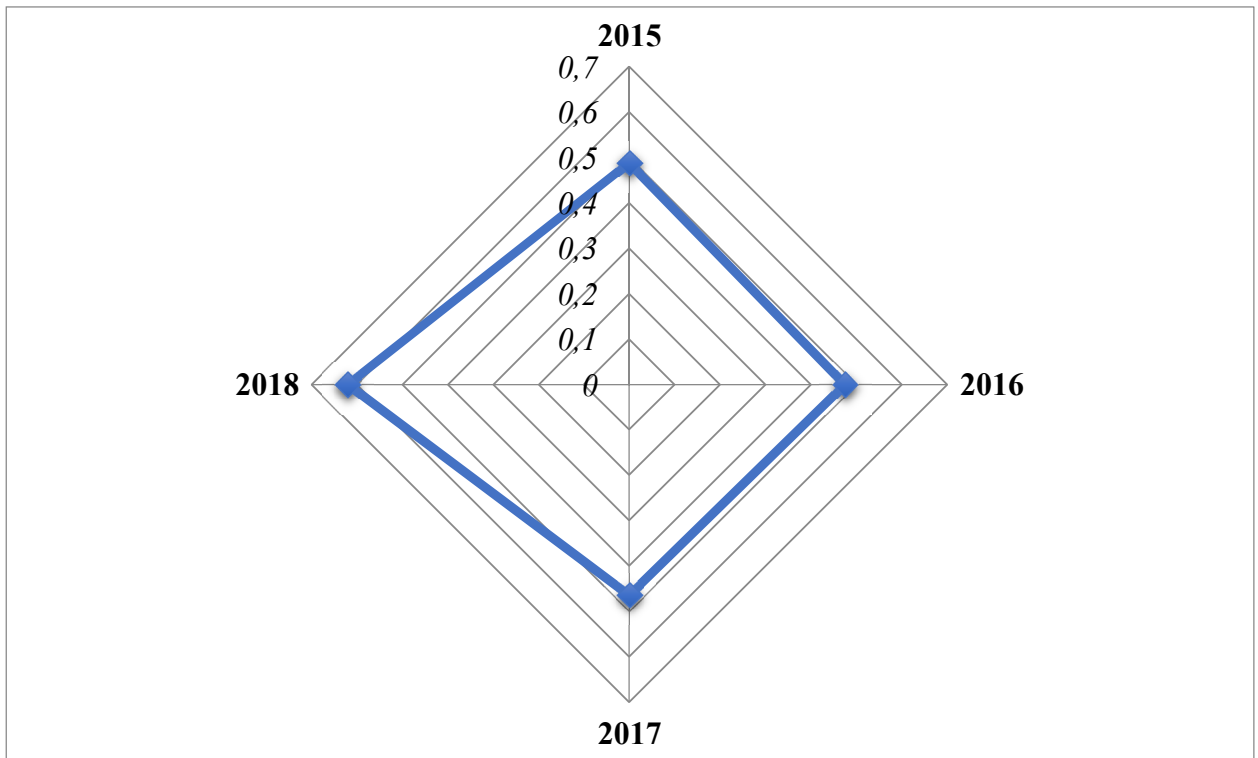


Рис. 2.4 *Інтегральний індекс сталого розвитку розумних міст на макрорівні*
 *Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41].

Отже, можемо стверджувати про відсутність єдиної державної політики щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні. Попри те, що протягом 2015–2018 рр. спостерігаємо позитивну динаміку зміни часткових індексів сталого розвитку розумних міст на макрорівні, загальний рівень індексу свідчить про необхідність інтенсифікації діяльності щодо забезпечення цього процесу.

2.2. Оцінка можливостей формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на мезорівні

Для аналізу *регіональних соціальних передумов сталого розвитку розумного міста на мезорівні* на основі міжрегіональних зіставлень,

представлених Державною службою статистики України, визначено індикатори розумного розвитку за ключовими параметрами в розрізі регіонів України. У міру об'єктивних обставин під час проведення аналізу не враховані показники таких регіонів, як Автономна Республіка Крим, Донецька та Луганська області.

Першим показником із групи параметрів, що формують індикатори розвитку соціальної сфери регіону, є *чисельність населення*. Виходячи з історичних передумов, розподіл в регіонах України є нерівномірним. Традиційно густонаселеними є регіони центральної та східної частини України, тоді як у північній і західній частинах кількість населення є меншою.

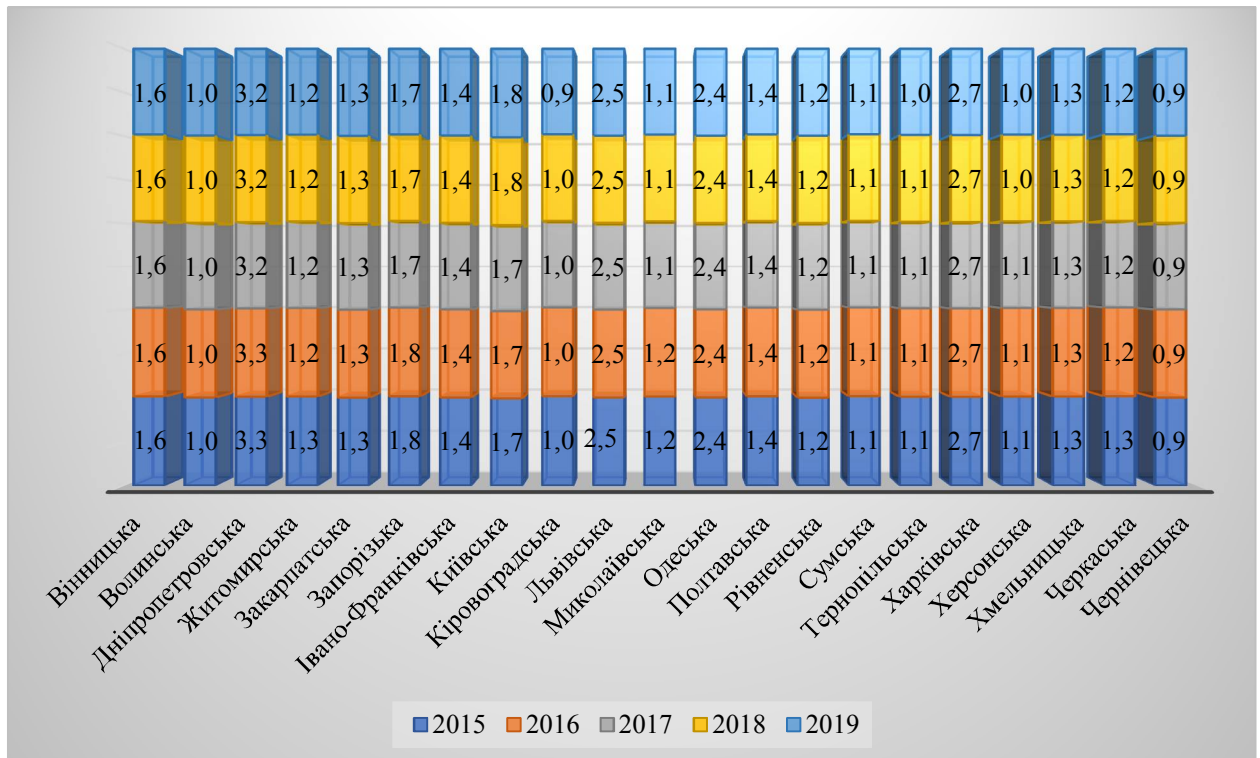


Рис. 2.5. Чисельність населення в регіонах (за оцінкою) станом на 1 лютого поточного року, млн осіб

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено та розраховано дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.5 зображено динаміку зміни чисельності населення в регіонах України за 2015–2019 рр. Так, найбільш заселеними регіонами є Дніпропетровська, Львівська, Харківська та Одеська області. Загалом, відповідно до статистичних даних, протягом зазначеного періоду спостерігаємо мінімальне скорочення чисельності наявного населення в регіонах України.

Важливим параметром розвитку соціальної сфери регіону є показник наявного доходу населення. Для здійснення ефективнішого аналізу динаміки зміни наявного доходу населення в розрізі регіонів України протягом 2017–2019 рр. нами виконано розрахунок цього показника в доларах США, результати якого представлено в табл. 2.18. Отже, можемо стверджувати, що реальний дохід населення в більшості регіонів України за 2018 р. несуттєво зменшився порівняно з 2017 р. Проте вже у 2019 р. простежено тенденцію до збільшення реального доходу населення в усіх регіонах України.

Таблиця 2.18

Наявний дохід населення, тис.

Регіон	2015		2016		2017		2018		2019	
	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вінницька	47,6	2,2	55,8	2,2	69,2	2,6	55,7	2,0	65,5	2,5
Волинська	26,0	1,2	31,3	1,2	39,6	1,5	46,1	1,7	53,9	2,1
Дніпропетровська	127,8	5,9	143,9	5,6	175,2	6,6	74,7	2,7	89,0	3,4
Житомирська	34,8	1,6	41,0	1,6	51,6	1,9	52,7	1,9	62,5	2,4
Закарпатська	28,3	1,3	33,8	1,3	41,9	1,6	41,4	1,5	47,8	1,9
Запорізька	63,8	2,9	75,9	3,0	91,3	3,4	65,0	2,4	76,0	2,9
Івано-Франківська	36,7	1,7	43,8	1,7	54,2	2,0	48,7	1,8	56,5	2,2
Київська	58,8	2,7	69,6	2,7	87,8	3,3	65,6	2,4	76,2	3,0
Кіровоградська	26,8	1,2	31,7	1,2	39,3	1,5	50,3	1,8	58,4	2,3
Львівська	74,9	3,4	89,5	3,5	111,9	4,2	56,5	2,1	67,3	2,6
Миколаївська	34,1	1,6	40,4	1,6	50,2	1,9	55,4	2,0	64,7	2,5
Одеська	77,5	3,6	93,5	3,7	115,6	4,3	63,1	2,3	75,2	2,9
Полтавська	46,2	2,1	54,4	2,1	66,9	2,5	61,6	2,3	72,8	2,8
Рівненська	31,0	1,4	36,4	1,4	45,2	1,7	48,1	1,8	55,9	2,2
Сумська	34,2	1,6	40,0	1,6	48,7	1,8	55,8	2,1	65,9	2,6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Тернопільська	25,7	1,2	30,0	1,2	37,2	1,4	43,5	1,6	50,5	2,0
Харківська	87,7	4,0	103,5	4,0	126,2	4,7	56,4	2,1	66,5	2,6
Херсонська	29,7	1,4	34,9	1,4	42,3	1,6	50,1	1,8	58,1	2,3
Хмельницька	38,0	1,7	44,4	1,7	54,2	2,0	50,6	1,9	58,9	2,3
Черкаська	33,6	1,5	40,0	1,6	49,8	1,9	50,6	1,9	59,6	2,3
Чернівецька	21,8	1,0	25,8	1,0	32,1	1,2	42,7	1,6	49,1	1,9
Чернігівська	29,9	1,4	34,5	1,3	42,4	1,6	51,2	1,9	59,9	2,3

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Не менш важливим параметром, що характеризує рівень розвитку соціальної сфери в регіоні, є рівень заробітної плати. У табл. 2.19 відображено кількісні показники середньої заробітної плати за місяць у регіональному розрізі за період 2017–2019 рр. Для підвищення ефективності аналізу нами здійснено розрахунок цього показника в дол. США. Можемо зауважити, що динаміка збільшення середньої заробітної плати за регіонами України в національній валюті протягом 2017–2019 рр. залишається позитивною для всіх областей України. Так, порівняно з 2017 р., середня заробітна плата збільшилась у середньому приблизно на 70 %.

Таблиця 2.19

Середня заробітна плата за регіонами за місяць

Регіон	2015		2016		2017		2018		2019	
	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вінницька	47,6	2,2	55,8	2,2	50,1	1,9	67,5	2,5	82,6	3,2
Волинська	26,0	1,2	31,3	1,2	50,0	1,9	63,1	2,3	75,6	2,9
Дніпропетровська	127,8	5,9	143,9	5,6	59,1	2,2	78,4	2,9	96,4	3,7
Житомирська	34,8	1,6	41,0	1,6	48,1	1,8	64,2	2,4	74,8	2,9
Закарпатська	28,3	1,3	33,8	1,3	51,9	1,9	68,0	2,5	81,1	3,1
Запорізька	63,8	2,9	75,9	3,0	58,3	2,2	74,8	2,7	93,6	3,6
Івано-Франківська	36,7	1,7	43,8	1,7	52,2	2	66,6	2,4	77,7	3,0
Київська	58,8	2,7	69,6	2,7	61,2	2,4	81,4	3,0	97,2	3,8

Продовження Таблиці 2.19

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кіровоградська	26,8	1,2	31,7	1,2	49,2	1,8	62,2	2,3	72,8	2,8
Львівська	74,9	3,4	89,5	3,5	53,7	2,0	69,5	2,5	82,3	3,2
Миколаївська	34,1	1,6	40,4	1,6	57,4	2,2	70,7	2,6	85,8	3,3
Одеська	77,5	3,6	93,5	3,7	56,7	2,1	72,3	2,6	83,0	3,2
Полтавська	46,2	2,1	54,4	2,1	54,7	2,0	71,4	2,6	88,1	3,5
Рівненська	31,0	1,4	36,4	1,4	52,1	2,0	64,6	2,4	76,8	3,0
Сумська	34,2	1,6	40,0	1,6	51,0	1,9	64,0	2,3	74,9	2,9
Тернопільська	25,7	1,2	30,0	1,2	46,4	1,7	58,6	2,1	70,7	2,7
Харківська	87,7	4,0	103,5	4,0	52,6	2	66,8	2,4	80,3	3,1
Херсонська	29,7	1,4	34,9	1,4	48,7	1,8	60,6	2,2	71,4	2,8
Хмельницька	38,0	1,7	44,4	1,7	50,3	1,9	62,7	2,3	74,4	2,9
Черкаська	33,6	1,5	40,0	1,6	50,5	1,9	64,2	2,4	76,5	3,0
Чернівецька	21,8	1,0	25,8	1,0	47,2	1,8	59,1	2,2	69,6	2,7
Чернігівська	29,9	1,4	34,5	1,3	47,6	1,8	61,0	2,2	71,5	2,8

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.6 у динаміці представлено динаміку прийняття в експлуатацію житла в регіонах України як однієї із соціальних передумов їх розумного розвитку. Так, простежуємо тенденцію щодо збільшення кількості прийнятих в експлуатацію житлових приміщень у більшості регіонів. Зважаючи на показники 2019 р., можемо стверджувати, що майже всі регіони значно збільшили кількість прийнятих в експлуатацію житлових приміщень, порівняно з 2018 р., за винятком Вінницької й Запорізької областей.

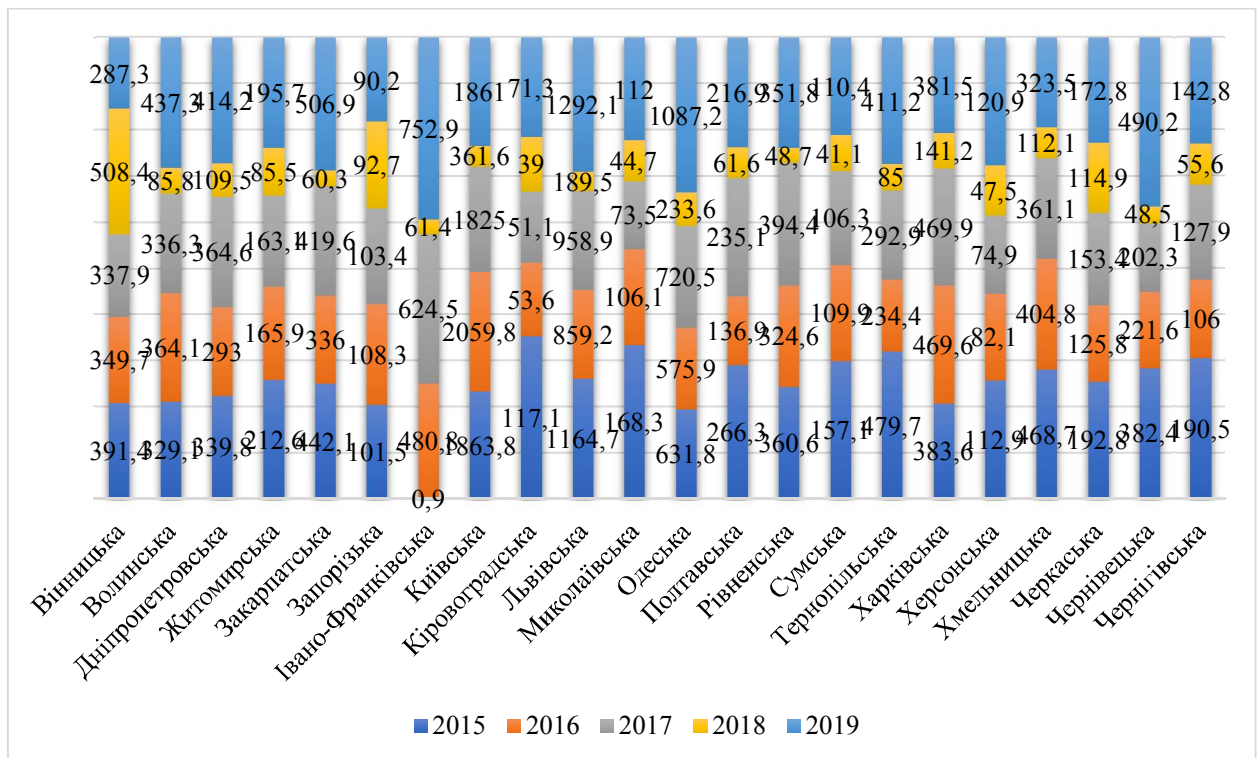


Рис. 2.6. Прийняття в експлуатацію житла за регіонами, тис. м²

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

У табл. 2.20 представлено рейтинг областей за індексом розвитку соціальної сфери. Так, групування здійснено за відповідним значенням індексу за таким критерієм: відносно високий рівень А – значення індексу в межах 0,7500–1; достатній рівень В – значення індексу в межах 0,4000–0,7499; недостатній рівень С – значення індексу в межах 0,3501–0,3999; задовільний рівень D – значення індексу в межах 0,3000–0,3500; низький рівень E – зі значенням індексу в межах 0,0000–0,2999.

Отже, за табл. 2.20 можемо проаналізувати рівень розвитку соціальної сфери в регіонах України для визначення регіональних соціальних передумов розвитку розумних міст, здебільшого вони є задовільними – у 2015 р. 16 областей належали до групи E, 2 – до групи D, 4 – до групи C і жодна – до групи B та A; у 2016 р. до групи E входило 14, D – 1, C – 4, B – 1, A – 0; у 2017 р. до групи E – 13, D – 2, C – 4, B – 1, A – 0; у 2018 р. до групи E – 12, D – 3, C – 1, B – 5, A – 0; у 2019 р. до групи E – 14, D – 1, C – 1, B – 4, A – 2.

Таблиця 2.20

**Рейтинг областей України за значенням часткового індексу соціальних передумов сталого розвитку
розумних міст на мезорівні**

№	Регіон	2015	Група	2016	Група	2017	Група	2018	Група	2019	Група
1	Вінницька	0,2490	Е	0,2441	Е	0,2537	Е	0,4345	В	0,3267	Д
2	Волинська	0,1148	Е	0,1249	Е	0,1313	Е	0,0960	Е	0,1566	Е
3	Дніпропетровська	0,7955	А	0,7785	А	0,7522	А	0,5631	В	0,7909	А
4	Житомирська	0,1406	Е	0,1322	Е	0,1235	Е	0,1832	Е	0,1882	Е
5	Закарпатська	0,1582	Е	0,1605	Е	0,1974	Е	0,0937	Е	0,2029	Е
6	Запорізька	0,3978	С	0,4334	В	0,3961	С	0,3414	Д	0,4772	В
7	Івано-Франківська	0,1627	Е	0,2385	Е	0,2652	Е	0,1754	Е	0,2722	Е
8	Київська	0,6074	В	0,6805	В	0,6863	В	0,5047	В	0,7656	А
9	Кіровоградська	0,0881	Е	0,0673	Е	0,0645	Е	0,1324	Е	0,0969	Е
10	Львівська	0,5477	В	0,5466	В	0,5628	В	0,4322	В	0,5788	В
11	Миколаївська	0,2516	Е	0,2563	Е	0,2422	Е	0,2200	Е	0,2781	Е
12	Одеська	0,5321	В	0,5838	В	0,5682	В	0,5137	В	0,5884	В
13	Полтавська	0,2781	Е	0,2730	Е	0,2783	Е	0,3139	Д	0,3926	С
14	Рівненська	0,1895	Е	0,1826	Е	0,1930	Е	0,1838	Е	0,1799	Е
15	Сумська	0,1549	Е	0,1360	Е	0,1329	Е	0,2468	Е	0,1809	Е
16	Тернопільська	0,0904	Е	0,0480	Е	0,0592	Е	0,1861	Е	0,0875	Е
17	Харківська	0,5152	В	0,5457	В	0,5189	В	0,4969	В	0,4444	В
18	Херсонська	0,0753	Е	0,0808	Е	0,0742	Е	0,2325	Е	0,0984	Е
19	Хмельницька	0,2050	Е	0,1909	Е	0,1864	Е	0,3225	Д	0,1832	Е
20	Черкаська	0,1533	Е	0,1569	Е	0,1482	Е	0,3576	С	0,1794	Е
21	Чернівецька	0,0655	Е	0,0436	Е	0,0338	Е	0,2648	Е	0,0664	Е
22	Чернігівська	0,1044	Е	0,1011	Е	0,0615	Е	0,0945	Е	0,1147	Е

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом.

Економічні передумови сталого розвитку розумних міст на мезорівні нами проаналізовано за такими параметрами.

Динаміку обсягів капітальних інвестицій за регіонами України, які для більш ефективного аналізу також розраховані в дол. США, представлено в табл. 2.21.

Таблиця 2.21

Обсяги капітальних інвестицій за регіонами, млрд

Регіон	2015		2016		2017		2018		2019	
	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США
Вінницька	0,7	33,8	0,8	32,4	1,2	44,1	1,8	0,066	1,6	0,062
Волинська	0,6	28,2	0,6	24,9	0,7	26,4	0,9	0,033	1,3	0,050
Дніпропетровська	2,6	118,8	3,3	129,6	4,3	161,3	6,0	0,221	6,7	0,260
Житомирська	0,4	18,5	0,6	21,7	0,8	29,0	0,9	0,033	0,8	0,031
Закарпатська	0,4	17,3	0,5	18,2	0,6	21,1	0,8	0,029	0,9	0,035
Запорізька	0,8	35,7	1,1	43,1	1,6	59,7	1,6	0,059	1,5	0,058
Івано-Франківська	1,0	44,0	0,8	31,0	1,0	36,4	0,9	0,033	0,9	0,035
Київська	2,4	111,6	3,3	130,5	3,4	129,6	4,1	0,151	5,0	0,194
Кіровоградська	0,4	18,6	0,6	24,8	0,7	27,5	0,7	0,026	0,8	0,031
Львівська	1,3	61,3	1,9	72,7	2,4	90,6	2,9	0,107	3,1	0,120
Миколаївська	0,6	27,4	1,0	38,0	1,1	42,0	1,0	0,037	1,3	0,050
Одеська	1,0	45,7	1,7	65,3	2,2	83,8	2,4	0,088	2,1	0,081
Полтавська	0,8	38,2	1,5	59,6	1,6	59,6	1,9	0,070	2,3	0,089
Рівненська	0,4	19,8	0,4	16,9	0,6	23,0	0,7	0,026	0,7	0,027
Сумська	0,4	16,7	0,6	22,5	0,7	26,1	0,8	0,029	0,8	0,031
Тернопільська	0,4	17,5	0,5	19,1	0,7	26,8	0,8	0,029	0,9	0,035
Харківська	1,1	51,5	1,7	64,6	1,9	72,7	2,4	0,088	2,3	0,089
Херсонська	0,3	14,2	0,5	17,9	0,7	27,6	0,9	0,033	1,2	0,047
Хмельницька	0,7	31,2	0,9	35,6	1,0	39,4	1,1	0,040	1,1	0,043
Черкаська	0,4	205,7	0,6	25,4	0,8	30,6	1,1	0,040	1,1	0,043
Чернівецька	0,3	12,7	0,3	10,4	0,3	11,2	0,4	0,015	0,4	0,016
Чернігівська	0,4	16,2	0,5	20,7	0,7	27,6	0,9	0,033	0,9	0,035

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.7 зображено індекс споживчих цін, що є одним із ключових показників, який характеризує інфляційні процеси й фактично відображає рівень купівельної спроможності населення. Оскільки спостерігаємо

зменшення індексу у 2018 р., порівняно з 2016–2017 р. в розрізі регіонів, то ми вважаємо, що говорити про збільшення купівельної спроможності громадян не варто. Відповідно, у 2019 р. простежуємо негативну динаміку до збільшення інфляційних процесів у регіонах та, відповідно, зниження купівельної спроможності населення.

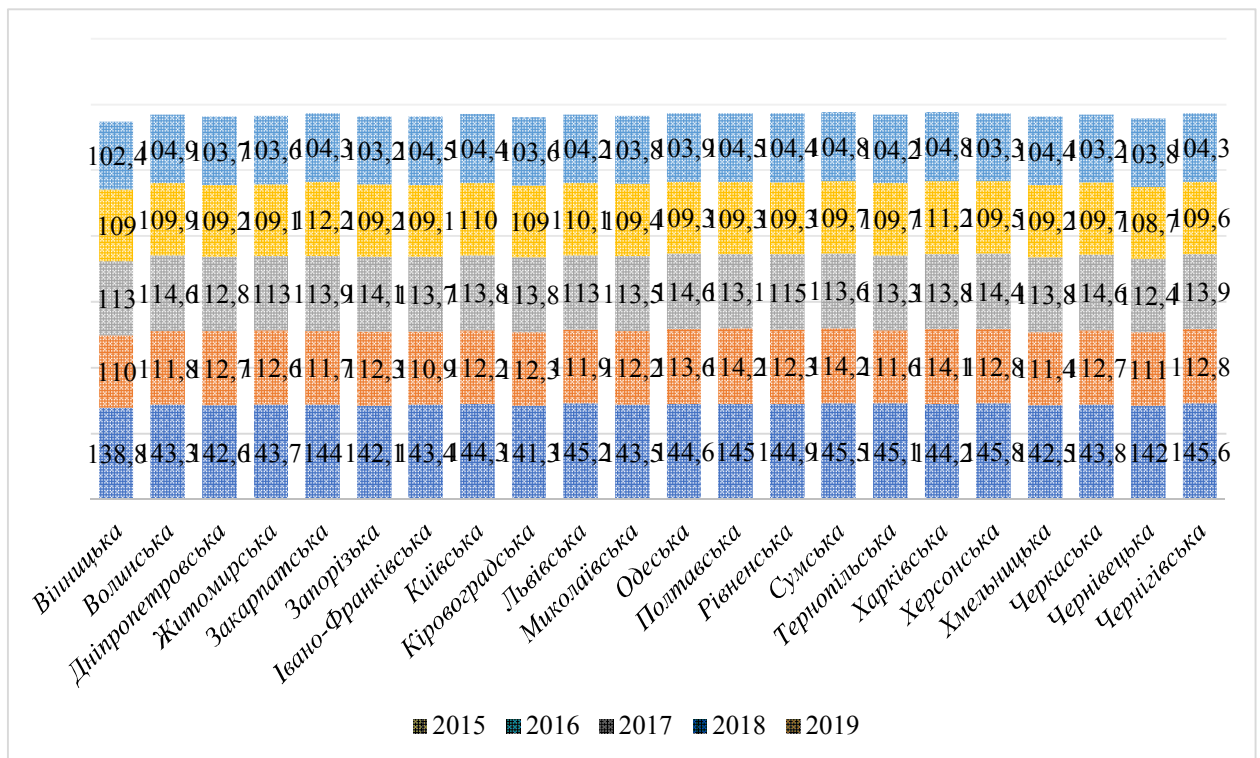


Рис. 2.7. *Індекси споживчих цін за регіонами (грудень до грудня попереднього року)*

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Важливою економічною передумовою розумного розвитку міста, що відображає поточну економічну ситуацію в регіоні, є кількість суб'єктів господарювання. На рис. 2.8 представлено динаміку зміни чисельності підприємств за регіонами. Після 2017 р. спостерігаємо позитивну динаміку до збільшення кількості підприємств. Так, у більшості регіонів у 2018–2019 рр. кількість підприємств перевищила відповідне значення попередніх років.

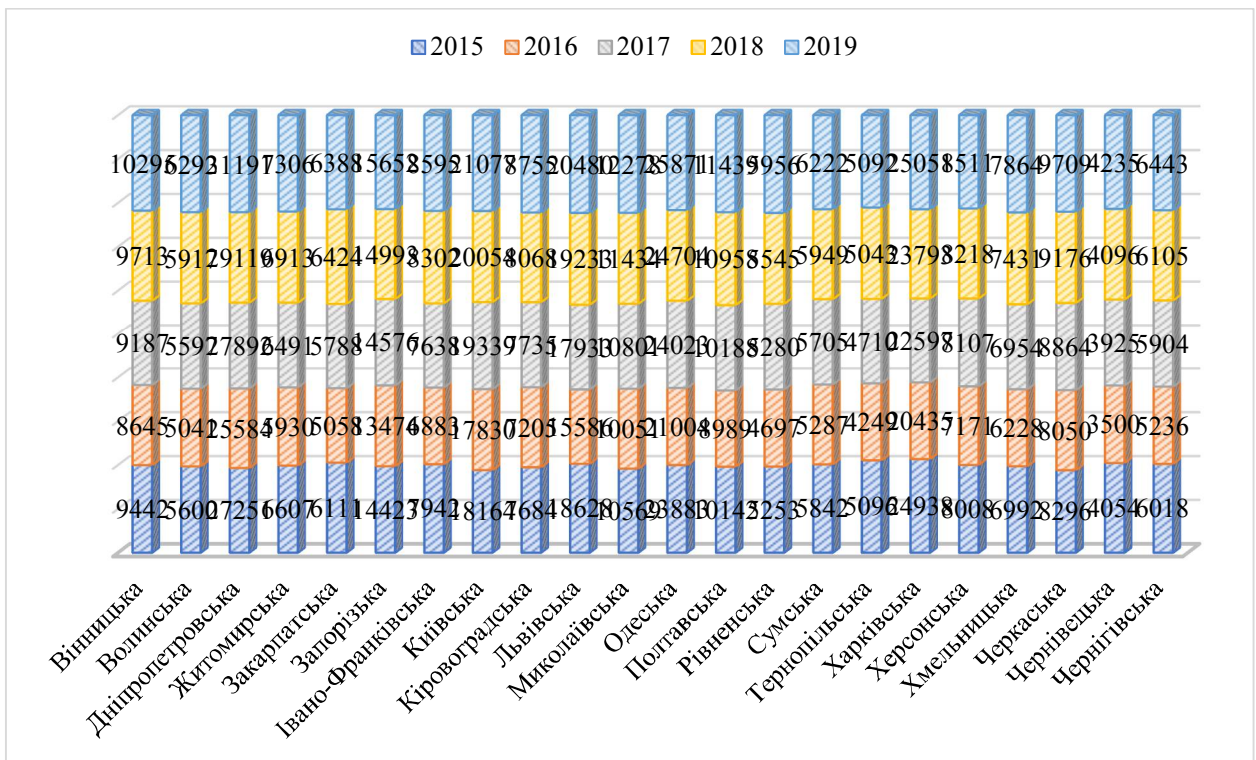


Рис. 2.8. Кількість підприємств за регіонами, тис

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.9 представлено статистичні дані регіональних обсягів зовнішньої торгівлі. Послідовно з 2015 р. по 2019 р. спостерігаємо збільшення частки експорту у Чернігівській, Чернівецькій, Львівській Харківській, Полтавській, Вінницькій, Житомирській та Київській областях. Зменшення частки експорту відбулося у Волинській, Тернопільській, Херсонській областях.

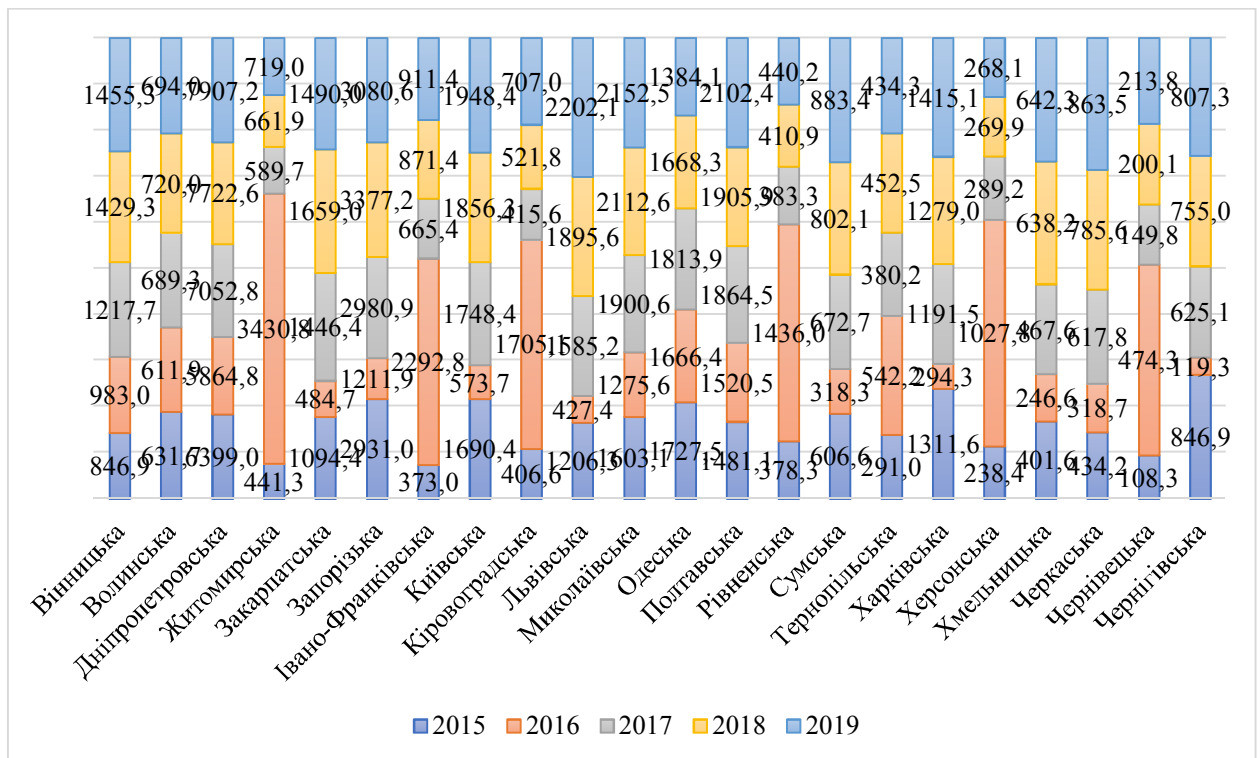


Рис. 2.9. Регіональні обсяги зовнішньої торгівлі товарами в I півріччі року (експорт), млн дол. США

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.10. зображено статистичні дані регіональних обсягів зовнішньої торгівлі товарами в I півріччі. Так, збільшення імпорту спостерігаємо у Волинській, Київській, Львівській, Одеській, Харківській, Херсонській, Хмельницькій, Тернопільській і Чернівецькій областях. Нижчий показник притаманний для Вінницької, Дніпропетровської, Житомирської, Запорізької, Івано-Франківської, Миколаївської, Полтавської, Рівненської, Сумської й Чернігівської областей.

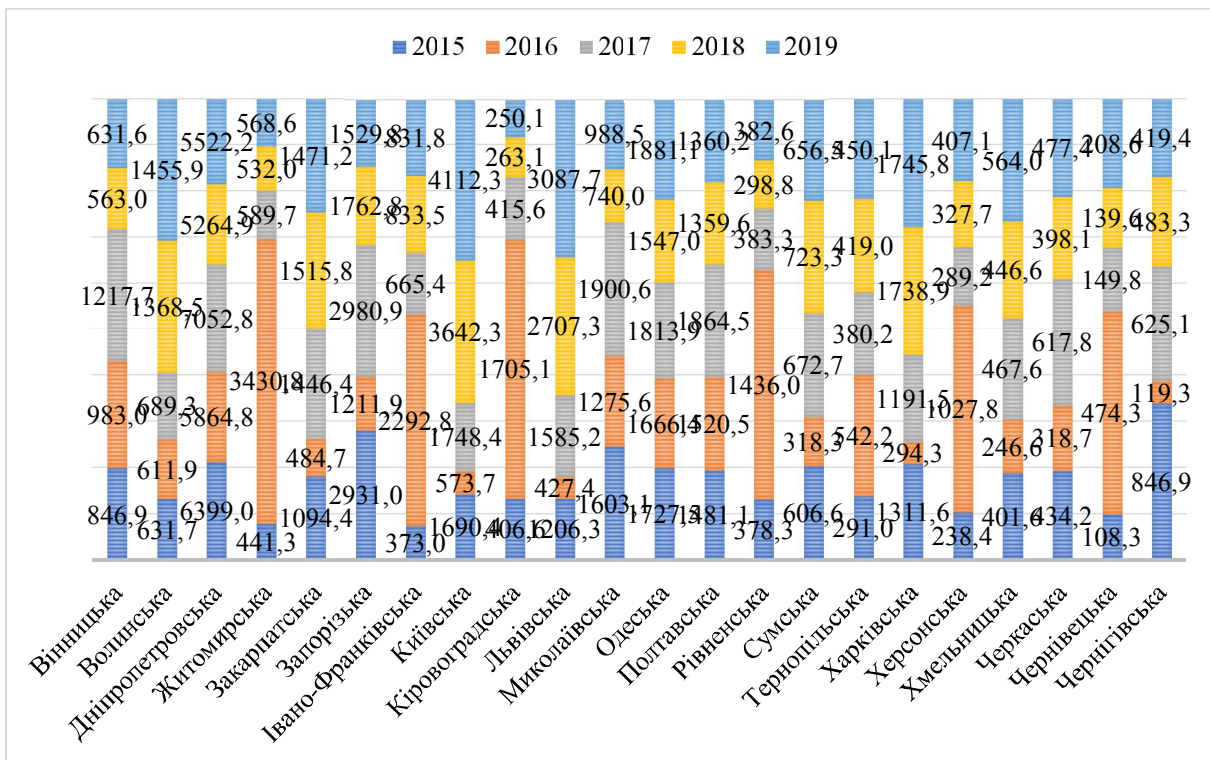


Рис. 2.10. Регіональні обсяги зовнішньої торгівлі товарами у I півріччі року (імпорт), млн дол. США

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На основі представленої аналізу та нормованих даних для характеристики економічних передумов сталого розвитку розумних міст формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст України нами здійснено групування, результати якого відображено в табл. 2.22.

Як бачимо, спостерігаємо значну регіональну диференціацію за показниками, котрі характеризують економічні передумови сталого розвитку розумних міст на мезорівні. У більшості регіонів України вони відносно задовільні: у 2015 р. вісім областей входили до групи Е, три – до групи D, десять – до групи С, одна – до групи В та жодна – до групи А; у 2016 р. до групи Е – 4, D – 7, С – 8, В – 3, А – 0; у 2017 р. до групи Е – 4, D – 4, С – 4, В – 0, А – 1; у 2018 р. до групи Е – 15, D – 2, С – 1, В – 3, А – 1; у 2019 р. до групи Е – 14, D – 2, С – 1, В – 4, А – 1.

Таблиця 2.22

Рейтинг областей України за частковим індексом економічних передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні

№	Місто	2015	Група	2016	Група	2017	Група	2018	Група	2019	Група
1	Вінницька	0,4976	C	0,5011	B	0,4595	C	0,1650	E	0,1368	E
2	Волинська	0,2960	E	0,3077	D	0,2263	E	0,1663	E	0,3075	D
3	Дніпропетровська	0,6914	B	0,6698	B	0,7692	A	0,8286	A	0,9040	A
4	Житомирська	0,2928	E	0,3717	C	0,3967	C	0,0953	E	0,1661	E
5	Закарпатська	0,2498	E	0,3444	D	0,2963	E	0,3281	D	0,2709	E
6	Запорізька	0,4641	C	0,4113	C	0,4507	C	0,3094	D	0,3127	D
7	Івано-Франківська	0,3558	C	0,4439	C	0,3563	C	0,1258	E	0,2649	E
8	Київська	0,4419	C	0,6223	B	0,4787	C	0,5149	B	0,6259	B
9	Кіровоградська	0,3786	C	0,2326	D	0,3480	D	0,0793	E	0,1629	E
10	Львівська	0,3823	C	0,5281	C	0,5262	B	0,4381	B	0,5137	B
11	Миколаївська	0,3656	C	0,3449	D	0,4348	C	0,1999	E	0,2845	E
12	Одеська	0,4624	C	0,4972	C	0,4850	C	0,3675	C	0,4329	B
13	Полтавська	0,3202	D	0,3126	D	0,4665	C	0,2386	E	0,3797	C
14	Рівненська	0,2501	E	0,3133	D	0,2236	E	0,0749	E	0,2006	E
15	Сумська	0,2267	E	0,2337	E	0,3381	D	0,1294	E	0,2592	E
16	Тернопільська	0,2323	E	0,3394	C	0,3542	C	0,1035	E	0,1884	E
17	Харківська	0,4605	C	0,4438	C	0,4933	C	0,4649	B	0,5004	B
18	Херсонська	0,2370	E	0,2608	E	0,3031	D	0,1108	E	0,1459	E
19	Хмельницька	0,3522	C	0,4002	C	0,3510	C	0,1102	E	0,2387	E
20	Черкаська	0,3092	D	0,3304	D	0,2985	E	0,1542	E	0,1617	E
21	Чернівецька	0,3086	D	0,3531	C	0,4000	C	0,0050	E	0,1193	E
22	Чернігівська	0,2336	E	0,2996	E	0,3220	D	0,1008	E	0,1986	E

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей

Джерело: розраховано дисертантом.

Характеризуючи екологічні передумови сталого розвитку розумних міст на мезорівні, аналізуємо зміну показників екологічної ситуації в регіонах. Динаміку утворення відходів I–IV класів небезпеки за регіонами України відображено на рис. 2.11. Лідерами за цим показником є регіони, де розміщені великі промислові зони. Порівнюючи статистичні дані за останні роки, можемо спостерігати нерівномірну динаміку утворення відходів. У більшості регіонів вона залишається негативною.

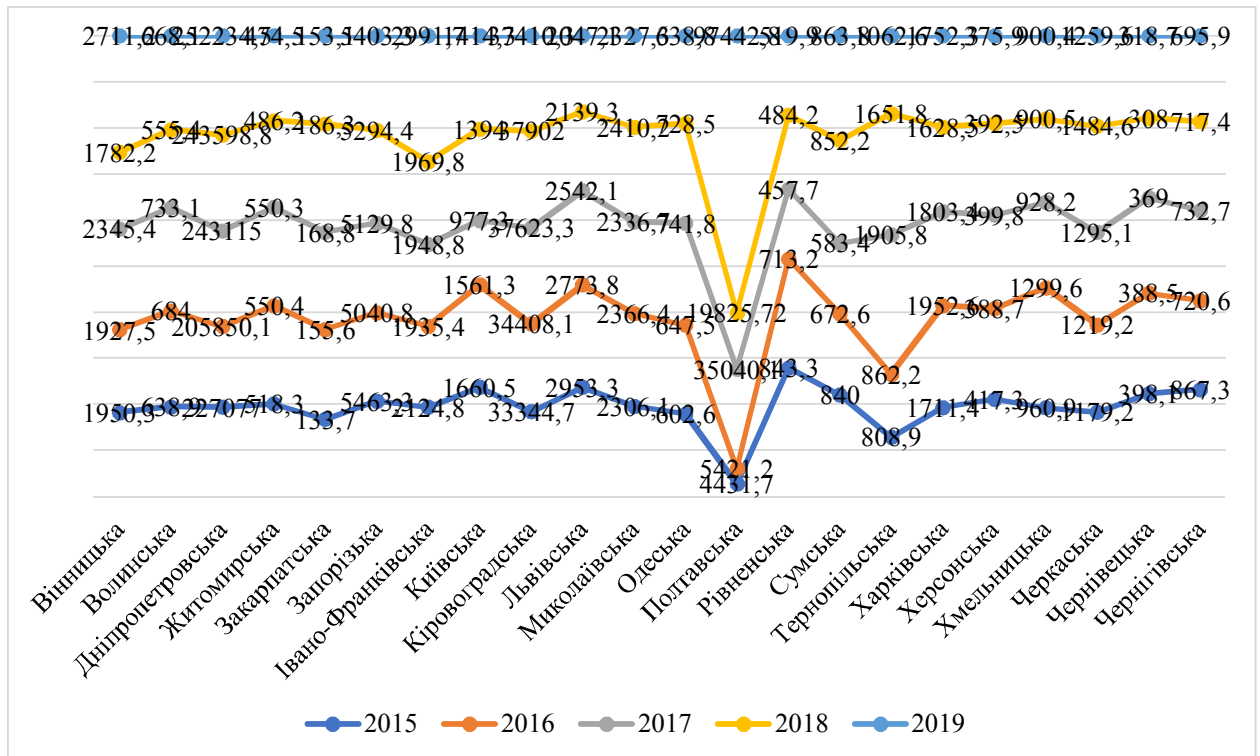


Рис. 2.11. Утворення відходів за регіонами. Обсяги відходів I–IV класів небезпеки, тис. т

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Ще одним з індикаторів екологічної ситуації в регіоні є показник викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення. Як і у випадку з утворенням відходів, їх обсяги є більшими в промислових регіонах України. Проте, порівняно з 2016–2018 рр., у 2019 р. частково простежуємо позитивну динаміку до зменшення викидів у регіонах (рис. 2.12).

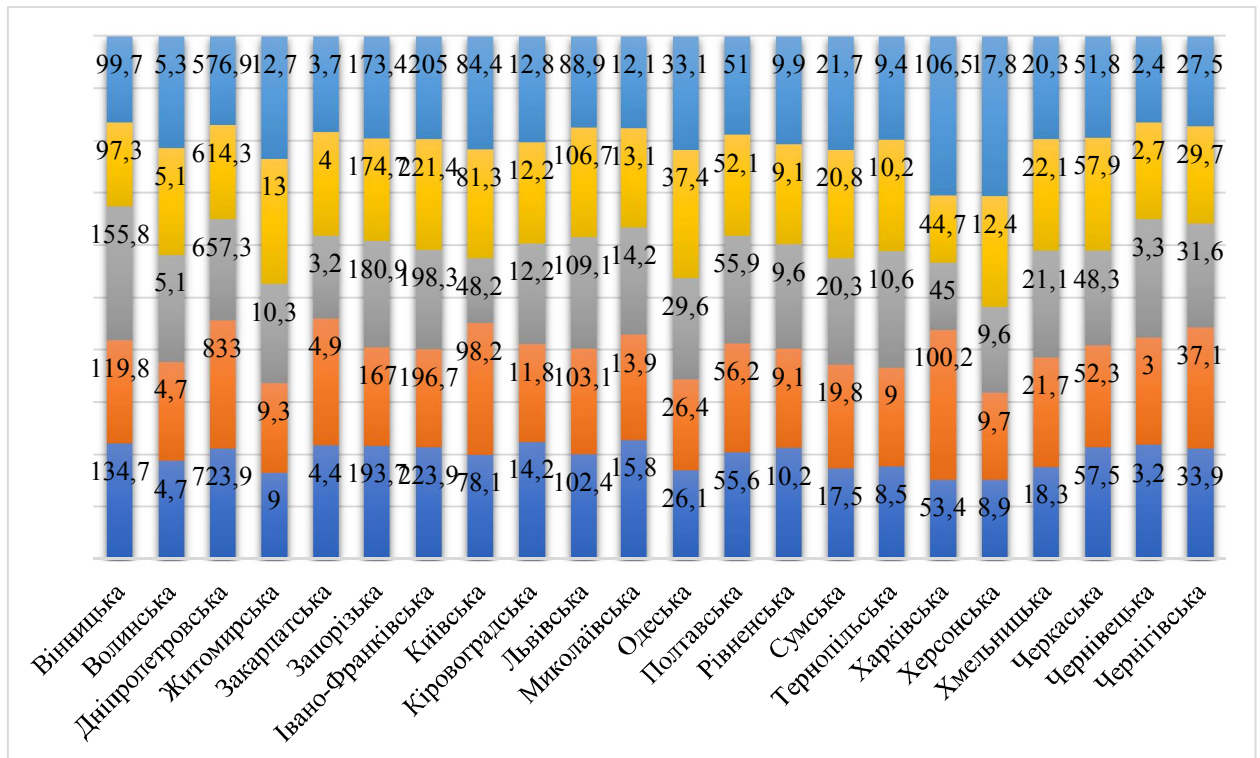


Рис. 2.12. Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення, тис. т

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На екологічну ситуацію в регіоні також впливає такий показник, як поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища. У динаміці їх змін у фактичних цінах, представлений на рис. 2.13, із 2015 по 2019 рр. простежуємо позитивні зміни, які пов'язані із збільшенням витрат на охорону довкілля в регіонах України. Така позитивна динаміка обсягів витрат на охорону навколишнього середовища відображає готовність як суб'єктів господарювання, так і органів місцевого самоврядування, розв'язувати проблеми, пов'язані з підвищенням екологічної безпеки в регіоні.

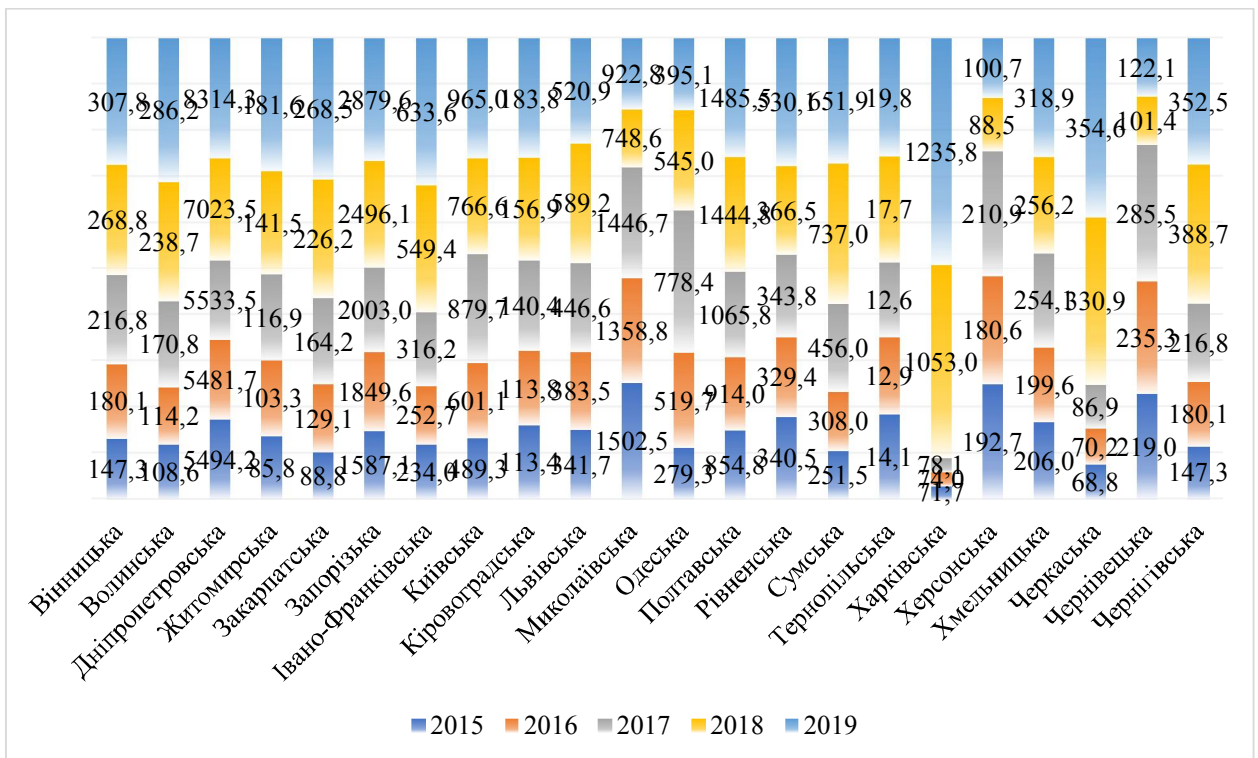


Рис. 2.13. Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища, (у фактичних цінах; млн грн)

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.14 відображено динаміку зміни обсягів капітальних інвестицій за період 2015–2019 рр. У 2015–2017 рр. бачимо щорічне зростання обсягів капітальних інвестицій на охорону навколишнього природного середовища. Проте, починаючи з 2018 р. ці показники погіршуються, простежуємо нерівномірну динаміку показників обсягів капітальних інвестицій на охорону довкілля в регіонах України.

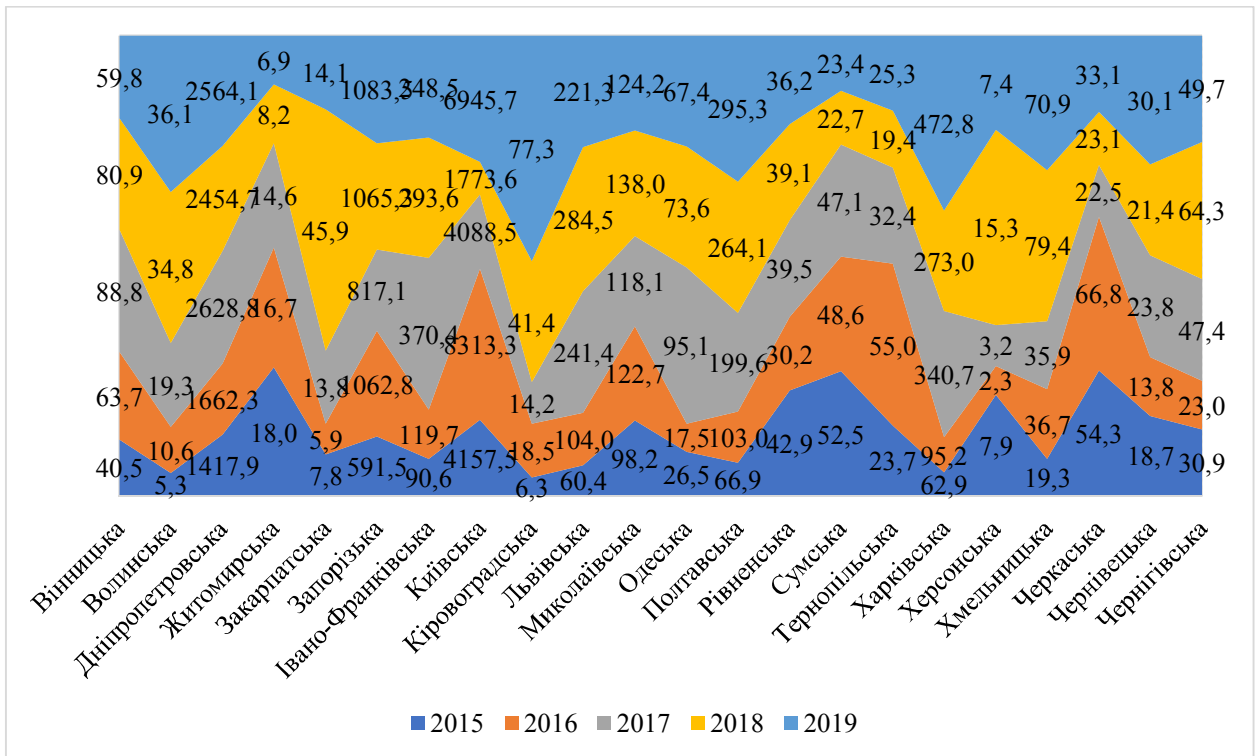


Рис. 2.14. Капітальні інвестиції на охорону навколишнього природного середовища (у фактичних цінах; млн грн)

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Відповідно до даних табл. 2.23 спостерігаємо диференціацію регіонів України за частковим індексом екологічних передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні. Загалом, екологічна ситуація в областях України, що дає змогу охарактеризувати екологічні передумови сталого розвитку розумних міст на мезорівні, є відносно задовільною. Регіони України переважно мають середній рівень: у 2015 р. жодна з областей не входила до групи Е, одна була в групі D, 20 належали до групи С, 0 – до групи В та 1 – до А; у 2016 р. до групи Е – 1, D – 0, С – 20, В – 0, А – 1; у 2017 р. до групи Е – 0, D – 0, С – 18, В – 3, А – 1; у 2018 р. до групи Е – 14, D – 2, С – 2, В – 3, А – 1; у 2019 р. до групи Е – 0, D – 1, С – 0, В – 21, А – 0.

Таблиця 2.23

**Рейтинг областей України за частковим індексом екологічних передумов сталого розвитку
розумних міст на мезорівні**

№	Область	2015	Група	2016	Група	2017	Група	2018	Група	2019	Група
1	Вінницька	0,4606	C	0,4722	C	0,4539	C	0,4724	B	0,4694	B
2	Волинська	0,5032	C	0,5037	C	0,5069	C	0,2615	E	0,5076	B
3	Дніпропетровська	0,3351	D	0,2999	E	0,4107	C	0,7500	A	0,3421	D
4	Житомирська	0,5016	C	0,5022	C	0,5023	C	0,2586	E	0,5004	B
5	Закарпатська	0,5031	C	0,5049	C	0,5075	C	0,2619	E	0,5072	B
6	Запорізька	0,5351	C	0,5606	C	0,5669	C	0,5157	B	0,5495	B
7	Івано-Франківська	0,4364	C	0,4540	C	0,4598	C	0,3845	C	0,4350	B
8	Київська	0,7440	A	0,7465	A	0,7712	A	0,4916	B	0,7451	B
9	Кіровоградська	0,4642	C	0,4609	C	0,4645	C	0,2242	E	0,4667	B
10	Львівська	0,4808	C	0,4867	C	0,4913	C	0,3343	D	0,4785	B
11	Миколаївська	0,5667	C	0,5592	C	0,5655	C	0,2913	E	0,5251	B
12	Одеська	0,5049	C	0,5160	C	0,5296	C	0,2883	E	0,4988	B
13	Полтавська	0,5192	C	0,5218	C	0,5037	C	0,3281	D	0,4379	B
14	Рівненська	0,5140	C	0,5128	C	0,5145	C	0,2686	E	0,5134	B
15	Сумська	0,5080	C	0,5092	C	0,5158	C	0,2849	E	0,5116	B
16	Тернопільська	0,4985	C	0,4989	C	0,4972	C	0,2527	E	0,4967	B
17	Харківська	0,4869	C	0,4742	C	0,5060	C	0,3578	C	0,5347	B
18	Херсонська	0,5060	C	0,5054	C	0,5063	C	0,2598	E	0,4983	B
19	Хмельницька	0,5035	C	0,5025	C	0,5053	C	0,2729	E	0,5027	B
20	Черкаська	0,4855	C	0,4884	C	0,4862	C	0,2829	E	0,4874	B
21	Чернівецька	0,5099	C	0,5103	C	0,5134	C	0,2542	E	0,5038	B
22	Чернігівська	0,4962	C	0,4973	C	0,5005	C	0,2794	E	0,5000	B

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: розраховано дисертантом.

Отже, передумови сталого розвитку розумних міст на мезорівні, за даними табл. 2.24, переважно мають відносно задовільний рівень: у 2015 р. сім областей належали до групи E, вісім були в групі D, шість – C, одна – B та нуль – A; у 2016 р. до групи E – 4, D – 7, C – 10, B – 1, A – 0; у 2017 р. до групи E – 6, D – 4, C – 10, B – 2, A – 0; у 2018 р. до групи E – 15, D – 0, C – 3, B – 4, A – 0; у 2019 р. до групи E – 9, D – 5, C – 1, B – 7, A – 0.

На рис. 2.15 зображено розмежування областей України за інтегральним індексом формування та забезпечення розвитку розумних міст на мезорівні.

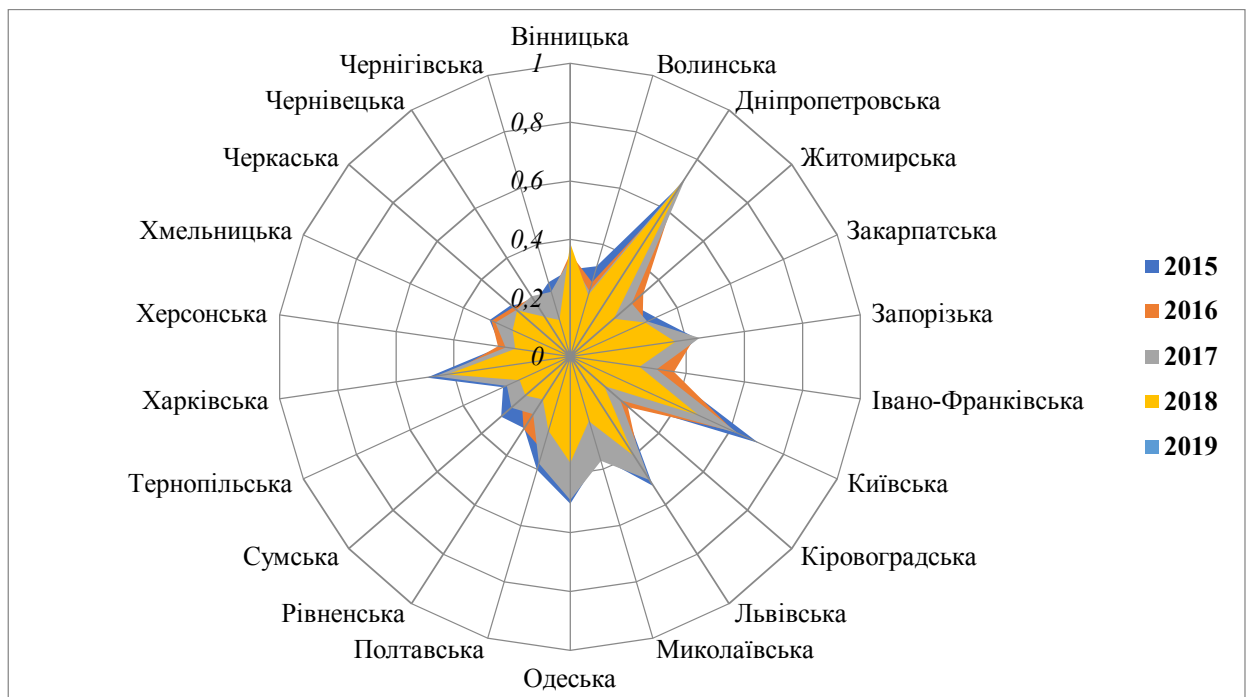


Рис. 2.15. Розмежування областей України за інтегральним індексом передумов розвитку розумних міст на мезорівні

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: розраховано дисертантом.

Виходячи з даних, відображених на рис. 2.15, та проведеного аналізу, можемо стверджувати, що передумови сталого розвитку розумних міст на мезорівні в Україні є недостатньо сприятливими.

Таблиця 2.24

**Рейтинг областей України за частковим індексом
передумов розумного розвитку сталого розвитку розумних міст**

№	Регіон	2015	Група	2016	Група	2017	Група	2018	Група	2019	Група
1	Вінницька	0,3464	C	0,3525	C	0,3345	C	0,3864	C	0,2976	E
2	Волинська	0,2468	D	0,2652	D	0,2334	E	0,2190	E	0,3226	D
3	Дніпропетровська	0,6907	B	0,6664	B	0,7306	B	0,7003	B	0,6963	B
4	Житомирська	0,2415	D	0,3289	D	0,2789	D	0,1966	E	0,2757	E
5	Закарпатська	0,2575	D	0,2707	C	0,2894	C	0,2823	E	0,3227	D
6	Запорізька	0,4478	C	0,4256	C	0,4451	C	0,3630	C	0,4362	B
7	Івано-Франківська	0,2528	D	0,3567	C	0,2979	C	0,2384	E	0,3195	D
8	Київська	0,5895	C	0,6147	B	0,6298	C	0,4819	B	0,7056	B
9	Кіровоградська	0,2429	E	0,2619	E	0,2247	D	0,1527	E	0,2360	E
10	Львівська	0,4334	C	0,4503	C	0,5011	B	0,4018	B	0,5229	B
11	Миколаївська	0,3459	C	0,3590	C	0,3698	C	0,2279	E	0,3566	C
12	Одеська	0,4615	C	0,4869	C	0,4884	C	0,3606	C	0,5010	B
13	Полтавська	0,3263	D	0,3327	D	0,3799	C	0,2639	E	0,4016	B
14	Рівненська	0,2420	D	0,2923	D	0,2333	E	0,1738	E	0,2905	E
15	Сумська	0,2283	E	0,2178	E	0,2660	D	0,2006	E	0,3127	D
16	Тернопільська	0,2002	E	0,2354	D	0,2372	C	0,1900	E	0,2522	E
17	Харківська	0,4527	C	0,4140	B	0,4655	C	0,4240	B	0,4937	B
18	Херсонська	0,1962	E	0,2479	E	0,2213	E	0,1894	E	0,2397	E
19	Хмельницька	0,2845	D	0,2937	C	0,2796	D	0,2152	E	0,3028	D
20	Черкаська	0,2462	E	0,2568	D	0,2432	E	0,2400	E	0,2673	E
21	Чернівецька	0,2188	D	0,2385	D	0,2453	D	0,1616	E	0,2213	E
22	Чернігівська	0,2141	E	0,2224	E	0,2308	E	0,1312	E	0,2655	E

* Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: розраховано дисертантом.

На основі розрахованих індексів із використанням двофакторного кореляційного аналізу побудовано поля кореляційної залежності між частковими й інтегральним індексом передумов розвитку розумних міст на мезорорівні. Цей підхід та отримані результати дають можливість здійснити попередній аналіз впливу показників окремої сфери (соціальної, економічної, екологічної) на розвиток розумних міст на мезорорівні.

Таблиця 2.25

Кореляційний взаємозв'язок на основі даних інтегрального аналізу

Зміст взаємозв'язку	Регресійна залежність	Складники рівняння
Вплив показників часткового індексу соціальних передумов на інтегральний індекс передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні	$y = 1,5219x - 0,2539$ $R^2 = 0,9476$	y – інтегральний індекс передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні; x – частковий індекс соціальних передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні.
Вплив показників часткового індексу економічних передумов на інтегральний індекс передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні	$y = 1,3013x - 0,1676$ $R^2 = 0,9097$	y – інтегральний індекс передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні; x – частковий індекс економічних передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні.
Вплив показників часткового індексу екологічних передумов на інтегральний індекс передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні	$y = 0,1012x + 0,4636$ $R^2 = 0,0416$	y – інтегральний індекс передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні; x – частковий індекс екологічних передумов сталого розвитку розумних міст на мезорівні.

Джерело: побудовано дисертантом.

Отже, передумови формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст на мезорівні є також відносно сприятливими. Інтегральний аналіз підтверджує найбільшу значущість для розумного розвитку соціальної сфери, що підтверджує взаємозв'язок концепції розумного та сталого розвитку. Водночас існує необхідність посилення й модернізації державної

політики регіонального розвитку в частині врахування ключових орієнтирів розумного розвитку економіки на мезо- та мікрорівнях.

2.3. Аналіз ефективності використання наявного потенціалу щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на мікрорівні

Визначення ефективності використання потенціалу щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні здійснено на рівні адміністративних центрів. Сьогодні обласним центрам України притаманні тенденції щодо зростання чисельності населення, капіталу, виробничих активів, інфраструктури, потоків транспорту й ін.

Для визначення ефективності використання потенціалу щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні здійснено відбір статистичних даних відповідно до індикаторів та параметрів, що характеризують розвиток соціальної сфери, стан економічної та екологічної ситуації в містах. У міру об'єктивних обставин під час здійснення не враховували показники тимчасово окупованих територій таких міст як Донецьк, Луганськ, Сімферополь і Севастополь.

На рис. 2.15 відображено динаміку зміни чисельності наявного населення в обласних центрах, яка свідчить, що простежується загальна тенденція до скорочення кількості жителів регіонів. Така нерівномірність розподілу населення в чисельності жителів обласних центрів України зумовлена історичними передумовами.

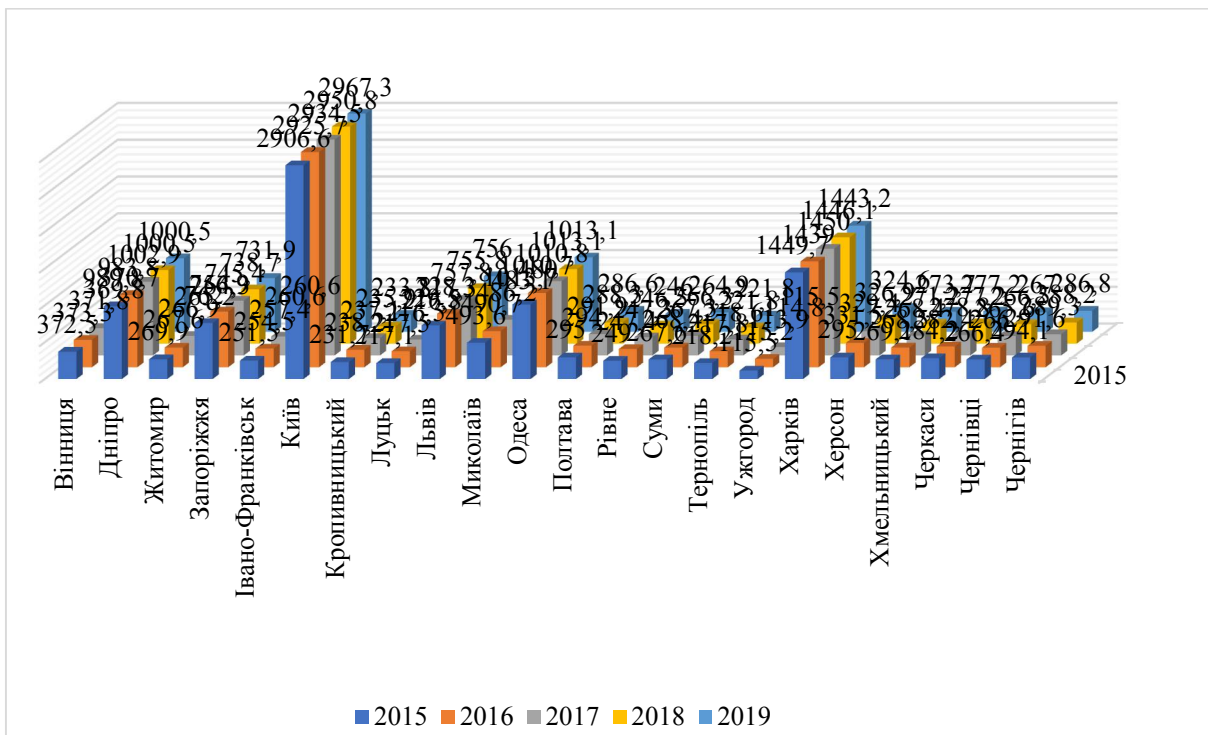


Рис. 2.15. Чисельність наявного населення по обласних центрах України (станом на 1 січня року, тис. осіб)

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.16 загальний приріст (скорочення) чисельності населення в обласних центрах України має негативну тенденцію, проте існує значна нерівномірність серед міст. Статистика за окремими містами свідчить, що значним є показник приросту, тоді як в інших можемо побачити значне скорочення кількості жителів. Таку тенденцію протягом 2015–2019 рр. частково можна пояснити активними міграційними процесами в середині країни, якими є значне зменшення населення в східних регіонах країни та часткове збільшення в західних.

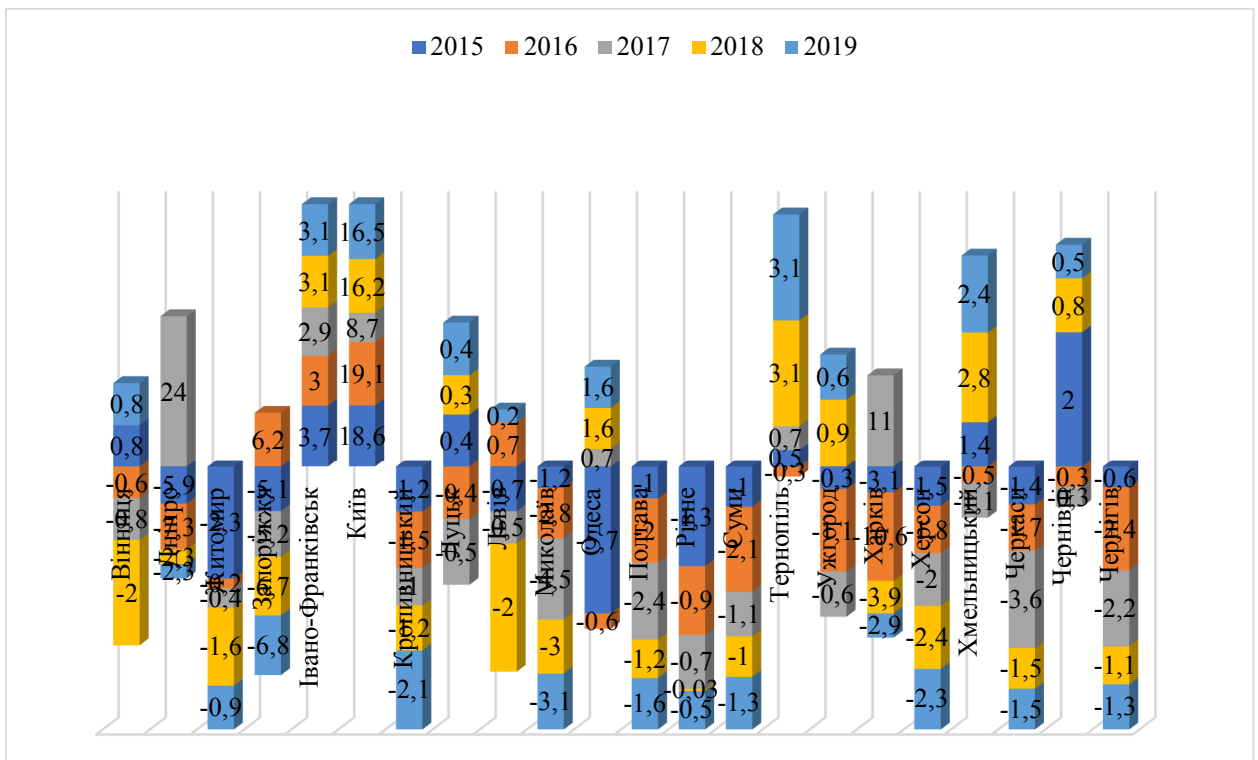


Рис. 2.16. Загальний приріст, скорочення (-) чисельності населення за містами та районами, тис. осіб

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

У табл. 2.26 відображено середньомісячну заробітну плату штатних працівників, яка в обласних центрах є вищою від середньої у відповідному регіоні. Так, заробітна плата у 2019 р. зросла на 50 %, порівняно з 2019 р., що засвідчує позитивну динаміку росту середньомісячної заробітної плати штатних працівників.

Таблиця 2.26

Середньомісячна заробітна плата штатних працівників

Місто	2015		2016		2017		2018		2019	
	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вінниця	3723	170,7	4657	182,0	7514	282,5	9233	339,4	10753	416,8
Дніпро	4266	195,6	5018	196,1	7657	287,9	11329	416,5	11329	439,1
Житомир	3495	160,2	4333	169,3	6980	262,4	8594	316,0	9797	379,7

Продовження Таблиці 2.26

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Запоріжжя	4470	204,9	5380	210,3	7967	299,5	10022	368,5	11511	446,2
Івано-Франківськ	3497	160,3	4371	170,8	6777	254,8	9738	358,0	9738	377,4
Київ	6732	308,6	8648	338,0	12379	465,4	14764	542,8	16898	655,0
Кропивницький	3293	151,0	4065	158,9	6457	242,7	7880	289,7	8972	347,8
Луцьк	3383	155,1	4204	164,3	6536	245,7	8273	304,2	9442	366,0
Львів	3958	181,5	5029	196,5	7571	284,6	9320	342,6	10587	410,3
Миколаїв	4245	194,6	5223	204,1	7920	297,7	11118	408,8	11118	430,9
Одеса	4089	187,5	5051	197,4	7536	283,3	8838	324,9	8838	342,6
Полтава	3906	179,1	4854	189,7	7487	281,5	9595	352,8	10657	413,1
Рівне	3587	164,4	4377	171,1	6670	250,7	7897	290,3	9341	362,1
Суми	3894	178,5	4552	177,9	7356	276,5	8701	319,9	10354	401,3
Тернопіль	3277	150,2	4115	160,8	6600	248,1	9412	346,0	9412	364,8
Ужгород	3697	169,5	4744	185,4	8767	329,6	10049	369,4	10923	423,4
Харків	3840	176,0	4605	180,0	7156	269,0	8600	316,2	9988	387,1
Херсон	3402	156,0	4510	176,3	7203	270,8	8326	306,1	9435	365,7
Хмельницький	3479	159,5	4124	161,2	6750	253,8	8098	297,7	9385	363,8
Черкаси	3672	168,3	4551	177,9	7513	282,4	8648	317,9	8648	335,2
Чернівці	3224	147,8	4102	160,3	6753	253,9	8162	300,1	9231	357,8
Чернігів	3298	151,2	3996	156,2	6171	232,0	8729	320,9	8729	338,3

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Динаміку середньооблікової кількості штатних працівників відображено на рис. 2.16. Вона є індикатором стану ринку праці та діяльності підприємств у місті. Простежуючи статистику обласних центрів із 2017 р., можемо стверджувати, що більшості містам притаманна позитивна динаміка зміни цього показника, проте в Кропивницькому, Луцьку, Миколаєві, Одесі, Полтаві, Тернополі, Ужгороді та Херсоні показник має негативну динаміку.

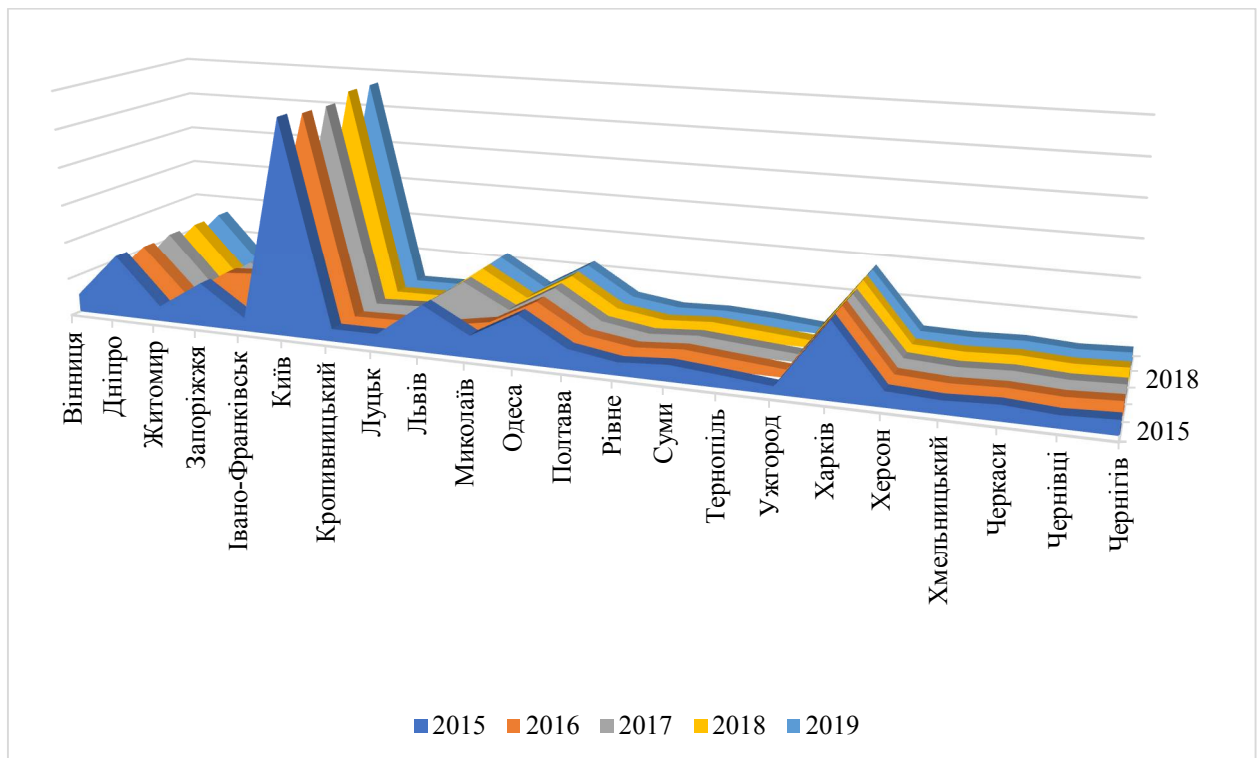


Рис. 2.16. Середньооблікова кількість штатних працівників, тис.

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Важливим показником розвитку соціальної сфери є рівень заборгованості виплати заробітної плати. На рис. 2.17 зображено динаміку зміни заборгованості з виплати заробітної плати, із якої робимо висновки про те, що заборгованість у більшості міст зростає. Проте, порівняно з 2017 р., уже у 2018–2019 рр. простежуємо зменшення заборгованості в Житомирі, Миколаєві, Одесі, Черкасах і Чернівцях.

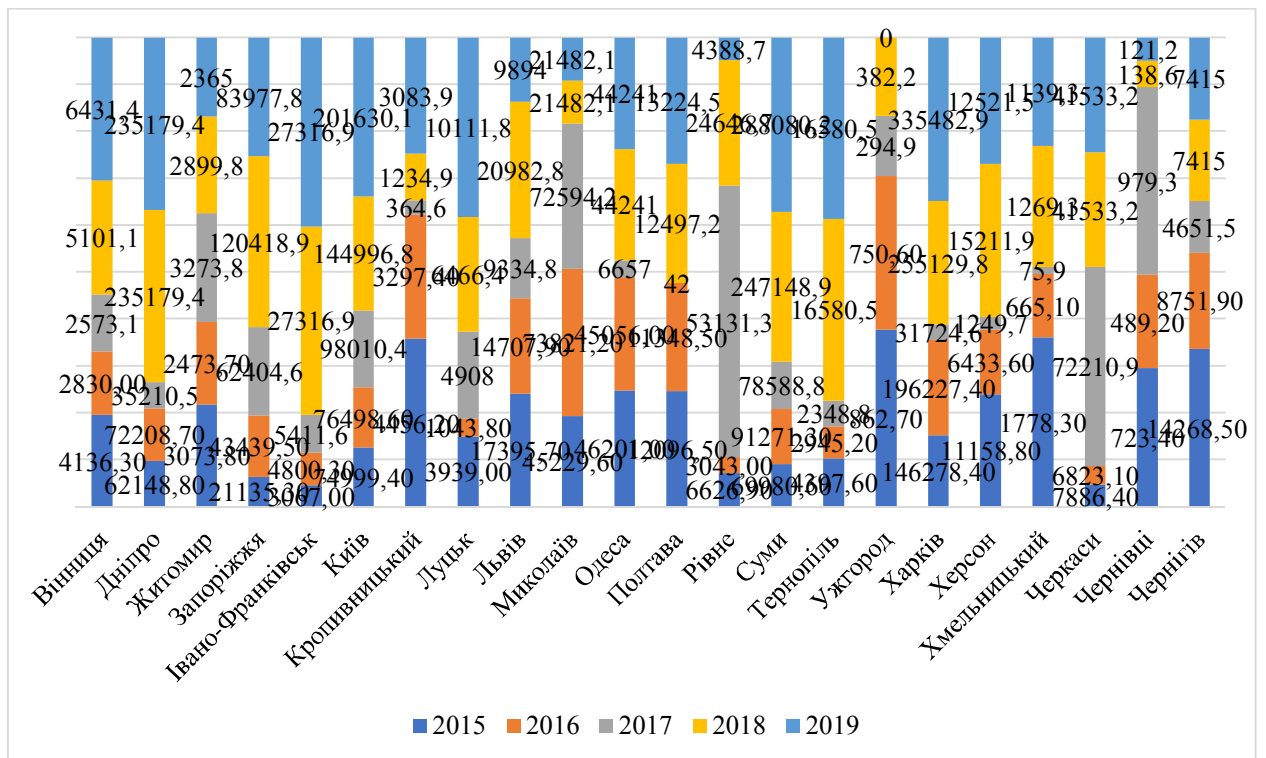


Рис. 2.17. Заборгованість із виплати заробітної плати, млн грн

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.18, починаючи з 2017 р., простежуємо тенденцію до зменшення загальної площі введених в експлуатацію житлових будівель. Диспропорція показників частково спостерігаємо в таких містах, як Кропивницький, Луцьк, Львів, Ужгород, Харків та Чернівці.

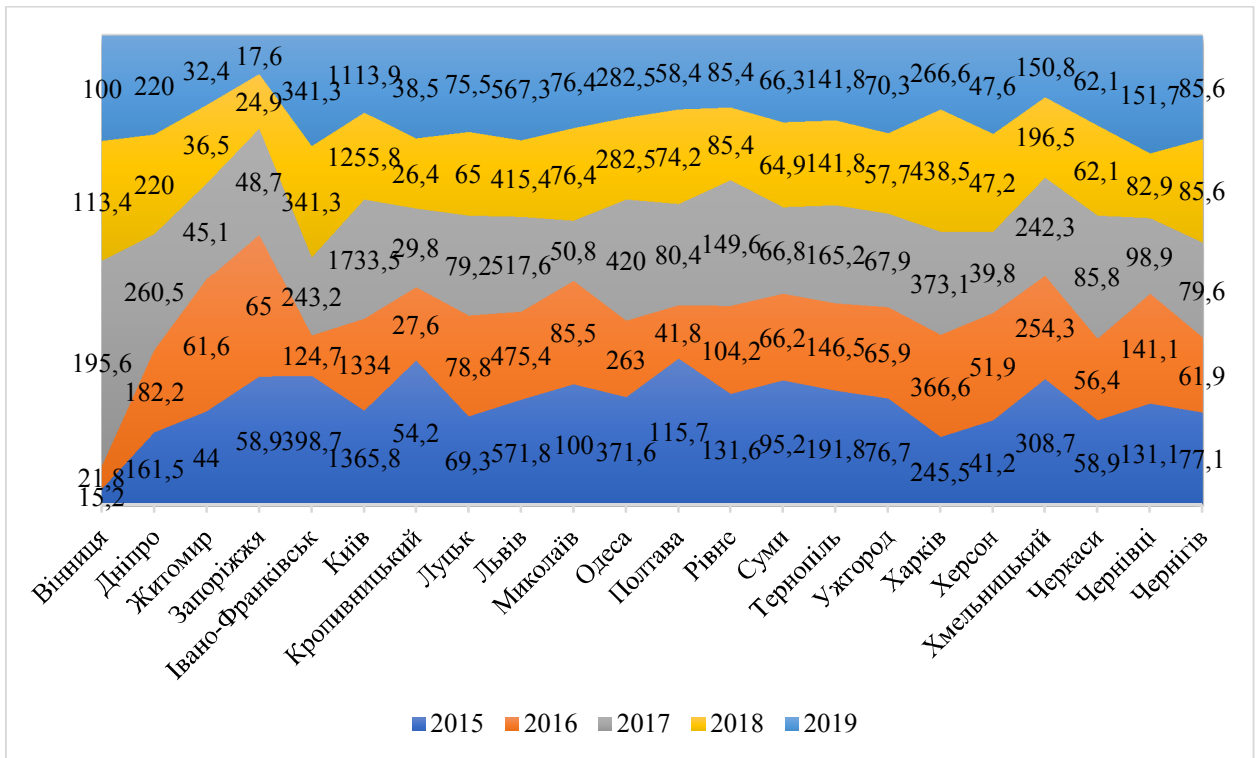


Рис. 2.18. Загальна площа прийнятих в експлуатацію житлових будівель, м²

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Отже, рівень розвитку соціальної сфери в обласних центрах України переважно є задовільним: у 2015 р. 20 областей належали до групи Е, одна до – D, 0 до – C, 0 до – B, 1 до – A; у 2016 р. до групи Е – 19, D – 2, C – 0, B – 0, A – 1; у 2017 р. до групи Е – 16, D – 1, C – 4, B – 0, A – 1; у 2018 р. до групи Е – 18, D – 2, C – 1, B – 0, A – 1; у 2019 р. до групи Е – 17, D – 2, C – 2, B – 0, A – 1.

Таблиця 2.26

Рейтинг міст України за частковим індексом соціальних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні в Україні

№	Місто	2015	Група	2016	Група	2017	Група	2018	Група	2019	Група
1	Вінниця	0,2001	Е	0,2074	Е	0,3070	Д	0,2122	Е	0,2721	Е
2	Дніпро	0,2789	Е	0,2703	Е	0,4468	С	0,3041	Д	0,3044	Д
3	Житомир	0,1651	Е	0,1875	Е	0,2715	Е	0,1886	Е	0,2489	Е
4	Запоріжжя	0,2235	Е	0,2794	Е	0,2444	Е	0,1817	Е	0,2280	Е
5	Івано-Франківськ	0,2178	Е	0,2184	Е	0,2920	Е	0,2681	Е	0,2817	Е
6	Київ	0,9433	А	0,9569	А	0,7196	А	0,9369	А	0,8221	А
7	Кропивницький	0,1556	Е	0,1671	Е	0,2608	Е	0,1750	Е	0,2223	Е
8	Луцьк	0,1583	Е	0,1728	Е	0,2532	Е	0,1815	Е	0,2347	Е
9	Львів	0,3168	Д	0,3266	Д	0,3804	С	0,3668	С	0,3791	С
10	Миколаїв	0,1951	Е	0,1960	Е	0,2203	Е	0,2320	Е	0,2556	Е
11	Одеса	0,2716	Е	0,3039	Д	0,3880	С	0,2932	Е	0,3496	Д
12	Полтава	0,1987	Е	0,1966	Е	0,2871	Е	0,1926	Е	0,2517	Е
13	Рівне	0,1719	Е	0,1823	Е	0,2075	Е	0,1803	Е	0,2398	Е
14	Суми	0,1248	Е	0,1300	Е	0,1823	Е	0,0803	Е	0,1523	Е
15	Тернопіль	0,1717	Е	0,1816	Е	0,2727	Е	0,2314	Е	0,2608	Е
16	Ужгород	0,1622	Е	0,1732	Е	0,2918	Е	0,2145	Е	0,2557	Е
17	Харків	0,2802	Е	0,2690	Е	0,4555	С	0,3133	Д	0,3668	С
18	Херсон	0,1634	Е	0,1844	Е	0,2740	Е	0,1857	Е	0,2327	Е
19	Хмельницький	0,2012	Е	0,1984	Е	0,2822	Е	0,2223	Е	0,2742	Е
20	Черкаси	0,1671	Е	0,1807	Е	0,1884	Е	0,1793	Е	0,2032	Е
21	Чернівці	0,1772	Е	0,1850	Е	0,2714	Е	0,2206	Е	0,2538	Е
22	Чернігів	0,1504	Е	0,1591	Е	0,2427	Е	0,2080	Е	0,2224	Е

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: розраховано авторами.

На рис. 2.19, відображено динаміку зміни фінансових результатів підприємств (сальдо) до оподаткування. Відповідно до представлених даних можемо стверджувати, що у 2019 р. відбувається нерівномірне погіршення результатів у містах порівняно з попередніми роками. Критичними, передусім, є показники у Івано-Франківську, Луцьку та Чернівцях. Проте позитивну динаміку спостерігаємо у Тернополі, Полтаві, Києві та Дніпрі.

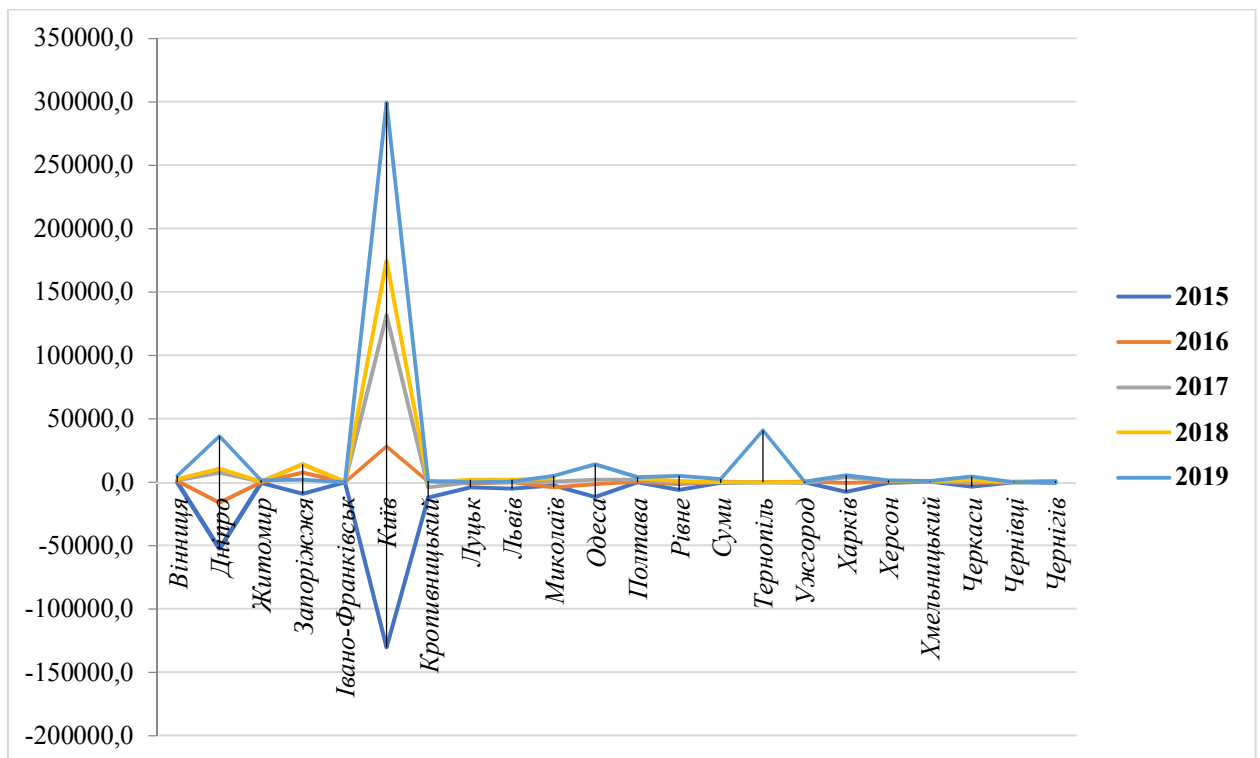


Рис. 2.19. Фінансові результати (сальдо) діяльності підприємств до оподаткування по містах, млн грн

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Згідно з даними, що відображені на рис. 2.20, можемо стверджувати, що, порівняно з попередніми роками, у 2019 р. існує стабільна тенденція до збільшення підприємств, які одержали прибуток, у % до загальної кількості підприємств за містами. Проте водночас простежуємо негативну динаміку в низці міст, серед яких – Житомир, Запоріжжя, Івано-Франківськ, Львів і Тернопіль.

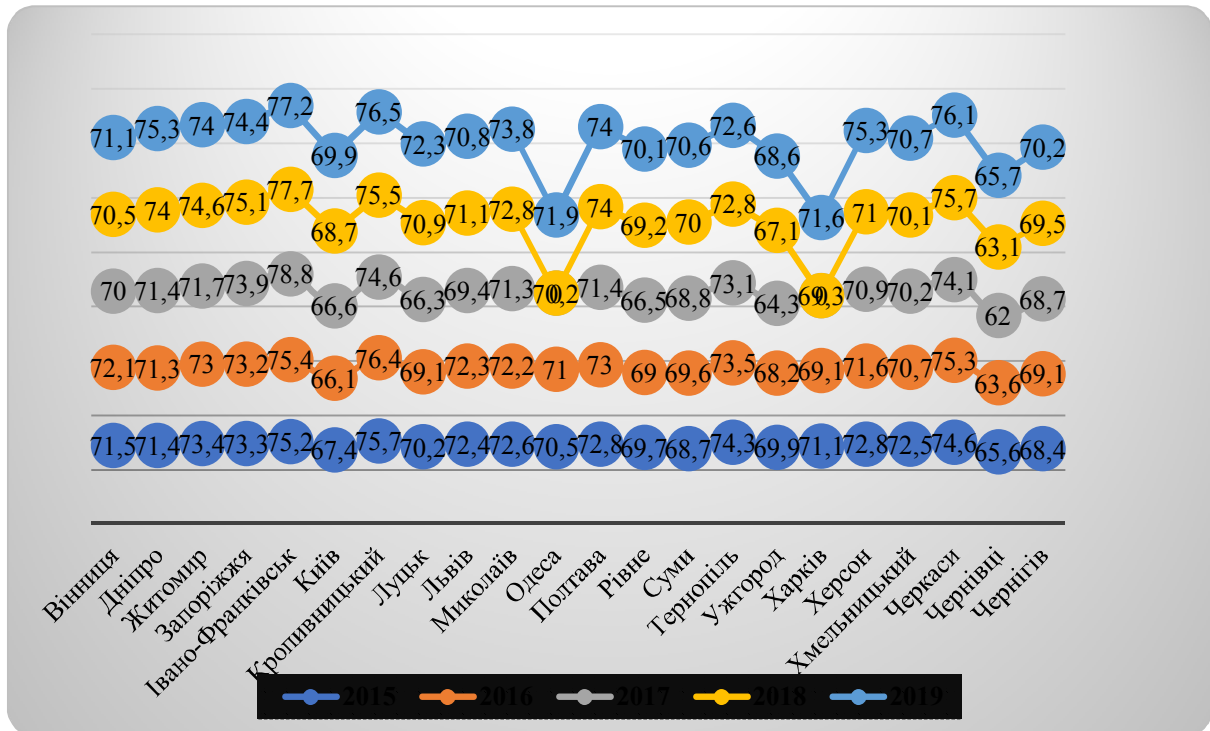


Рис. 2.20. Підприємства, які одержали прибуток, у % до загальної кількості підприємств за містами

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Важливим показником також є обсяг реалізованих послуг підприємствами, що відображає рівень розвитку сфери послуг і є ключовим критерієм розвитку економіки міста загалом. Відповідно до табл. 2.27, спостерігаємо позитивну динаміку щодо збільшення об'ємів сфери послуг.

**Діяльність підприємств сфери нефінансових послуг:
обсяг реалізованих послуг (у ринкових цінах, млрд грн)**

Місто	2015		2016		2017		2018		2019	
	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США
Вінниця	0,1	3,7	0,1	4,4	0,1	4	0,1	4,0	0,1	4,0
Дніпро	0,6	26,3	0,8	30,5	1,0	37,4	1,0	37,0	1,3	50,0
Житомир	0,1	3,1	0,1	3,3	0,1	4,2	0,1	4,0	0,1	4,0
Запоріжжя	0,2	7,9	0,2	7,9	0,2	8,9	0,3	11,0	0,3	12,0
Івано-Франківськ	0,1	4,9	0,2	6,0	0,2	6,4	0,1	4,0	0,2	8,0
Київ	4,1	189,0	5,5	214,1	6,5	244,6	6,2	228,0	8,0	310,0
Кропивницький	0,1	3,2	0,1	3,0	0,1	2,7	0,1	4,0	0,1	4,0
Луцьк	0,1	2,8	0,1	2,9	0,1	3,0	0,1	4,0	0,1	4,0
Львів	0,5	24,0	0,8	29,7	0,6	22,4	0,6	22,0	0,7	27,0
Миколаїв	0,3	15,3	0,4	16,8	0,4	15,4	0,4	15,0	0,5	19,0
Одеса	0,8	34,8	0,9	34,9	0,9	34,8	1,0	37,0	1,2	47,0
Полтава	0,2	7,0	0,2	9,5	0,3	12,4	0,3	11,0	0,4	16,0
Рівне	0,1	3,4	0,1	3,3	0,1	4,0	0,2	7,0	0,1	4,0
Суми	0,1	3,0	0,1	2,8	0,1	3,9	0,1	4,0	0,1	4,0
Тернопіль	0,1	3,4	0,1	3,4	0,1	5,2	0,1	4,0	0,2	8,0
Ужгород	0,0	1,3	0,0	0,9	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Харків	0,5	22,9	0,6	23,8	0,8	29,1	0,7	26,	0,9	35,0
Херсон	0,1	4,9	0,1	4,9	0,1	4,9	0,1	4,0	0,2	8,0
Хмельницький	0,0	1,8	0,1	2,1	0,1	2,2	0,1	4,0	0,1	4,0
Черкаси	0,1	4,2	0,1	4,5	0,1	4,7	0,1	4,0	0,2	8,0
Чернівці	0,1	2,9	0,1	2,5	0,1	2,8	0,1	4,0	0,1	4,0
Чернігів	0,1	2,8	0,1	3,3	0,1	3,9	0,1	4,0	0,1	4,0

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На рис. 2.21 відображено зміни частки послуг, реалізованих населенню підприємствами сфери нефінансових послуг, що фактично є індикаторами купівельної спроможності та рівня реального доходу населення в містах. Так, у 2019 р., порівняно з 2018 р. спостерігаємо в більшості міст зниження цього показника. Позитивну динаміку простежуємо в таких містах, як Ужгород, Рівне, Львів, Житомир і Дніпро.

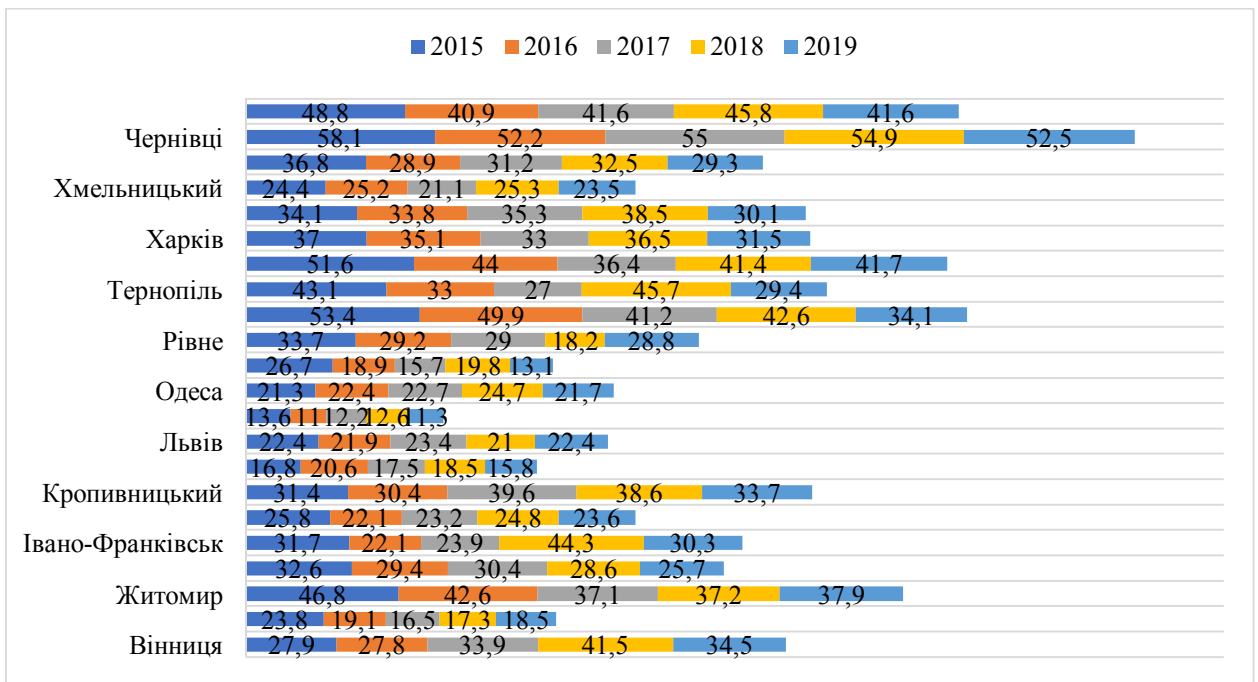


Рис. 2.21. Частка послуг, сфери нефінансових послуг реалізованих населенню в загальному обсязі, %

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Такий напрям, як інвестиційна діяльність, є ще одним показником, що відображає стан економічної ситуації в місті. Так, дані капітальних інвестицій в обласних центрах України відображено в табл. 2.28.

Таблиця 2.28

Капітальні інвестиції по містах за січень–грудень, млрд

Місто	2015		2016		2017		2018		2019	
	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США	грн	дол. США
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Вінниця	0,3	13,7	0,3	11,2	0,4	14,6	1,7	0,063	1,6	0,062
Дніпро	0,7	32,1	1,0	40,3	1,4	52,7	5,6	0,206	6,6	0,256
Житомир	0,1	4,8	0,1	5,7	0,2	7,2	0,7	0,026	0,8	0,031
Запоріжжя	0,5	22,0	0,6	25,1	1,0	37,1	1,4	0,051	1,5	0,058

Продовження Таблиці 2.28

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Івано-Франківськ	0,5	24,6	0,3	10,2	0,3	10,5	0,8	0,029	0,9	0,035
Київ	8,0	367,7	9,7	378,3	12,4	466,8	18,2	0,669	18,7	0,725
Кропивницький	0,1	6,1	0,2	7,5	0,3	9,7	0,6	0,022	0,7	0,027
Луцьк	0,2	8,6	0,3	9,9	0,2	8,8	0,8	0,029	1,3	0,050
Львів	0,6	26,8	0,9	34,3	1,1	42,3	2,5	0,092	2,8	0,109
Миколаїв	0,4	19,0	0,1	2,1	0,6	21,2	0,9	0,033	1,2	0,047
Одеса	0,5	23,1	0,8	31,8	1,2	43,6	2,1	0,077	2,1	0,081
Полтава	0,2	8,5	0,3	13,3	0,4	14,3	1,7	0,063	2,3	0,089
Рівне	0,1	5,6	0,2	6,0	0,2	6,7	0,7	0,026	0,6	0,023
Суми	0,1	6,6	0,2	8,0	0,3	9,9	0,7	0,026	0,7	0,027
Тернопіль	0,1	6,5	0,2	7,3	0,3	11,3	0,7	0,026	0,9	0,035
Ужгород	0,1	2,7	0,1	2,4	0,1	3,1	0,7	0,026	0,9	0,035
Харків	0,7	30,0	1,0	41,0	1,1	41,8	2,2	0,081	2,3	0,089
Херсон	0,1	5,2	0,2	6,0	0,2	7,6	0,7	0,026	1,2	0,047
Хмельницький	0,3	14,3	0,4	17,1	0,4	16,3	1,0	0,037	1,0	0,039
Черкаси	0,1	5,5	0,2	7,1	0,2	8,8	1,0	0,037	1,1	0,043
Чернівці	0,1	5,3	0,2	5,9	0,2	6,2	0,3	0,011	0,4	0,016
Чернігів	0,1	3,9	0,1	4,5	0,2	6,0	0,8	0,029	0,8	0,031

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

На основі даних рис 2.22, що відображає об'єми прямих інвестицій (акціонерного капіталу) у містах, можемо побачити значне збільшення притоку капіталу в обласних центрах України.

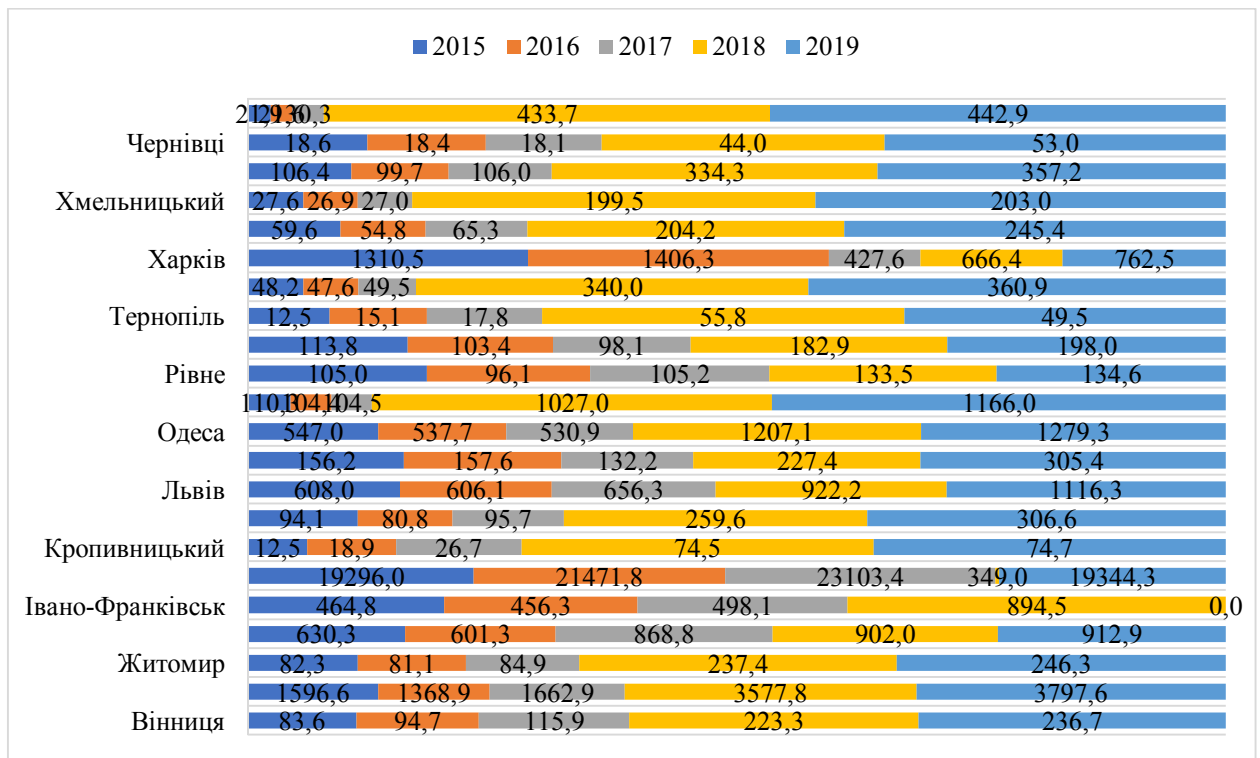


Рис. 2.22. Прямі інвестиції (акціонерний капітал) у містах, станом на 31 грудня року, млн дол. США (із 2018 р. регіонально)

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Отже, рівень економічної ситуації в обласних центрах України переважно є задовільним: у 2015 р. вісім міст належали до групи Е, 8 – до D, 5 – до С, 1 до – В, жодне – до А; у 2016 р. до групи Е – 20, D – 1, С – 1, В – 0, А – 1; у 2017 р. до групи Е – 20, D – 1, С – 0, В – 0, А – 1; у 2018 р. до групи Е – 18, D – 2, С – 1, В – 1, А – 0; у 2019 р. до групи Е – 21, D – 0, С – 0, В – 0, А – 1.

На основі проведеного аналізу нами розраховано частковий індекс економічних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні, які представлено в табл. 2.29.

Таблиця 2.29

**Рейтинг міст України за частковим індексом економічних передумов сталого розвитку
розумних міст на мікрорівні**

№	Місто	2015	Група	2016	Група	2017	Група	2018	Група	2019	Група
1	Вінниця	0,2921	E	0,2304	E	0,1707	E	0,1998	E	0,1647	E
2	Дніпро	0,3350	D	0,2516	E	0,2467	E	0,3582	C	0,2824	E
3	Житомир	0,3710	C	0,2790	E	0,1823	E	0,2101	E	0,2033	E
4	Запоріжжя	0,4284	C	0,3646	C	0,3152	D	0,3081	D	0,2917	E
5	Івано-Франківськ	0,3595	C	0,2384	E	0,1995	E	0,3001	D	0,2217	E
6	Київ	0,6361	B	0,7807	A	0,7901	A	0,6798	B	0,8091	A
7	Кропивницький	0,3422	D	0,2736	E	0,2076	E	0,2179	E	0,2263	E
8	Луцьк	0,2223	E	0,1530	E	0,0672	E	0,1124	E	0,1106	E
9	Львів	0,3177	D	0,2510	E	0,1619	E	0,1939	E	0,1633	E
10	Миколаїв	0,2744	E	0,1590	E	0,1082	E	0,1252	E	0,1301	E
11	Одеса	0,2780	E	0,2238	E	0,1643	E	0,2157	E	0,1642	E
12	Полтава	0,3256	D	0,2308	E	0,1467	E	0,1899	E	0,1421	E
13	Рівне	0,2691	E	0,1800	E	0,1060	E	0,0926	E	0,1261	E
14	Суми	0,3308	D	0,2734	E	0,1759	E	0,1803	E	0,1495	E
15	Тернопіль	0,3670	C	0,2470	E	0,1577	E	0,2127	E	0,1751	E
16	Ужгород	0,3256	D	0,2192	E	0,1042	E	0,1515	E	0,1493	E
17	Харків	0,3830	C	0,2913	E	0,2288	E	0,2436	E	0,2360	E
18	Херсон	0,3200	D	0,2328	E	0,1680	E	0,1779	E	0,1969	E
19	Хмельницький	0,2858	D	0,1954	E	0,1152	E	0,1274	E	0,1159	E
20	Черкаси	0,3657	C	0,2696	C	0,1914	E	0,2125	E	0,2050	E
21	Чернівці	0,2886	E	0,1995	E	0,1505	E	0,1449	E	0,1468	E
22	Чернігів	0,3024	D	0,2261	E	0,1686	E	0,2019	E	0,1750	E

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: розраховано дисертантом.

Групу індикаторів екологічної сфери в місті представлено динамікою даних викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення та представлено на рис. 2.23. У 2018–2019 рр. простежено негативну динаміку викидів забруднювальних речовин, порівняно з попередніми роками. Критичною є ситуація для таких міст, як Дніпро, Запоріжжя, Кропивницький, Миколаїв, Суми, Черкаси й Чернігів.

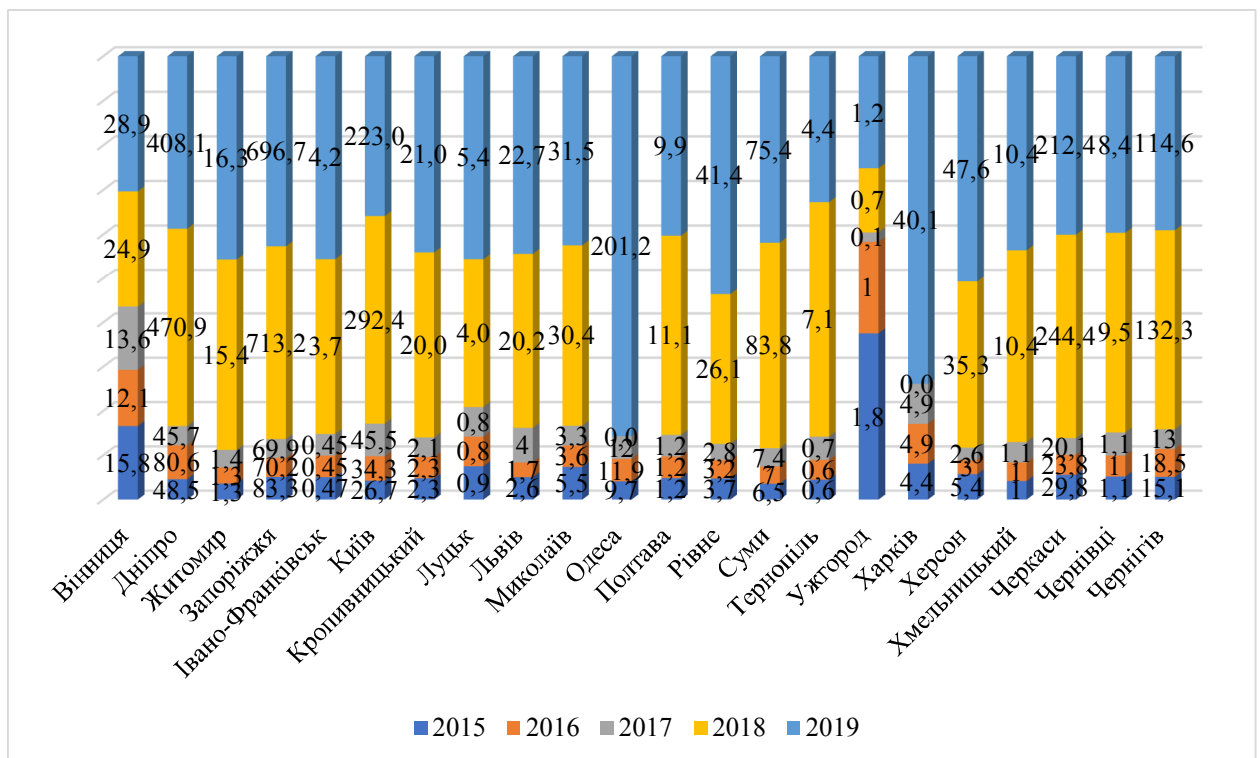


Рис. 2.23. Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами забруднення за обласними центрами (тис. т)

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Важливим індикатором є обсяги утворених відходів, що відображає рівень розвитку екологічної ситуації в місті. Динаміку зміни цього показника відображено на рис. 2.24. За період 2015–2019 рр. простежуємо позитивну динаміку щодо утворення відходів.

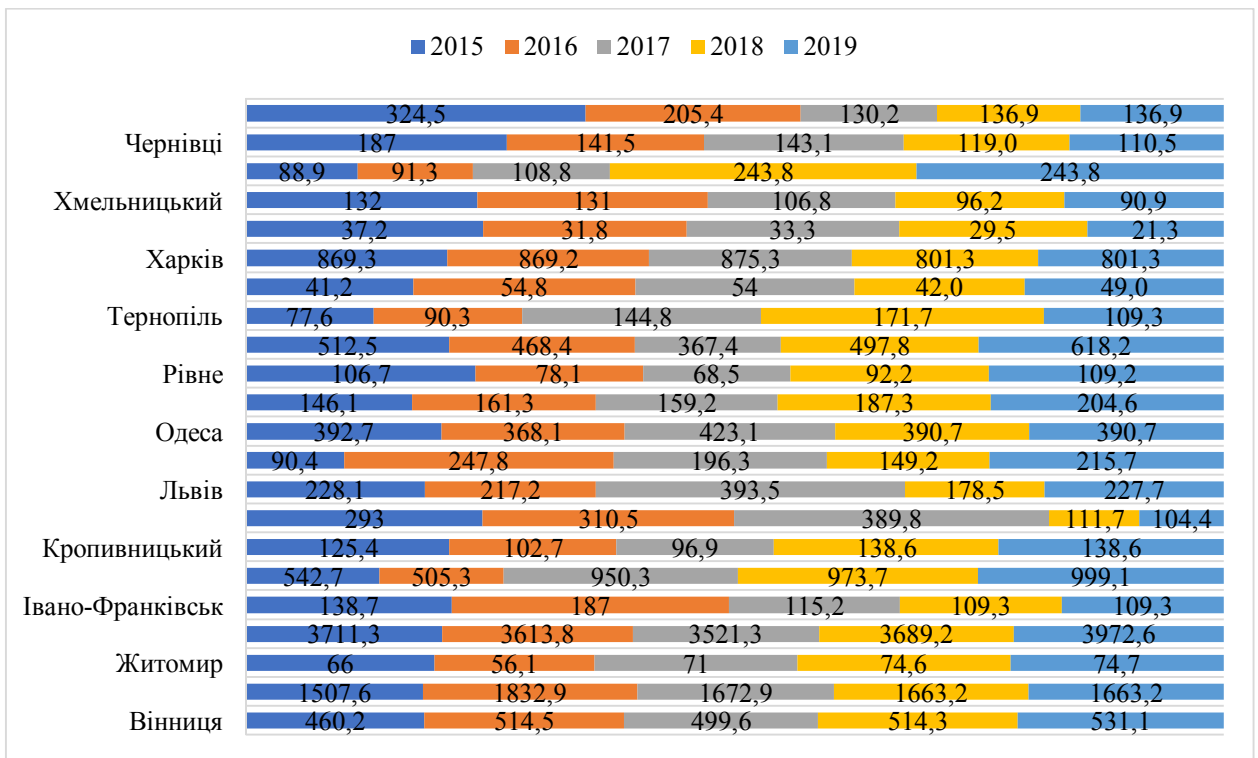


Рис. 2.24. Утворення відходів за містами, т

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Одним із важливим індикаторів є накопичення відходів у містах, що відображає рівень розвитку екологічної ситуації в місті. Динаміку зміни цього показника відображено на рис. 2.25. Статистичні дані засвідчують позитивну тенденцію, що вказує на надієвість політики міст щодо вирішення цього питання. Крім того, Державною службою статистики України не представлено відповідні показники про місто Тернопіль, що є свідченням надієвого моніторингу екологічної ситуації в місті.

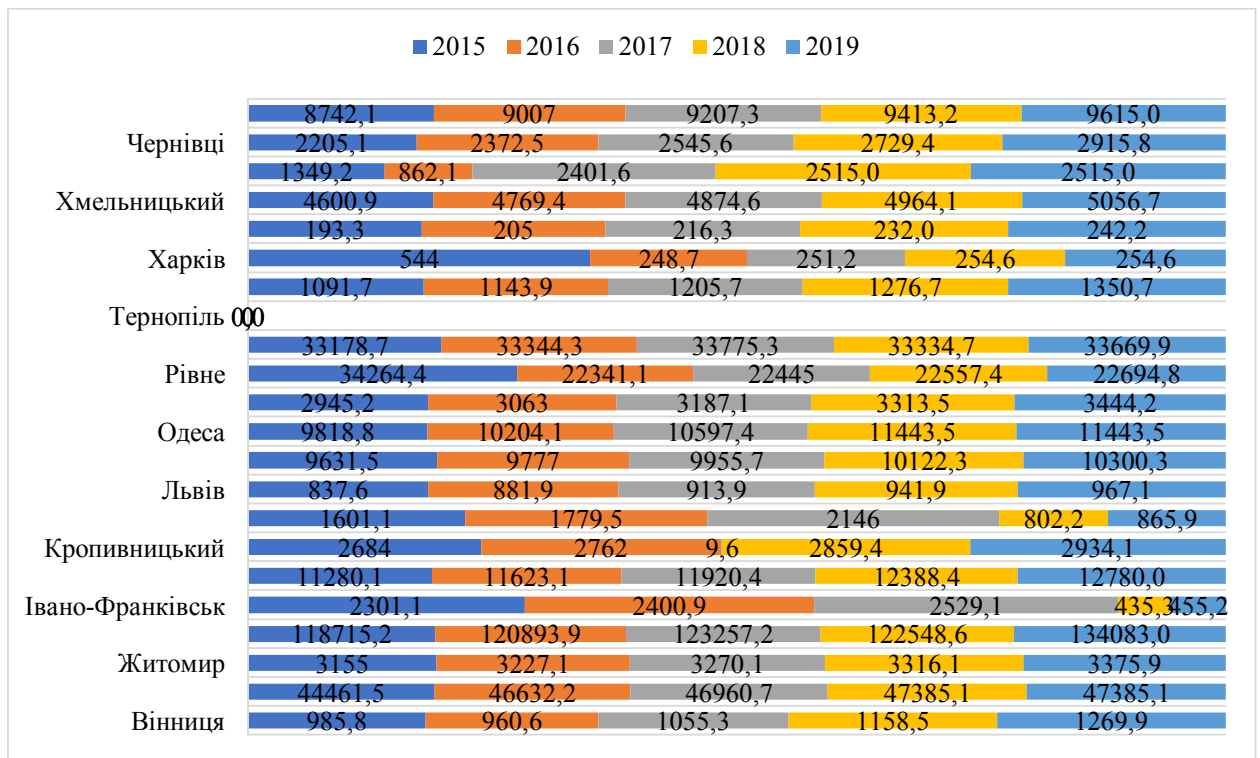


Рис. 2.25. Накопичення відходів за містами, т

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Рівень розвитку системи охорони навколишнього природного середовища фактично відображається в обсязі поточних витрат на охорону довкілля. Згідно з рис. 2.26, попри значну різницю в обсягах, що зумовлюється рівнями забруднень екосистем міст, спостерігаємо тенденцію до збільшення обсягів поточних витрат у всіх містах України.

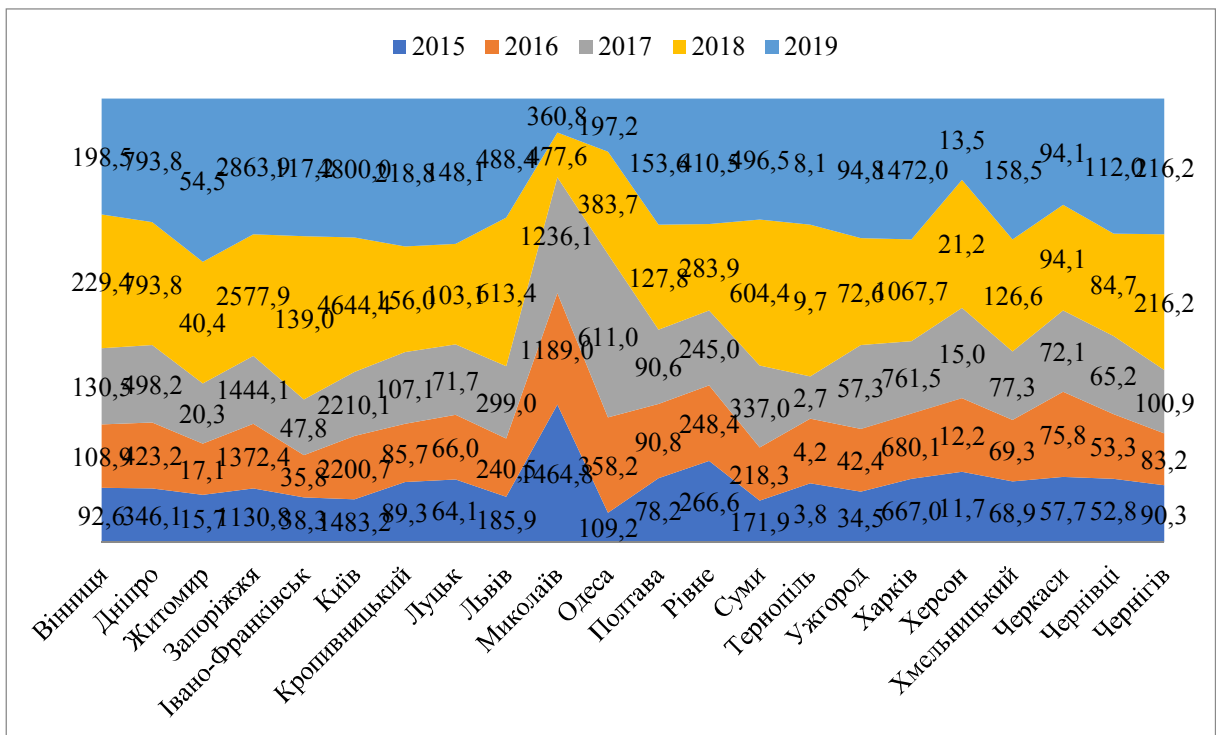


Рис. 2.26. Поточні витрати на охорону навколишнього природного середовища, (у фактичних цінах; млн грн)

*Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.

Джерело: складено дисертантом на основі: [41].

Отже, екологічна ситуація в обласних центрах України переважно має середній рівень: у 2015 р. жоден з обласних центрів не входив до групи Е, один належав до групи D, 15 – до С, 4 – до В, 2 – до А; у 2016 р. до групи Е – 1, D – 0, С – 17, В – 3, А – 1; у 2017 р. до групи Е – 1, D – 0, С – 14, В – 6, А – 1; у 2018 р. до групи Е – 1, D – 0, С – 1, В – 19, А – 1; у 2019 р. до групи Е – 1, D – 0, С – 0, В – 20, А – 1.

На основні проведеного аналізу нами розраховано частковий інтегральний індекс екологічних передумов сталого розвитку розумних міст на мікрорівні України, який представлено в табл. 2.30.

Таблиця 2.30

**Рейтинг міст України за частковим індексом екологічних передумов
сталого розвитку розумних міст**

№	Місто	2015	Група	2016	Група	2017	Група	2018	Група	2019	Група
1	Вінниця	0,5670	С	0,5749	С	0,5633	С	0,5836	В	0,5741	В
2	Дніпро	0,4159	С	0,2919	С	0,4216	С	0,3625	С	0,4119	В
3	Житомир	0,5948	С	0,5956	С	0,5920	С	0,5889	В	0,5893	В
4	Запоріжжя	0,3312	D	0,3505	С	0,2484	Е	0,2171	Е	0,2769	Е
5	Івано-Франківськ	0,6051	В	0,5963	С	0,6065	В	0,6114	В	0,6081	В
6	Київ	0,8904	А	0,8176	А	0,7980	А	0,8453	А	0,8670	А
7	Кропивницький	0,6001	В	0,5982	С	0,6030	В	0,5944	В	0,6068	В
8	Луцьк	0,5918	С	0,5883	С	0,5828	С	0,5970	В	0,6026	В
9	Львів	0,6280	В	0,6243	В	0,6384	В	0,6387	В	0,6325	В
10	Миколаїв	0,7997	А	0,6806	В	0,6925	В	0,5978	В	0,5923	В
11	Одеса	0,5608	С	0,5696	С	0,5982	С	0,5313	В	0,5156	В
12	Полтава	0,5977	С	0,5940	С	0,5924	С	0,5868	В	0,5884	В
13	Рівне	0,5705	С	0,5808	С	0,5821	С	0,5676	В	0,5710	В
14	Суми	0,5420	С	0,5298	С	0,5408	С	0,5232	В	0,5208	В
15	Тернопіль	0,4063	С	0,4032	С	0,3936	С	0,5899	В	0,5945	В
16	Ужгород	0,5999	С	0,5997	С	0,6026	В	0,6009	В	0,6023	В
17	Харків	0,6558	В	0,6195	В	0,6718	В	0,6245	В	0,6847	В
18	Херсон	0,5908	С	0,5944	С	0,5937	С	0,5904	В	0,5862	В
19	Хмельницький	0,5992	С	0,5932	С	0,5962	С	0,5929	В	0,5976	В
20	Черкаси	0,5435	С	0,5442	С	0,5408	С	0,5194	В	0,5305	В
21	Чернівці	0,6002	В	0,5961	С	0,5938	С	0,5913	В	0,5956	В
22	Чернігів	0,5586	С	0,5424	С	0,5605	С	0,5569	В	0,5590	В

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: складено дисертантом.

Отже, рівень передумов формування та сталого розвитку розумних міст в Україні є задовільним. У 2015 р. п'ять обласних центрів належали до групи E, 12 – до D, 4 – до C, жоден – до B, один – до A; у 2016 р. у групі E – 5, D – 7, C – 2, жоден – у B, A – 1; у 2017 р. у групі E – 12, D – 5, C – 4, B – 0, A – 1; у 2018 р. у групі E – 15, D – 3, C – 3, B – 0, A – 1; у 2019 р. – до групи E – 10, D – 9, C – 2, B – 0, A – 1.

На рис. 2.27 відображено розмежування міст України за інтегральним індексом сталого розвитку у 2019 р.

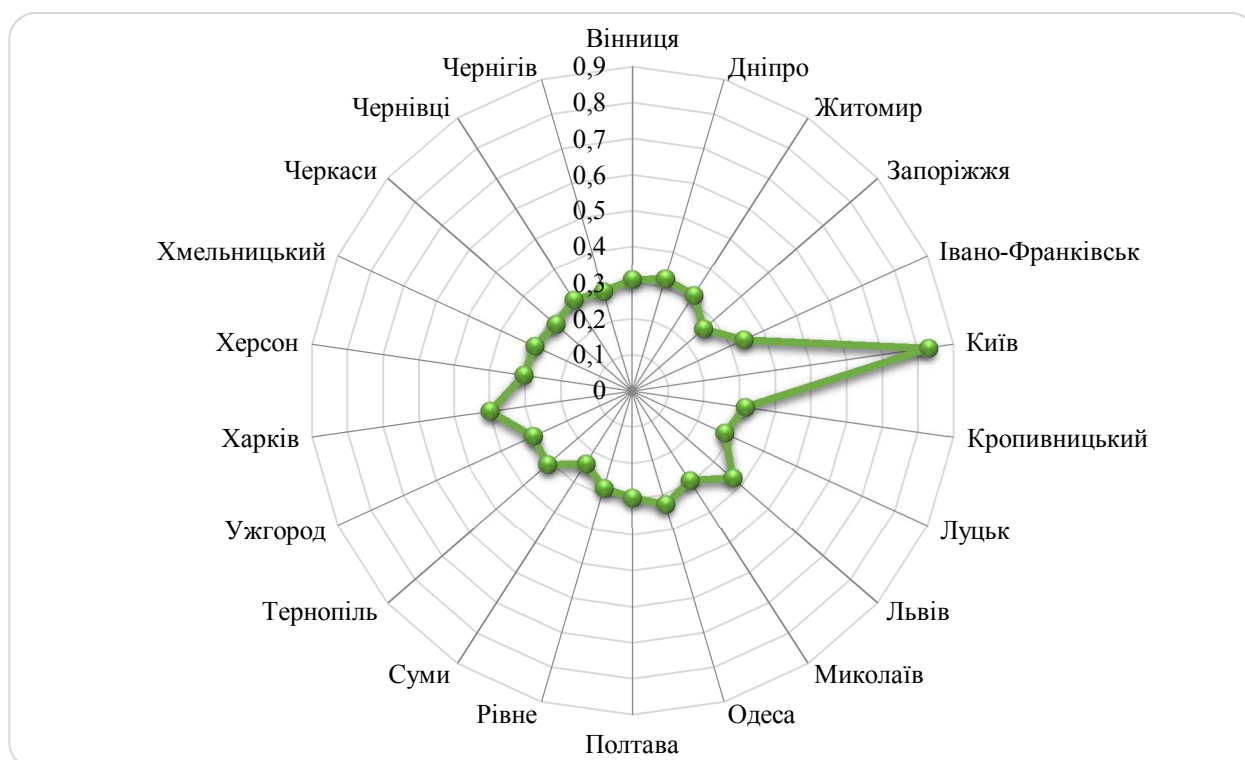


Рис. 2.27. Індекс розумного розвитку міст України

**Без урахування тимчасово окупованих територій АР Крим, Донецької та Луганської областей.*

Джерело: розраховано дисертантом.

Виходячи з даних, відображених на рис. 2.27 та проведеного аналізу, можемо стверджувати, що рівень передумов формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст України є низьким. Винятком є лише місто Київ.

Висновки до розділу 2

1. Проведено комплексну діагностику процесів формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на різних рівнях, що дало змогу виокремити національні особливості перебігу даних процесів, в тому числі визначити сильні та слабкі сторони, й потенційні можливості удосконалення системи управління даними процесами, а також загрози, що можуть вплинути на них.

2. Здійснений стратегічний аналіз передумов формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст на макрорівні дозволив дійти висновку про відсутність єдиної державної політики в даній сфері, що варто вважати слабкою стороною, а проте показники часткових та інтегрального індексів демонструють позитивну динаміку, що у свою чергу формує сильні сторони та перспективи подальшого розвитку.

3. На основі використання методів інтегрального аналізу проведено оцінку якісних та кількісних показників, що забезпечують передумови формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст на мезорівні, зокрема результати аналізу дають підстави стверджувати про відносно сприятливу ситуацію й підтверджують роль та значення соціальної складової в даному контексті.

4. Показники соціо-економо-екологічного розвитку міст України дають підстави стверджувати про наявність значного потенціалу щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на мікрорівні, водночас існуюча система управління не в повній мірі забезпечує ефективне використання даного потенціалу та потребує удосконалення.

Основні положення другого розділу дисертаційної роботи відображено в працях дисертанта [157, 144, 142].

РОЗДІЛ 3

УДОСКОНАЛЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНОГО ФОРМУВАННЯ ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТАЛОГО РОЗВИТКУ РОЗУМНИХ МІСТ

3.1. Моделювання процесів використання наявного потенціалу щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст

Результати проведеної діагностики процесів забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на макро-, мезо-, мікрорівнях демонструють відносно низьке та задовільне значення інтегрального індексу передумов формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні на мікрорівні. Схожа ситуація спостерігається за частковим індексом соціальних, економічних та екологічних передумов.

Так, попри середній рівень наявного потенціалу міст, його застосування потребує розробки напрямів підвищення ефективності використання, що зможуть сформувати базис для формування організаційно-економічного механізму сталого розвитку розумних міст. Отже, необхідне проведення економіко-математичного моделювання, що уключатиме побудову множинної регресійної моделі за допомогою використання методів кореляційно-регресійного аналізу.

Рівняння множинної регресії може бути представлено у вигляді:

$$Y = f(\beta, X) + \varepsilon, \quad (3.1)$$

де $X = X(X_1, X_2, \dots, X_m)$ – вектор незалежних (пояснюють) змінних;

β – вектор параметрів (що підлягають визначенню);

ε – випадкова помилка (відхилення);

Y – залежна (яка пояснюється) змінна.

Теоретичне лінійне рівняння множинної регресії має вигляд:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon, \quad (3.2)$$

де β_0 – вільний член, який визначає значення Y , у разі, коли всі пояснюючі змінні X_j дорівнюють 0.

Перш ніж перейти до визначення знаходження оцінок коефіцієнтів регресії, потрібно перевірити низку передумов методу найменших квадратів (МНК).

Передумови МНК:

1. Математичне очікування випадкового відхилення ε_i дорівнює 0 для всіх спостережень ($M(\varepsilon_i) = 0$).

2. Гомоскедастичність (сталість дисперсій відхилень). Дисперсія випадкових відхилень ε_i постійна: $D(\varepsilon_i) = D(\varepsilon_j) = S^2$ для будь яких i та j .

3. Відсутність автокореляції.

4. Випадкове відхилення повинно бути незалежним від пояснюваних змінних: $Y_{\varepsilon_i x_i} = 0$.

5. Модель є лінійною щодо параметрів.

6. Відсутність мультиколінеарності. Між пояснюваними змінними відсутня суворя (сильна) лінійна залежність.

7. Помилки ε_i мають нормальний розподіл. Здійснимість цієї передумови є важливою для перевірки статистичних гіпотез і побудови довірчих інтервалів.

Емпіричне рівняння множинної регресії представимо у вигляді:

$$Y = b_0 + b_1 X_1 + b_1 X_1 + \dots + b_m X_m + e.$$

Тут b_0, b_1, \dots, b_m – оцінки теоретичних значень $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ коефіцієнтів регресії (емпіричні коефіцієнти регресії); e – оцінка відхилення ε .

Під час виконання передумов МНК щодо помилок ε_i , оцінки b_0, b_1, \dots, b_m параметрів $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_m$ множинної лінійної регресії за МНК є незміщеними, ефективними і спроможними (тобто BLUE-оцінками).

Для оцінки параметрів рівняння множинної регресії застосовують МНК.

1. Оцінка рівняння регресії.

Визначимо вектор оцінок коефіцієнтів регресії. Відповідно до методу найменших квадратів, вектор s виходить з виразу: $s = (X^T X)^{-1} X^T Y$

До матриці зі змінними X_j додаємо одиничний стовпець (табл. 3.1):

Таблиця 3.1

Матриця зі змінними X_j

1	0,2721	0,1647	0,5741
1	0,3044	0,2824	0,4119
1	0,2489	0,2033	0,5893
1	0,228	0,2917	0,2769
1	0,2817	0,2217	0,6081
1	0,8221	0,8091	0,867
1	0,2223	0,2263	0,6068
1	0,2347	0,1106	0,6026
1	0,3791	0,1633	0,6325
1	0,2556	0,1301	0,5923
1	0,3496	0,1642	0,5156
1	0,2517	0,1421	0,5884
1	0,2398	0,1261	0,571
1	0,1523	0,1495	0,5208
1	0,2608	0,1751	0,5945
1	0,2557	0,1493	0,6023
1	0,3668	0,236	0,6847
1	0,2327	0,1969	0,5862
1	0,2742	0,1159	0,5976
1	0,203	0,205	0,5305
1	0,2538	0,1468	0,5956
1	0,2224	0,175	0,559

Джерело: розраховано дисертантом.

Матриця Y (табл. 3.2):

Таблиця 3.2

Матриця Y

0,3082
0,3226
0,3147
0,2608
0,3394
0,8285
0,3152
0,2809
0,3675
0,2939
0,3273
0,2953
0,2808
0,2391
0,3117
0,3028
0,3989
0,3049
0,2984
0,2817
0,2995
0,2868

Джерело: розраховано дисертантом.

Матриця X^T (табл. 3.3):

Таблиця 3.3

Матриця X^T

1	2	3	4	5	6	7	8
0,2721	0,3044	0,2489	0,228	0,2817	0,8221	0,2223	0,2347
0,1647	0,2824	0,2033	0,2917	0,2217	0,8091	0,2263	0,1106
0,5741	0,4119	0,5893	0,2769	0,6081	0,867	0,6068	0,6026

Продовження Таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8
0,3791	0,2556	0,3496	0,2517	0,2398	0,1523	0,2608	0,2557
0,1633	0,1301	0,1642	0,1421	0,1261	0,1495	0,1751	0,1493
0,6325	0,5923	0,5156	0,5884	0,571	0,5208	0,5945	0,6023

Продовження Таблиці 3.3

1	1	1	1	1	1
0,3668	0,2327	0,2742	0,203	0,2538	0,2224
0,236	0,1969	0,1159	0,205	0,1468	0,175
0,6847	0,5862	0,5976	0,5305	0,5956	0,559

Джерело: розраховано дисертантом.

Множимо матриці ($X^T X$) (табл. 3.4):

Таблиця 3.4

Матриці ($X^T X$)

22	6,3117	4,5851	12,7077
6,3117	2,16801971	1,65890196	3,83120829
4,5851	1,65890196	1,38458095	2,7845102
12,7077	3,83120829	2,7845102	7,57063167

Джерело: розраховано дисертантом.

У матриці ($X^T X$) число 22, що лежить на перетині 1-го рядка і 1-го стовпчика, отримано як суму добутків елементів 1-го рядка матриці X^T і 1-го стовпчика матриці X .

Множимо матриці ($X^T Y$) (табл. 3.5):

Таблиця 3.5

Матриці ($X^T Y$)

7,2589
2,39429673
1,83545812
4,37261872

Джерело: розраховано дисертантом.

Знаходимо обернену матрицю $(X^T X)^{-1}$

$$(X^T X)^{-1} = \begin{pmatrix} 1,7 & 1,745 & -0,79 & -3,445 \\ 1,745 & 19,615 & -13,162 & -8,014 \\ -0,79 & -13,162 & 11,701 & 3,684 \\ -3,445 & -8,014 & 3,684 & 8,616 \end{pmatrix} \quad (3.3)$$

Вектор оцінок коефіцієнтів регресії дорівнює:

$$Y(X) = \begin{pmatrix} 1,7 & 1,745 & -0,79 & -3,445 \\ 1,745 & 19,615 & -13,162 & -8,014 \\ -0,79 & -13,162 & 11,701 & 3,684 \\ -3,445 & -8,014 & 3,684 & 8,616 \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} 7,259 \\ 2,394 \\ 1,835 \\ 4,373 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -0,000131 \\ 0,428 \\ 0,333 \\ 0,238 \end{pmatrix} \quad (3.4)$$

Рівняння регресії (оцінка рівняння регресії):

$$Y = -0,000131 + 0,4284X_1 + 0,3334X_2 + 0,2384X_3$$

2. Матриця парних коефіцієнтів кореляції R.

Число спостережень $n = 22$. Число незалежних змінних у моделі дорівнює 3, а число регресорів з урахуванням одиничного вектора дорівнює числу невідомих коефіцієнтів. З урахуванням ознаки Y , розмірність матриці стає рівним 5. Матриця незалежних змінних X має розмірність (22 x 5).

Матриця A складена з Y і X (табл. 3.6):

Таблиця 3.6

Матриця A, складена з Y і X

1	2	3	4	5
1	0,308	0,272	0,165	0,574
1	0,323	0,304	0,282	0,412
1	0,315	0,249	0,203	0,589
1	0,261	0,228	0,292	0,277
1	0,339	0,282	0,222	0,608
1	0,829	0,822	0,809	0,867
1	0,315	0,222	0,226	0,607
1	0,281	0,235	0,111	0,603
1	0,368	0,379	0,163	0,633

Продовження Таблиці 3.6

1	2	3	4	5
1	0,294	0,256	0,13	0,592
1	0,327	0,35	0,164	0,516
1	0,295	0,252	0,142	0,588
1	0,281	0,24	0,126	0,571
1	0,239	0,152	0,15	0,521
1	0,312	0,261	0,175	0,595
1	0,303	0,256	0,149	0,602
1	0,399	0,367	0,236	0,685
1	0,305	0,233	0,197	0,586
1	0,298	0,274	0,116	0,598
1	0,282	0,203	0,205	0,531
1	0,3	0,254	0,147	0,596
1	0,287	0,222	0,175	0,559

Джерело: розраховано дисертантом.

Транспонована матриця (табл. 3.7):

Таблиця 3.7

Транспонована матриця

1	1	1	1	1	1	1	1
0,308	0,323	0,315	0,261	0,339	0,829	0,315	0,281
0,272	0,304	0,249	0,228	0,282	0,822	0,222	0,235
0,165	0,282	0,203	0,292	0,222	0,809	0,226	0,111
0,368	0,294	0,327	0,295	0,281	0,239	0,312	0,303
0,379	0,256	0,35	0,252	0,24	0,152	0,261	0,256
0,163	0,13	0,164	0,142	0,126	0,15	0,175	0,149

Продовження Таблиці 3.7

1	1	1	1	1	1
0,3668	0,2327	0,2742	0,203	0,2538	0,2224
0,236	0,1969	0,1159	0,205	0,1468	0,175
0,6847	0,5862	0,5976	0,5305	0,5956	0,559

Джерело: розраховано дисертантом.

Матриця $X^T X$ (табл. 3.8):

Таблиця 3.8

Матриця $X^T X$

22	7.259	6.312	4.585	12.708
7.259	2.679	2.394	1.835	4.373
6.312	2.394	2.168	1.659	3.831
4.585	1.835	1.659	1.385	2.785
12.708	4.373	3.831	2.785	7.571

Джерело: розраховано дисертантом.

Отримана матриця має таку відповідність (табл. 3.9):

Таблиця 3.9

Відповідність матриці

$\sum n$	$\sum y$	$\sum x_1$	$\sum x_2$	$\sum x_3$
$\sum y$	$\sum y^2$	$\sum x_1 y$	$\sum x_2 y$	$\sum x_3 y$
$\sum x_1$	$\sum y x_1$	$\sum x_1^2$	$\sum x_2 x_1$	$\sum x_3 x_1$
$\sum x_2$	$\sum y x_2$	$\sum x_1 x_2$	$\sum x_2^2$	$\sum x_3 x_2$
$\sum x_3$	$\sum y x_3$	$\sum x_1 x_3$	$\sum x_2 x_3$	$\sum x_3^2$

Джерело: розраховано дисертантом.

Знайдемо парні коефіцієнти кореляції:

$$r_{xy} = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{s(x) \cdot s(y)} \quad (3.5)$$

$$r_{yx_1} = \frac{0,109 - 0,287 \cdot 0,33}{0,127 \cdot 0,114} = 0,979 \quad (3.6)$$

$$r_{yx_2} = \frac{0,0834 - 0,208 \cdot 0,33}{0,14 \cdot 0,114} = 0,924 \quad (3.7)$$

$$r_{yx_3} = \frac{0,199 - 0,578 \cdot 0,33}{0,102 \cdot 0,114} = 0,703 \quad (3.8)$$

$$r_{x_1 x_2} = \frac{0,0754 - 0,208 \cdot 0,287}{0,14 \cdot 0,127} = 0,877 \quad (3.9)$$

$$r_{x_1 x_3} = \frac{0,174 - 0,578 \cdot 0,287}{0,102 \cdot 0,127} = 0,646 \quad (3.10)$$

$$r_{x_2 x_3} = \frac{0,127 - 0,578 \cdot 0,208}{0,102 \cdot 0,14} = 0,433 \quad (3.11)$$

Таблиця 3.10

Коефіцієнти кореляції

Ознаки x та y	$\sum x_i$	$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$	$\sum y_i$	$\bar{y} = \frac{\sum y_i}{n}$	$\sum x_i * y_i$	$\overline{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{i}$
Для y та x ₁	6,312	0,287	7,259	0,33	2,394	0,109
Для y та x ₂	4,585	0,208	7,259	0,33	1,835	0,0834
Для y та x ₃	12,708	0,578	7,259	0,33	4,373	0,199
Для x ₁ та x ₂	4,585	0,208	6,312	0,287	1,659	0,0754
Для x ₁ та x ₃	12,708	0,578	6,312	0,287	3,831	0,174
Для x ₂ та x ₃	12,708	0,578	4,585	0,208	2,785	0,127

Джерело: розраховано дисертантом.

Дисперсії й середньоквадратичні відхилення (табл. 3.11):

Таблиця 3.11

Дисперсії й середньоквадратичні відхилення

Ознаки x та y	$D(x) = \frac{\sum x_i^2}{n} - \bar{x}^2$	$D(y) = \frac{\sum y_i^2}{n} - \bar{y}^2$	$s(x) = \sqrt{D(x)}$	$s(y) = \sqrt{D(y)}$
Для y та x ₁	0,0162	0,0129	0,127	0,114
Для y та x ₂	0,0195	0,0129	0,14	0,114
Для y та x ₃	0,0105	0,0129	0,102	0,114
Для x ₁ та x ₂	0,0195	0,0162	0,14	0,127
Для x ₁ та x ₃	0,0105	0,0162	0,102	0,127
Для x ₂ та x ₃	0,0105	0,0195	0,102	0,14

Джерело: розраховано дисертантом.

Матриця парних коефіцієнтів кореляції R (табл. 3.12):

Таблиця 3.12

Матриця парних коефіцієнтів кореляції R

-	y	x ₁	x ₂	x ₃
y	1	0,9788	0,9243	0,7026
x ₁	0,9788	1	0,8774	0,6464
x ₂	0,9243	0,8774	1	0,4328
x ₃	0,7026	0,6464	0,4328	1

Джерело: розраховано дисертантом.

Розрахуємо спостережувані значення t-статистики для r_{yx_1} за формулою:

$$t_{набл} = r_{yx_1} \cdot \frac{\sqrt{n-m-1}}{\sqrt{1-r_{yx_1}^2}}, \quad (3.12)$$

де $m = 1$ – кількість факторів в рівнянні регресії.

$$t_{набл} = 0,98 \cdot \frac{\sqrt{22-1-1}}{\sqrt{1-0,98^2}} = 21,39. \quad (3.13)$$

За таблицю Стьюдента знаходимо $T_{табл}$.

$$t_{крит} (n-m-1; \alpha/2) = (20; 0,0025) = 2,423.$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично – значущий.

Розрахуємо спостережувані значення t-статистики для r_{yx_2} за формулою:

$$t_{набл} = 0,92 \cdot \frac{\sqrt{22-1-1}}{\sqrt{1-0,92^2}} = 10,83. \quad (3.14)$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично – значущий.

Розрахуємо спостережувані значення t-статистики для r_{yx_3} за формулою:

$$t_{набл} = 0,7 \cdot \frac{\sqrt{22-1-1}}{\sqrt{1-0,7^2}} = 4,42. \quad (3.15)$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично – значущий.

Часткові коефіцієнти кореляції.

Коефіцієнт часткової кореляції відрізняється від простого коефіцієнта лінійної парної кореляції тим, що він вимірює парну кореляцію відповідних ознак (y и x_i) за умови, що вплив на них інших факторів (x_j) усунуто.

На підставі часткових коефіцієнтів можна зробити висновок про обґрунтованість уключення змінних у регресійну модель. Якщо значення коефіцієнта мале або воно незначуще, то це означає, що зв'язок між цими факторами й результативною змінною або дуже слабкий, або зовсім відсутній, тому фактор можна виключити з моделі.

$$r_{yx_1/x_2} = \frac{0,979 - 0,924 \cdot 0,877}{\sqrt{(1 - 0,924^2) \cdot (1 - 0,877^2)}} = 0,917. \quad (3.16)$$

Щільність зв'язку є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції r_{yx_1/x_2} . Для цього розрахуємо спостережувані значення t -статистики за формулою:

$$t_{набл} = r_{yx_1/x_2} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{1-r_{yx_1/x_2}^2}, \quad (3.17)$$

де $k = 1$ – число фіксованих факторів.

$$t_{набл} = 0,92 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,92^2}} = 10,01. \quad (3.18)$$

За таблицею Стьюдента знаходимо $T_{табл}$:

$$t_{крит} (n-k-2; \alpha/2) = (19; 0,0025) = 2,433.$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_1 за умови, що x_2 увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_1 залишається недоцільним.

$$r_{yx_1/x_3} = \frac{0,979 - 0,703 \cdot 0,646}{\sqrt{(1 - 0,703^2) \cdot (1 - 0,646^2)}} = 0,966. \quad (3.19)$$

Щільність зв'язку є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції $r_{yx1/x3}$.
Для цього розрахуємо спостережувані значення t-статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx1/x3} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx1/x3}^2}}, \quad (3.20)$$

де $k = 1$ – число фіксованих факторів.

$$t_{nabl} = 0,97 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,97^2}} = 16,38. \quad (3.21)$$

За таблицею Стьюдента знаходимо $T_{табл} t_{крит} (n-k-2; \alpha/2) = (19; 0,0025) = 2,433$.

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично – значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_1 за умови, що x_3 увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_1 залишається недоцільним.

$$r_{yx2/x1} = \frac{0,924 - 0,979 \cdot 0,877}{\sqrt{(1-0,979^2) \cdot (1-0,877^2)}} = 0,667. \quad (3.22)$$

Щільність зв'язку є помірною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції $r_{yx2/x1}$. Для цього розрахуємо спостережувані значення t-статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx2/x1} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx2/x1}^2}}, \quad (3.23)$$

$$t_{nabl} = 0,67 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,67^2}} = 3,91. \quad (3.24)$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_2 за умови, що x_1 увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_2 залишається недоцільним.

$$r_{yx2/x3} = \frac{0,924 - 0,703 \cdot 0,433}{\sqrt{(1-0,703^2) \cdot (1-0,433^2)}} = 0,967. \quad (3.25)$$

Щільність зв'язку є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції r_{yx_2/x_3} . Для цього розрахуємо спостережувані значення t-статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_2/x_3} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_2/x_3}^2}}, \quad (3.26)$$

$$t_{nabl} = 0,97 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,97^2}} = 16,52. \quad (3.27)$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_2 при умові, що x_3 увійде в модель, став сильнішим.

$$r_{yx_3/x_1} = \frac{0,703 - 0,979 \cdot 0,646}{\sqrt{(1-0,979^2) \cdot (1-0,646^2)}} = 0,448. \quad (3.28)$$

Щільність зв'язку не є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції r_{yx_3/x_1} . Для цього розрахуємо спостережувані значення t-статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_3/x_1} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_3/x_1}^2}}, \quad (3.29)$$

$$t_{nabl} = 0,45 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,45^2}} = 2,18. \quad (3.30)$$

Оскільки $t_{набл} < t_{крит}$, то приймаємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично не значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_3 за умови, що x_1 увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_3 залишається недоцільним.

$$r_{yx_3/x_2} = \frac{0,703 - 0,924 \cdot 0,433}{\sqrt{(1-0,924^2) \cdot (1-0,433^2)}} = 0,88. \quad (3.31)$$

Щільність зв'язку є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції r_{yx_3/x_2} . Для цього розрахуємо спостережувані значення t-статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_3/x_2} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_3/x_2}^2}}, \quad (3.32)$$

$$t_{nabl} = 0,88 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,88^2}} = 8,06. \quad (3.33)$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_3 за умови, що x_2 увійде в модель, став сильнішим.

$$r_{x_1x_2/y} = \frac{r_{x_1x_2} - r_{x_1y} \cdot r_{x_2y}}{\sqrt{(1-r_{x_1y}^2)(1-r_{x_2y}^2)}}, \quad (3.34)$$

$$r_{x_1x_2/y} = \frac{0,877 - 0,979 \cdot 0,924}{\sqrt{(1-0,979^2) \cdot (1-0,924^2)}} = -0,351. \quad (3.35)$$

Щільність зв'язку не є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції $r_{yx_2/y}$. Для цього розрахуємо спостережувані значення t -статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_2/y} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_2/y}^2}}, \quad (3.36)$$

$$t_{nabl} = 0,35 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,35^2}} = 1,63. \quad (3.37)$$

Оскільки $t_{набл} < t_{крит}$, то приймаємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично не значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_2 за умови, що увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_2 залишається недоцільним.

$$r_{x_1x_2/x_3} = \frac{0,877 - 0,646 \cdot 0,433}{\sqrt{(1-0,646^2) \cdot (1-0,433^2)}} = 0,869. \quad (3.38)$$

Щільність зв'язку є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції r_{yx_2/x_3} . Для цього розрахуємо спостережувані значення t -статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_2/x_3} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_2/x_3}^2}}, \quad (3.39)$$

$$t_{nabl} = 0,87 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,87^2}} = 7,65. \quad (3.40)$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_2 за умови, що x_3 увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_2 залишається недоцільним.

$$r_{x_1x_3/y} = \frac{r_{x_1x_3} - r_{x_1y} \cdot r_{x_3y}}{\sqrt{(1-r_{x_1y}^2)(1-r_{x_3y}^2)}}, \quad (3.41)$$

$$r_{x_1x_3/y} = \frac{0,646 - 0,979 \cdot 0,703}{\sqrt{(1-0,979^2) \cdot (1-0,703^2)}} = -0,284. \quad (3.42)$$

Щільність зв'язку є низькою. Міжфакторний зв'язок слабкий.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції $r_{yx_3/y}$. Для цього розрахуємо спостережувані значення t -статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_3/y} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_3/y}^2}}, \quad (3.43)$$

$$t_{nabl} = 0,28 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,28^2}} = 1,29. \quad (3.44)$$

Оскільки $t_{набл} < t_{крит}$, то приймаємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично не значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_3 за умови, що увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_3 залишається недоцільним.

$$r_{x_1x_3/x_2} = \frac{0,646 - 0,877 \cdot 0,433}{\sqrt{(1-0,877^2) \cdot (1-0,433^2)}} = 0,617. \quad (3.45)$$

Щільність зв'язку є помірною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції r_{yx_3/x_2} . Для цього розрахуємо спостережувані значення t -статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_3/x_2} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_3/x_2}^2}}, \quad (3.46)$$

$$t_{nabl} = 0,62 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{1-0,62^2} = 3,41. \quad (3.47)$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_3 за умови, що x_2 увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_3 залишається недоцільним.

$$r_{x_2x_3/y} = \frac{r_{x_2x_3} - r_{x_2y} \cdot r_{x_3y}}{\sqrt{(1-r_{x_2y}^2)(1-r_{x_3y}^2)}}, \quad (3.48)$$

$$r_{x_2x_3/y} = \frac{0,433 - 0,924 \cdot 0,703}{\sqrt{(1-0,924^2) \cdot (1-0,703^2)}} = -0,798. \quad (3.49)$$

Щільність зв'язку є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції $r_{yx_3/y}$. Для цього розрахуємо спостережувані значення t -статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_3/y} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_3/y}^2}}, \quad (3.50)$$

$$t_{nabl} = 0,8 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,8^2}} = 5,77. \quad (3.51)$$

Оскільки $t_{набл} > t_{крит}$, то відхиляємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично значущий.

Як можна побачити, зв'язок y та x_3 за умови, що увійде в модель, став сильнішим.

$$r_{x_2x_3/x_1} = \frac{0,433 - 0,877 \cdot 0,646}{\sqrt{(1-0,877^2) \cdot (1-0,646^2)}} = -0,367. \quad (3.52)$$

Щільність зв'язку не є сильною.

Визначимо значимість коефіцієнта кореляції r_{yx_3/x_1} . Для цього розрахуємо спостережувані значення t -статистики за формулою:

$$t_{nabl} = r_{yx_3/x_1} \cdot \frac{\sqrt{n-k-2}}{\sqrt{1-r_{yx_3/x_1}^2}}, \quad (3.53)$$

$$t_{nabl} = 0,37 \cdot \frac{\sqrt{22-1-2}}{\sqrt{1-0,37^2}} = 1,72. \quad (3.54)$$

Оскільки $t_{набл} < t_{крит}$, то приймаємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта кореляції. Іншими словами, коефіцієнт кореляції статистично не є значущим.

Як бачимо, зв'язок y та x_3 за умови, що x_1 увійде в модель, зменшився. Звідси можна зробити висновок, що введення в регресійне рівняння x_3 залишається недоцільним.

Аналіз мультиколінеарності.

Якщо факторні змінні пов'язані суворою функціональною залежністю, то йдеться про повну мультиколінеарність. У цьому випадку серед стовпців матриці факторних змінних X є лінійно залежні стовпці та, за властивістю визначників матриці, $\det(X^T X) = 0$. Вид мультиколінеарності, за якого факторні змінні пов'язані деякою стохастичною залежністю, називається частковою. Якщо між факторними змінними високий ступінь кореляції, то матриця $(X^T X)$ близька до виродженої, тобто $\det(X^T X) \cong 0$ (чим ближче до 0 визначник матриці міжфакторної кореляції, тим сильніша мультиколінеарність факторів і ненадійніші результати множинної регресії).

1. Аналіз мультиколінеарності на основі матриці коефіцієнтів кореляції.

Якщо в матриці є міжфакторний коефіцієнт кореляції $r_{x_j x_i} > 0,7$, то в цій моделі множинної регресії існує мультиколінеарність.

У нашому випадку $r(x_1 x_2)$ мають $|r| > 0,7$, що свідчить про мультиколінеарність факторів і необхідність виключення одного з них із подальшого аналізу.

Аналіз першого рядка цієї матриці дає підставу зробити відбір факторних ознак, які можуть бути включені в модель множинної кореляційної залежності. Факторні ознаки, у яких $|r_{yxi}| < 0,5$ виключають із моделі. Можна дати наступну якісну інтерпретацію можливих значень коефіцієнта кореляції (за шкалою Чеддока): якщо $|r| > 0,3$ – зв'язок практично відсутній; $0,3 \leq |r| \leq 0,7$ – зв'язок середній; $0,7 \leq |r| \leq 0,9$ – зв'язок сильний; $|r| > 0,9$ – зв'язок дуже сильний.

Перевіримо значущість отриманих парних коефіцієнтів кореляції за допомогою t-критерію Стьюдента. Коефіцієнти, для яких значення t-статистики за модулем більше від знайденого критичного значення, вважаються значущими.

Отже, зв'язок між (у та x_{x1}), (у та x_{x2}) є суттєвим. Найбільший вплив на результативну ознаку здійснює фактор x_1 ($r = 0,9788$), що означає, що під час побудови моделі він увійде в регресійне рівняння першим.

Більш об'єктивну характеристику щільності зв'язку дають часткові коефіцієнти кореляції, що визначають вплив на результат фактора x_i при незмінному рівні інших факторів.

2. Рідж-регресія.

Найбільш детальним показником наявності проблем, пов'язаних з мультиколінеарністю, є коефіцієнт збільшення дисперсії, який визначається для кожної змінної як:

$$VIF(b_j) = \frac{1}{1-R_j^2}, \quad (3.55)$$

де R_j^2 – коефіцієнт множинної детермінації в регресії X_j на інші X .

Про мультиколінеарність свідчитиме VIF від 4 і вище хоча б для одного j . Критерієм поганої обумовленості є висока величина співвідношення $\lambda_{\max}/\lambda_{\min}$ максимального й мінімального власних чисел матриці $X^T X$ – названого показником обумовленості. Це співвідношення

також дає змогу робити висновок про ступінь серйозності проблем мультиколінеарності: показник обумовленості в межах від 10 до 100 свідчить про помірну колінеарність, понад 1000 – про дуже серйозну колінеарність.

Тестування й усунення мультиколінеарності.

Колінеарність – це залежність між факторами. У якості критерію мультиколінеарності може бути прийнято дотримання таких нерівностей: $r(x_j y) > r(x_k x_j)$; $r(x_k y) > r(x_k x_j)$.

Якщо одна з нерівностей не дотримується, то виключається той параметр x_k або x_j , зв'язок якого з результативним показником Y виявляється найменш щільним.

Для відбору найбільш значущих чинників x_i враховуються такі умови:

– зв'язок між результативною ознакою й факторною повинен бути вищим від міжфакторного зв'язку;

– зв'язок між факторами повинен бути не більшим ніж 0,7. Якщо в матриці є міжфакторний коефіцієнт кореляції $r_{x_j x_i} > 0,7$, то в цій моделі множинної регресії існує мультиколінеарність;

– за високого міжфакторного зв'язку ознаки відбираються фактори з меншим коефіцієнтом кореляції між ними.

Найбільш повним алгоритмом дослідження мультиколінеарності є алгоритм Фаррара-Глобера. За його допомогою тестують три види мультиколінеарності:

- 1) усіх факторів (χ^2 – хі-квадрат);
- 2) кожного фактора з іншими (критерій Фішера);
- 3) кожної пари факторів (критерій Стюдента).

1*. Перевіримо змінні на мультиколінеарність методом Фаррара-Глобера за першим видом статистичних критеріїв (критерій «хі-квадрат»).

Формула для розрахунку значення статистики Фаррара-Глобера:

$\chi^2 = - [n-1-(2m+5)/6]\ln(\det[R]) = - [22-1-(2*3+5)/6]\ln(0) = 356,53$, де $m = 3$ – кількість факторів, $n = 22$ – кількість спостережень, $\det [R]$ – визначник матриці парних коефіцієнтів кореляції R . Порівнюємо його з табличним значенням при $\nu = m/2 (m-1) = 3$ ступенях свободи та рівні значущості α . Якщо $\chi^2 > \chi_{\text{табл}}^2$, то у векторі факторів присутня мультиколінеарність. $\chi_{\text{табл}}^2(3;0,005) = 12,83816$.

2*. Перевіримо змінні на мультиколінеарність за другим видом статистичних критеріїв (критерій Фішера). Визначаємо зворотну матрицю $D = R^{-1}$ (табл. 3.13):

Таблиця 3.13

Зворотна матриця $D = R^{-1}$

13896580,5698	-6676958,8902	-5695488,0183	-2983619,3854
-6676958,8902	3208118,5129	2736534,1828	1433552,0835
-5695488,0183	2736534,1828	2334290,3211	1222832,0823
-2983619,3854	1433552,0835	1222832,0823	640590,1203

Джерело: розраховано дисертантом.

Обчислюємо F-критерії Фішера:

$$F_k = (d_{kk} - 1) \frac{n-m}{m-1}, \quad (3.56)$$

де d_{kk} – діагональні елементи матриці.

Розраховані значення критеріїв порівнюються з табличними при $\nu_1 = n-m$ та $\nu_2 = m-1$ ступенях свободи й рівні значущості α . Якщо $F_k > F_{\text{табл}}$, то k -я змінна у мультиколінеарності з іншими.

$$\nu_1 = 22-3 = 20; \nu_2 = 3-1 = 3. F_{\text{табл}}(20;3) = 0$$

$$F_1 = (13896580,57 - 1) \frac{22-3}{3-1} = 92643863,8. \quad (3.57)$$

Оскільки $F_1 > F_{\text{табл}}$, то змінна в мультиколінеарності з іншими.

$$F_2 = (3208118,513 - 1) \frac{22-3}{3-1} = 21387450,09. \quad (3.58)$$

Оскільки $F_2 > F_{\text{табл}}$, то змінна x_1 у мультиколінеарності з іншими.

$$F_3 = (2334290,321 - 1) \frac{22-3}{3-1} = 15561928,81. \quad (3.59)$$

Оскільки $F_3 > F_{\text{табл}}$, то змінна x_2 в мультиколінеарності з іншими.

$$F_4 = (640590,12 - 1) \frac{22-1}{3-1} = 4270594,14. \quad (3.60)$$

Оскільки $F_4 > F_{\text{табл}}$, то змінна x_3 у мультиколінеарності з іншими.

3. Перевіримо змінні на мультиколінеарність за третім видом статистичних критеріїв (критерій Стьюдента). Для цього знайдемо часткові коефіцієнти кореляції.

Можна зробити висновок, що під час побудови регресійного рівняння потрібно відібрати фактори x_1, x_2 .

Модель регресії в стандартному масштабі.

Модель регресії в стандартному масштабі передбачає, що всі значення досліджуваних ознак переводяться в стандарти (стандартизовані значення) за формулами:

$$t_j = \frac{x_{ji} - \bar{x}_j}{S(x_j)}, \quad (3.61)$$

де x_{ji} – значення змінної x_{ji} в i -му спостереженні.

$$t_y = \frac{y_i - \bar{y}}{S(y)}. \quad (3.62)$$

Отже, початок відліку кожної стандартизованої змінної поєднується з її середнім значенням, а за одиницю зміни береться її середнє квадратичне відхилення S . Якщо зв'язок між змінними в природному масштабі лінійний, то зміна початку відліку й одиниці вимірювання цієї властивості не порушиться, так що й стандартизовані змінні будуть пов'язані лінійним співвідношенням:

$$t_y = \sum \beta_j t_{xj}.$$

Для оцінки β -коефіцієнтів застосуємо МНК. При цьому система нормальних рівнянь набуває вигляду:

$$\begin{aligned} r_{x_1y} &= \beta_1 + r_{x_1x_2} \cdot \beta_2 + \dots + r_{x_1x_m} \cdot \beta_m; \\ r_{x_2y} &= r_{x_2x_1} \cdot \beta_1 + \beta_2 + \dots + r_{x_2x_m} \cdot \beta_m; \\ r_{x_my} &= r_{x_mx_1} \cdot \beta_1 + r_{x_mx_2} \cdot \beta_2 + \dots + \beta_m. \end{aligned}$$

Для наших даних (беремо з матриці парних коефіцієнтів кореляції):

$$0,979 = \beta_1 + 0,877\beta_2 + 0,646\beta_3;$$

$$0,924 = 0,877\beta_1 + \beta_2 + 0,433\beta_3;$$

$$0,703 = 0,646\beta_1 + 0,433\beta_2 + \beta_3.$$

Цю систему лінійних рівнянь розв'язуємо за методом Гауса:

$$\beta_1 = 0,48; \beta_2 = 0,41; \beta_3 = 0,215.$$

Стандартизована форма рівняння регресії має вигляд:

$$t_y = 0,48x_1 + 0,41x_2 + 0,215x_3.$$

Знайдені з цієї системи β -коефіцієнти дають змогу визначити значення коефіцієнтів у регресії в природному масштабі за формулами:

$$b_j = \beta \cdot \frac{s(y)}{s(x_j)}; \quad (3.63)$$

$$a = \bar{y} - \sum b_j \cdot \bar{x}_j. \quad (3.64)$$

3. Аналіз параметрів рівняння регресії.

Перейдемо до статистичного аналізу отриманого рівняння регресії: перевірки значимості рівняння та його коефіцієнтів, дослідження абсолютних і відносних помилок апроксимації. Для незміщеної оцінки дисперсії виконаємо такі обчислення: незміщена помилка $\varepsilon = Y - Y(x) = Y - X*s$ (абсолютна помилка апроксимації).

Таблиця 3.14

Обчислення незміщеної оцінки дисперсії

Y	Y(x)	$\varepsilon = Y - Y(x)$	ε^2	$(Y - Y_{\text{cp}})^2$	$ \varepsilon : Y $
1	2	3	4	5	6
0,308	0,308	4,0E-6	0	0,000473	1,3E-5
0,323	0,323	-1,7E-5	0	5,4E-5	5,1E-5
0,315	0,315	-5,2E-5	0	0,000233	0,000165
0,261	0,261	-1,0E-5	0	0,00478	3,9E-5
0,339	0,339	-1,9E-5	0	8,9E-5	5,7E-5
0,829	0,828	4,0E-6	0	0,249	4,0E-6
0,315	0,315	2,0E-6	0	0,000218	7,0E-6
0,281	0,281	-2,8E-5	0	0,00241	0,000101

Продовження Таблиці 3.14

1	2	3	4	5	6
0,368	0,367	1,4E-5	0	0,00141	3,7E-5
0,294	0,294	-2,9E-5	0	0,0013	9,7E-5
0,327	0,327	1,6E-5	0	7,0E-6	4,8E-5
0,295	0,295	-3,0E-5	0	0,0012	0,000101
0,281	0,281	5,1E-5	0	0,00242	0,000181
0,239	0,239	-3,0E-6	0	0,00825	1,2E-5
0,312	0,312	1,4E-5	0	0,000333	4,5E-5
0,303	0,303	4,3E-5	0	0,000737	0,000141
0,399	0,399	-2,0E-6	0	0,00475	4,0E-6
0,305	0,305	-3,9E-5	0	0,000628	0,000128
0,298	0,298	-2,5E-5	0	0,000995	8,3E-5
0,282	0,282	6,0E-5	0	0,00233	0,000212
0,3	0,3	-1,3E-5	0	0,000927	4,3E-5
0,287	0,287	5,9E-5	0	0,00186	0,000207
			0	0,284	0,00178

Джерело: розраховано дисертантом.

Середня помилка апроксимації:

$$A = \frac{\sum |\epsilon:Y|}{n} \cdot 100 \% = \frac{0,00178}{22} \cdot 100 \% = 0,00808 \%. \quad (3.65)$$

Оцінка дисперсії дорівнює:

$$s_e^2 = (Y - Y(X))^T (Y - Y(X)) = 0.$$

Незміщена оцінка дисперсії дорівнює:

$$s^2 = \frac{1}{n-m-1} \cdot s_e^2 = \frac{1}{22-3-1} \cdot 0 = 0. \quad (3.66)$$

Оцінка середньоквадратичного відхилення (стандартна помилка для оцінки Y):

$$S = \sqrt{s^2} = \sqrt{0} = 3,4E - 5. \quad (3.67)$$

Знайдемо оцінку коваріаційної матриці вектора $k = S^2 \cdot (X^T X)^{-1}$:

$$k(x) = 0 \begin{pmatrix} 1,7 & 1,745 & -0,79 & -3,445 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1,745 & 19,615 & -13,162 & -8,014 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -0,79 & -13,162 & 11,701 & 3,684 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -3,445 & -8,014 & 3,684 & 8,616 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} = 0 \quad (3.68)$$

Дисперсії параметрів моделі визначаються співвідношенням $S_i^2 = K_{ii}$, тобто це елементи, що лежать на головній діагоналі:

$$S_{b0} = \sqrt{0} = 4,4E - 5; \quad (3.69)$$

$$S_{b1} = \sqrt{0} = 0,00149; \quad (3.70)$$

$$S_{b2} = \sqrt{0} = 0,000115; \quad (3.71)$$

$$S_{b3} = \sqrt{0} = 9,9E - 5. \quad (3.72)$$

Показники щільності зв'язку факторів з результатом.

Якщо факторні ознаки різні за своєю сутністю й (або) мають різні одиниці виміру, то коефіцієнти регресії b_j за різних факторів є несумісними. Тому рівняння регресії доповнюють порівняльними показниками щільності зв'язку фактора з результатом, що дають змогу ранжувати чинники за силою впливу на результат.

До таких показників щільності зв'язку відносять: часткові коефіцієнти еластичності, β -коефіцієнти, часткові коефіцієнти кореляції.

Часткові коефіцієнти еластичності.

Із метою розширення можливостей змістовного аналізу моделі регресії використовують часткові коефіцієнти еластичності, які визначаються за формулою:

$$E_i = b_i \cdot \frac{\bar{x}_i}{\bar{y}}. \quad (3.73)$$

Частковий коефіцієнт еластичності показує, наскільки відсотків у середньому змінюється ознака-результат у зі збільшенням ознаки-фактора x_j на 1 % від свого середнього рівня при фіксованому положенні інших факторів моделі.

$$E_1 = 0,428 \cdot \frac{0,287}{0,33} = 0,372. \quad (3.74)$$

Частковий коефіцієнт еластичності $|E_1| < 1$. Відповідно, його вплив на результативну ознаку Y незначний.

$$E_2 = 0,333 \cdot \frac{0,208}{0,33} = 0,211. \quad (3.75)$$

Частковий коефіцієнт еластичності $|E_2| < 1$. Відповідно, його вплив на результативну ознаку Y незначний.

$$E_3 = 0,238 \cdot \frac{0,578}{0,33} = 0,417. \quad (3.76)$$

Частковий коефіцієнт еластичності $|E_3| < 1$. Відповідно, його вплив на результативну ознаку Y незначний.

Стандартизовані часткові коефіцієнти регресії.

Стандартизовані часткові коефіцієнти регресії – β -коефіцієнти (β_j) показують, на яку частину свого середнього квадратичного відхилення $S(y)$ зміниться ознака-результат y зі зміною відповідного фактора x_j на величину свого середнього квадратичного відхилення (S_{x_j}) за незмінного впливу інших факторів (що входять у рівняння).

За максимальним β_j можна робити висновок про те, який фактор сильніше впливає на результат Y . За коефіцієнтами еластичності й β -коефіцієнтам можуть бути зроблені протилежні висновки. Причини цього – а) варіація одного фактора дуже велика; б) різноспрямований вплив факторів на результат.

Коефіцієнт β_j може також інтерпретуватися як показник прямого (безпосереднього) впливу j -го фактора (x_j) на результат (y). У множинній регресії j -ий фактор надає не лише прямий, а й опосередкований вплив на результат (тобто вплив через інші фактори моделі).

Непрямий вплив визначається величиною: $\sum \beta_i r_{x_j, x_i}$, де m – число факторів у моделі. Повний вплив j -го фактора на результат дорівнює загальній кількості прямого й непрямого впливів, вимірює коефіцієнт лінійної парної кореляції цього чинника та результату – $r_{x_j, y}$.

Так, для нашого прикладу безпосередній вплив фактора x_1 на результат Y у рівнянні регресії вимірюється β_1 і становить 0,48; непрямий (опосередкований) вплив цього чинника на результат визначається як $r_{x_1 x_2} \beta_2 = 0,877 * 0,41 = 0,3596$.

Порівняльна оцінка впливу аналізованих чинників на результативну ознаку.

5. Порівняльна оцінка впливу аналізованих чинників на результативну ознаку проводиться:

– середнім коефіцієнтом еластичності, що показує, на скільки відсотків у середньому за сукупністю зміниться результат у від своєї середньої величини за зміни фактора x_i на 1 % від свого середнього значення;

– β -коефіцієнти, які показують, що якщо величина фактора зміниться на одне середньоквадратичне відхилення S_{xi} , то значення результативної ознаки зміниться в середньому на β свого середньоквадратичного відхилення;

– частку кожного фактора в загальній варіації результативної ознаки визначають коефіцієнти роздільної детермінації (окремого визначення):

$$d_i^2 = r_{yxi}^2 \beta_i^2;$$

$$d_1^2 = 0,98^2 * 0,48^2 = 0,47;$$

$$d_2^2 = 0,92^2 * 0,41^2 = 0,379;$$

$$d_3^2 = 0,7^2 * 0,215^2 = 0,151.$$

При цьому повинна виконуватися рівність:

$$\sum d_i^2 = R^2 = 1.$$

Множинний коефіцієнт кореляції (індекс множинної кореляції).

Щільність спільного впливу чинників на результат оцінює індекс множинної кореляції.

На відміну від парного коефіцієнта кореляції, який може набувати негативних значень, він приймає значення від 0 до 1. Тому R не може бути використаний для інтерпретації наряду зв'язку. Чим щільніше фактичні значення y_i розміщуються щодо лінії регресії, тим менша залишкова дисперсія й, отже, більша величина $R_{y(x_1, \dots, x_m)}$.

Отже, при значенні R близькому до 1, рівняння регресії краще описує фактичні дані та фактори сильніше впливають на результат. Якщо значення R наближається до 0, то рівняння регресії погано описує фактичні дані й фактори чинять слабкий вплив на результат.

$$R = \sqrt{1 - \frac{s_e^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}} = \sqrt{1 - \frac{0}{0,28}} = 1. \quad (3.77)$$

Коефіцієнт множинної кореляції:

$$R = \sqrt{1 - \frac{0}{0,116}} = 1. \quad (3.78)$$

Зв'язок між ознакою Y та факторами X_i є сильним.

Розрахунок коефіцієнта кореляції виконаємо, використовуючи відомі значення лінійних коефіцієнтів парної кореляції і β -коефіцієнтів.

$$R = \sqrt{\sum r_{yxi} \beta_{yxi}} = \sqrt{r_{yx1} \beta_{yx1} + r_{yx2} \beta_{yx2} + r_{yx3} \beta_{yx3}}; \quad (3.79)$$

$$R = \sqrt{0,979 \cdot 0,48 + 0,924 \cdot 0,41 + 0,703 \cdot 0,215} = \sqrt{1} = 1. \quad (3.80)$$

Коефіцієнт детермінації:

$$R^2 = 1.$$

Коефіцієнт детермінації.

$$R^2 = 1^2 = 1.$$

Більш об'єктивною оцінкою є скоригований коефіцієнт детермінації:

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n-1}{n-m-1}; \quad (3.81)$$

$$\bar{R}^2 = 1 - (1 - 1) \cdot \frac{22-1}{22-3-1} = 1. \quad (3.82)$$

Чим ближчий цей коефіцієнт до одиниці, тим більше рівняння регресії пояснює поведінку Y .

Додавання в модель нових пояснювальних змінних здійснюється до тих пір, поки зростає скоригований коефіцієнт детермінації.

5. Перевірка гіпотез щодо коефіцієнтів рівняння регресії (перевірка значущості параметрів множинного рівняння регресії).

Число $\nu = n - m - 1$ називається числом ступенів свободи. Вважається, що під час оцінювання множинної лінійної регресії для забезпечення статистичної надійності потрібно, щоб число спостережень, зокрема у 3 рази перевищувало число оцінюваних параметрів.

1) t-статистика;

$$T_{\text{табл}}(n-m-1; \alpha/2) = (18; 0,0025) = 2,445;$$

$$t_i = \frac{b_i}{S_{b_i}}; \quad (3.83.)$$

$$t_0 = \frac{-0,00131}{4,4E-5} = 2,979 > 2,445. \quad (3.84)$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_0 підтверджується.

$$t_1 = \frac{0,428}{0,000149} = 2870,778 > 2,445. \quad (3.85)$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_1 підтверджується.

$$t_2 = \frac{0,333}{0,000115} = 2893,227 > 2,445. \quad (3.86)$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_2 підтверджується.

$$t_3 = \frac{0,238}{9,9E-5} = 2410,227 > 2,445. \quad (3.87)$$

Статистична значимість коефіцієнта регресії b_3 підтверджується.

Довірчий інтервал для коефіцієнтів рівняння регресії.

Визначимо довірчі інтервали коефіцієнтів регресії, які з вірогідністю 99,5 % будуть наступними:

$$(b_i - t_i * S_{b_i}; b_i + t_i * S_{b_i});$$

$$b_0: (-0,000131 - 2,445 * 4,4E-5 ; -0,000131 + 2,445 * 4,4E-5) = (-0,000238; -2,3E-5);$$

$$b_1: (0,428 - 2,445 * 0,000149 ; 0,428 + 2,445 * 0,000149) = (0,428; 0,429);$$

$$b_2: (0,333 - 2,445 * 0,000115 ; 0,333 + 2,445 * 0,000115) = (0,333; 0,334);$$

$$b_3: (0,238 - 2,445 * 9,9E-5 ; 0,238 + 2,445 * 9,9E-5) = (0,238; 0,239).$$

6. Перевірка загальної якості рівняння множинної регресії.

Оцінка значущості рівняння множинної регресії здійснюється шляхом перевірки гіпотези про рівність нулю коефіцієнта детермінації,

розрахованого за даними генеральної сукупності: R^2 или $b_1 = b_2 = \dots = b_m = 0$ (гіпотеза про незначущість рівняння регресії, розрахована за даними генеральної сукупності).

Для її перевірки використовують F -критерій Фішера.

При цьому обчислюють фактичне (що спостерігається) значення F -критерію, через коефіцієнт детермінації R^2 , розрахований за даними безпосереднього спостереження.

За таблицями розподілу Фішера-Снедекора знаходять критичне значення F -критерію ($F_{кр}$). Для цього задаються рівнем значущості α (зазвичай його беруть рівним 0,05) і двома числами ступенів свободи $k_1=m$ и $k_2=n-m-1$.

F -статистика. Критерій Фішера.

$$R^2 = 1 - \frac{s_e^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{0}{0,28} = 1. \quad (3.88)$$

Перевіримо гіпотезу про загальну значущість – гіпотезу про одночасну рівність нулю всіх коефіцієнтів регресії при пояснювальних змінних:

$$H_0: R^2 = 0; \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_m = 0.$$

$$H_1: R^2 \neq 0.$$

Перевірка цієї гіпотези здійснюється за допомогою F -статистики розподілу Фішера (правобічна перевірка). Якщо $F < F_{кр} = F_{\alpha; n-m-1}$, то немає підстав для відхилення гіпотези H_0 .

$$F = \frac{R^2}{1-R^2} \cdot \frac{n-m-1}{m} = \frac{1}{1-1} \cdot \frac{22-3-1}{3} = 83379476 \quad (3.89)$$

Табличне значення при ступенях свободи $k_1 = 3$ и $k_2 = n-m-1 = 22 - 3 - 1 = 18$, $F_{кр}(3;18) = 0$.

Оскільки фактичне значення $F > F_{кр}$, то коефіцієнт детермінації статистично значимий і рівняння регресії статистично надійне (тобто коефіцієнти b_i спільно значимі).

Оцінка значущості додаткового включення фактора (частковий F -критерій).

Необхідність такої оцінки пов'язана з тим, що не кожен фактор, який увійшов у модель, може істотно збільшити частку пояснювальної варіації результативної ознаки. Це може бути пов'язано з послідовністю впроваджуваних факторів (тобто існує кореляція між самими факторами).

Мірою оцінки значущості поліпшення якості моделі після включення в неї фактора x_j слугує частковий F -критерій – F_{xj} :

$$F_{xj} = \frac{R^2 - R^2(x_1, x_n)}{1 - R^2} (n - m - 1), \quad (3.90)$$

де m – число оцінюваних параметрів.

У чисельнику – приріст частки варіації y за рахунок додатково включеного в модель фактора x_j .

Якщо спостережуване значення F_{xj} більше від F_{kp} , то додаткове введення фактора x_j у модель статистично виправдано.

Приватний F -критерій оцінює значимість коефіцієнтів «чистої» регресії (b_j). Існує взаємозв'язок між приватним F -критерієм – F_{xj} та t -критерієм, використовуваним для оцінки значущості коефіцієнта регресії при j -му факторі:

$$t(b_j = 0) = \sqrt{F_{xj}}; \quad (3.91)$$

$$F_{x1} = \frac{1-0,53}{1-1} \cdot (22 - 3 - 1) = 117642451,404; \quad (3.92)$$

$$R^2(x_3, x_n) = \sum \beta_j r_j = 0,4098 * 0,9243 + 0,2147 * 0,7026 = 0,53;$$

$$F_{kp}(k1=2; k2=18) = 0.$$

Порівняємо спостережуване значення приватного F -критерію з критичним $F_{x1} > 0$. Отже, фактор x_1 доцільно включати в модель після введення факторів x_j .

$$F_{x2} = \frac{1-0,621}{1-1} \cdot (22 - 3 - 1) = 94760386,841; \quad (3.93)$$

$$R^2(x_3, x_n) = \sum \beta_j r_j = 0,4805 * 0,9788 + 0,2147 * 0,7026 = 0,621.$$

Порівняємо спостережуване значення приватного F -критерію з критичним $F_{x_2} > 0$. Отже, фактор x_2 доцільно включати в модель після введення факторів x_j .

$$F_{x_3} = \frac{1-0,849}{1-1} \cdot (22 - 3 - 1) = 37735589,767; \quad (3.94)$$

$$R^2(x_3, x_n) = \sum \beta_j \Gamma_j = 0,4805 * 0,9788 + 0,4098 * 0,9243 = 0,849.$$

Порівняємо спостережуване значення часткового F -критерію з критичним $F_{x_3} > 0$. Отже, фактор x_3 доцільно включати в модель після введення факторів x_j .

У результаті розрахунків отримано рівняння множинної регресії. $Y = -0,000131 + 0,4284X_1 + 0,3334X_2 + 0,2384X_3$. Можлива економічна інтерпретація параметрів моделі: збільшення X_1 на 1 од. вим. Призводить до збільшення Y у середньому на 0,428 од. вим.; збільшення X_2 на 1 од. вим. Призводить до збільшення Y у середньому на 0,333 од. вим.; збільшення X_3 на 1 од. вим. Призводить до збільшення Y у середньому на 0,238 од. вим. За максимальним коефіцієнтом $\beta_1=0,48$ робимо висновок, що найбільший вплив на результат Y надає фактор X_1 . Статистична значимість рівняння перевірена за допомогою коефіцієнта детермінації й критерію Фішера. Установлено, що в досліджуваній ситуації 100 % загальної варіабельності Y пояснюється зміною факторів X_j . Установлено також, що параметри моделі статистично значущі.

Перевірка наявності гетероскедастичності.

Покажемо на прикладі для x_1 .

1) Методом графічного аналізу залишків.

У цьому випадку по осі абсцис відкладаються значення пояснювальної змінної X , а по осі ординат – або відхилення e_i , або їх квадрати e_i^2 .

Якщо є певний зв'язок між відхиленнями, то гетероскедастичність має місце. Відсутність залежності швидше за все буде свідчити про відсутність гетероскедастичності.

2) За допомогою тесту рангової кореляції Спірмена.

Коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

Привласнимо ранги ознаці $|e_i|$ і фактору X (табл. 3.15).

Таблиця 3.15

Матриця рангів

X	$ e_i $	ранг X, d_x	ранг $ e_i $, d_y
0,272	4,0E-6	15	5
0,304	1,7E-5	18	11
0,249	5,2E-5	9	20
0,228	1,0E-5	5	6
0,282	1,9E-5	17	12
0,822	4,0E-6	22	4
0,222	2,0E-6	3	2
0,235	2,8E-5	7	14
0,379	1,4E-5	21	8
0,256	2,9E-5	12	15
0,35	1,6E-5	19	10
0,252	3,0E-5	10	16
0,24	5,1E-5	8	19
0,152	3,0E-6	1	3
0,261	1,4E-5	14	9
0,256	4,3E-5	13	18
0,367	2,0E-6	20	1
0,233	3,9E-5	6	17
0,274	2,5E-5	16	13
0,203	6,0E-5	2	22
0,254	1,3E-5	11	7
0,222	5,9E-5	4	21

Джерело: розраховано дисертантом.

Матриця рангів (табл. 3.16):

Таблиця 3.16

Матриця рангів

ранг X, d_x	ранг $ e_i , d_y$	$(d_x - d_y)^2$
15	5	100
18	11	49
9	20	121
5	6	1
17	12	25
22	4	324
3	2	1
7	14	49
21	8	169
12	15	9
19	10	81
10	16	36
8	19	121
1	3	4
14	9	25
13	18	25
20	1	361
6	17	121
16	13	9
2	22	400
11	7	16
4	21	289
253	253	2336

Джерело: розраховано дисертантом.

Перевірка правильності складання матриці на основі обчислення контрольної суми:

$$\sum x_{ij} = \frac{(1+n)n}{2} = \frac{(1+22)22}{2} = 253. \quad (3.95)$$

Сума за стовпчиками матриці рівна між собою й контрольною сумою, а отже, матриця складена правильно.

За формулою обчислимо коефіцієнт рангової кореляції Спірмена.

$$p = 1 - 6 \cdot \frac{\sum d^2}{n^3 - n}; \quad (3.96)$$

$$p = 1 - 6 \cdot \frac{2336}{22^3 - 22} = -0,32. \quad (3.97)$$

Зв'язок між ознакою $|e_i|$ і фактором X слабкий і зворотний.

Оцінка коефіцієнта рангової кореляції Спірмена.

Значимість коефіцієнта рангової кореляції Спірмена. Щоб при рівні значущості α перевірити нульову гіпотезу про рівність нулю генерального коефіцієнта рангової кореляції Спірмена при конкуруючій гіпотезі $H_1: \rho \neq 0$, треба обчислити критичну точку:

$$T_{kp} = t(\alpha, k) \cdot \sqrt{\frac{1-p^2}{n-2}}, \quad (3.98)$$

де n – обсяг вибірки; p – вибірковий коефіцієнт рангової кореляції Спірмена; $t(\alpha, k)$ – критична точка двосторонньої критичної області, яку знаходять за таблицею критичних точок розподілу Стюдента, за рівнем значущості α і числом ступенів свободи $k = n-2$.

Якщо $|p| < T_{kp}$ – немає підстав відкинути нульову гіпотезу. Ранговий кореляційний зв'язок між якісними ознаками незначущий. Якщо $|p| > T_{kp}$ – нульову гіпотезу відкидають. Між якісними ознаками існує значущий ранговий кореляційний зв'язок.

За таблицею Стюдента знаходимо $t(\alpha/2, k) = (0.005/2; 20) = 2,423$.

$$T_{kp} = 2,423 \cdot \sqrt{\frac{1-0,32^2}{22-2}} = 0,51. \quad (3.99)$$

Оскільки $T_{kp} > p$, то приймаємо гіпотезу про рівність 0 коефіцієнта рангової кореляції Спірмена. Іншими словами, коефіцієнт рангової кореляції статистично незначущий і ранговий кореляційний зв'язок між оцінками за двома тестами незначущий. Перевіримо гіпотезу H_0 : гетероскедастичності відсутня.

Оскільки $2,423 > 0,51$, то гіпотеза про відсутність гетероскедастичності приймається.

3. Тест Голдфелда-Квандта.

У цьому випадку мається на увазі, що стандартне відхилення $\sigma_i = \sigma(\varepsilon_i)$ пропорційне значенням x_i змінної X в цьому спостереженні, тобто $\sigma_i^2 = \sigma^2 x_i^2$, $i = 1, 2, \dots, n$.

Тест Голдфелда-Квандта полягає в такому:

1. Усі n спостережень упорядковуються за величиною X .
2. Уся впорядкована вибірка після цього розбивається на три підвибірки розмірностей $k, (n-2k), k$.
3. Оцінюються окремі регресії для першої підвибірки (k перших спостережень) і для третьої підвибірки (k останніх спостережень).
4. Для порівняння відповідних дисперсій будується відповідна F -статистика:

$$F = S_3/S_1.$$

Побудована F -статистика має розподіл Фішера з числом ступенів свободи $\nu_1 = \nu_2 = (n - c - 2m)/2$.

5. Якщо $F > F_{kp}$, то гіпотеза про відсутність гетероскедастичності відхиляється. Той самий тест може використовуватися при припущенні про зворотну пропорційність між σ_i і значеннями пояснювальної змінної. При цьому статистика Фішера має вигляд:

$$F = S_1/S_3.$$

1. Упорядкуємо всі значення за величиною X .
2. Знаходимо розмір підвибірки $k = (22 - 5)/2 = 9$, де $c = 4n/15 = 4 \cdot 22/15 = 5$.

3. Оцінимо регресію для першої підвибірки.

Знаходимо параметри рівняння методом найменших квадратів.

Система рівнянь МНК:

$$a_0 n + a_1 \sum x = \sum y; \quad (3.100)$$

$$a_0 \sum x + a_1 \sum x^2 = \sum y \cdot x. \quad (3.101)$$

Для наших даних система рівнянь має вигляд:

$$9a_0 + 1,98a_1 = 2,56;$$

$$1,98a_0 + 0,44a_1 = 0,57.$$

Із першого рівняння визначаємо a_0 та підставимо в друге рівняння.

Отримуємо $a_0 = 0.61$, $a_1 = 0.15$.

Таблиця 3.17

Розрахунки рівнянь

x	y	x ²	y ²	x*y	y(x)	(y-y(x)) ²
0,152	0,239	0,0232	0,0572	0,0364	0,243	1,7E-5
0,203	0,282	0,0412	0,0794	0,0572	0,274	5,5E-5
0,222	0,315	0,0494	0,0994	0,0701	0,286	0,000846
0,222	0,287	0,0495	0,0823	0,0638	0,286	0
0,228	0,261	0,052	0,068	0,0595	0,29	0,00083
0,233	0,305	0,0541	0,093	0,071	0,292	0,000154
0,235	0,281	0,0551	0,0789	0,0659	0,294	0,000164
0,24	0,281	0,0575	0,0788	0,0673	0,297	0,000257
0,249	0,315	0,062	0,099	0,0783	0,302	0,000151
1,984	2,565	0,444	0,736	0,569	2,565	0,00247

Джерело: розраховано дисертантом.

Тут $S_1 = 0,00247$.

Оцінимо регресію для третьої підвибірки.

Знаходимо параметри рівняння методом найменших квадратів.

Система рівнянь МНК:

$$a_0n + a_1\sum x = \sum y;$$

$$a_0\sum x + a_1\sum x^2 = \sum y \cdot x.$$

Для наших даних система рівнянь має вигляд:

$$9a_0 + 3,31a_1 = 3,5;$$

$$3,31a_0 + 1,47a_1 = 1,52.$$

Із першого рівняння визначаємо a_0 й підставимо в друге рівняння.

Отримуємо $a_0 = 0,94$, $a_1 = 0,0423$.

Таблиця 3.18

Розрахунки рівнянь

x	y	x ²	y ²	x*y	y(x)	(y-y(x)) ²
0,261	0,312	0,068	0,0972	0,0813	0,288	0,000551
0,272	0,308	0,074	0,095	0,0839	0,299	8,7E-5
0,274	0,298	0,0752	0,089	0,0818	0,301	6,0E-6
0,282	0,339	0,0794	0,115	0,0956	0,308	0,000991
0,304	0,323	0,0927	0,104	0,0982	0,329	4,5E-5
0,35	0,327	0,122	0,107	0,114	0,372	0,00199
0,367	0,399	0,135	0,159	0,146	0,388	0,000115
0,379	0,368	0,144	0,135	0,139	0,4	0,00104
0,822	0,829	0,676	0,686	0,681	0,817	0,000122
3,311	3,503	1,466	1,588	1,522	3,503	0,00495

Джерело: розраховано дисертантом.

Тут $S_3 = 0,00495$.

Число ступенів свободи $v_1 = v_2 = (n - c - 2m)/2 = (22 - 5 - 2*1)/2 = 7,5$.

$F_{кр}(7,5,7,5) = 0$.

Будуємо F -статистику:

$F = 0,00495/0,00247 = 2$.

Оскільки $F > F_{кр} = 0$, то гіпотеза про відсутність гетероскедастичності відхиляється.

Перевірка на наявність автокореляції залишків.

Важливою передумовою побудови якісної регресійної моделі за МНК є незалежність значень випадкових відхилень від значень відхилень у всіх інших спостереженнях. Це гарантує відсутність корельованості між будь-якими відхиленнями й, зокрема, між сусідніми.

Автокореляція (послідовна кореляція) визначається як кореляція між спостережуваними показниками, упорядкованими в часі (часові ряди) або в просторі (перехресні ряди).

Автокореляція залишків (відхилень) зазвичай трапляється в регресійному аналізі в разі використання даних часових рядів і дуже рідко – за застосування перехресних даних.

В економічних задачах значно частіше трапляється *позитивна автокореляція*, порівняно з *негативною*. Здебільшого позитивна автокореляція викликана спрямованим постійним впливом деяких неврахованих у моделі факторів.

Негативна автокореляція фактично означає, що за позитивним відхиленням іде негативне й навпаки. Така ситуація може спостерігатися, якщо ту саму залежність між попитом на прохолодні напої та доходами розглядати за сезонним даними (зима–літо).

Серед *основних причин, котрі викликають автокореляцію*, можна виокремити такі:

1) помилки специфікації. Неврахування в моделі якої-небудь важливої пояснювальної змінної або неправильний вибір форми залежності зазвичай призводять до системних відхилень точок спостереження від лінії регресії, що може зумовити автокореляцію;

2) інерція. Багато економічних показників (інфляція, безробіття, ВВП і та ін.) мають певну циклічність, пов'язану з хвилеподібністю ділової активності. Тому зміна показників відбувається не миттєво, а має певну інертність;

3) ефект павутини. У багатьох виробничих й інших сферах економічні показники реагують на зміну економічних умов із запізненням (тимчасовим багом);

4) згладжування даних. Найчастіше дані щодо деякого тривалого тимчасового періоду отримують усередненням даних за складовими частинами його інтервалів. Це може привести до певного згладжування коливань, які були всередині розглянутого періоду, що, зі свого боку, може служити причиною автокореляції.

Наслідки автокореляції схожі з наслідками *гетероскедастичності*:

висновки за t - і F -статистиками, що визначають значимість коефіцієнта регресії та коефіцієнта детермінації, можливо, будуть неправильними.

Виявлення автокореляції

2. Коефіцієнт автокореляції

Якщо коефіцієнт автокореляції $r_{ei} < 0,5$, то є підстави стверджувати, що автокореляція відсутня. Для визначення ступеня автокореляції обчислимо коефіцієнт автокореляції й перевіримо його значимість за допомогою критерію стандартної помилки. Стандартна помилка коефіцієнта кореляції розраховується за формулою:

$$S_{eY} = \frac{1}{\sqrt{n}}, \quad (3.102)$$

Коефіцієнти автокореляції випадкових даних повинні мати вибірковий розподіл, що наближається до нормального з нульовим математичним очікуванням і середнім квадратичним відхиленням, рівним

$$S_{eY} = \frac{1}{\sqrt{22}} = 0,213 \quad (3.103)$$

Якщо коефіцієнт автокореляції першого порядку r_1 перебуває в інтервалі:

$-2,445 \cdot 0,213 < r_1 < 2,445 \cdot 0,213$, то можна вважати, що дані не показують наявності автокореляції першого порядку.

Використовуючи розрахункову таблицю, отримуємо:

$$r_1 \approx \frac{\sum \varepsilon_i \cdot \varepsilon_{i-1}}{\sum \varepsilon_i^2} = \frac{0}{0} = -0,168. \quad (3.104)$$

Оскільки, $-0,521 < r_1 = -0,168 < 0,521$, то властивість незалежності залишків виконується. Автокореляція відсутня.

3. Критерій Дарбіна-Уотсона

Цей критерій є найбільш відомим для виявлення автокореляції.

Під час статистичного аналізу рівняння регресії на початковому етапі часто перевіряють здійсненість однієї передумови – статистичної

незалежності відхилень між собою. При цьому перевіряється некорельованість сусідніх величин e_i .

Таблиця 3.19

Некорельованість величин

y	y(x)	$e_i = y - y(x)$	e^2	$(e_i - e_{i-1})^2$
0,308	0,308	4,0E-6	0	
0,323	0,323	-1,7E-5	0	0
0,315	0,315	-5,2E-5	0	0
0,261	0,261	-1,0E-5	0	0
0,339	0,339	-1,9E-5	0	0
0,829	0,828	4,0E-6	0	0
0,315	0,315	2,0E-6	0	0
0,281	0,281	-2,8E-5	0	0
0,368	0,367	1,4E-5	0	0
0,294	0,294	-2,9E-5	0	0
0,327	0,327	1,6E-5	0	0
0,295	0,295	-3,0E-5	0	0
0,281	0,281	5,1E-5	0	0
0,239	0,239	-3,0E-6	0	0
0,312	0,312	1,4E-5	0	0
0,303	0,303	4,3E-5	0	0
0,399	0,399	-2,0E-6	0	0
0,305	0,305	-3,9E-5	0	0
0,298	0,298	-2,5E-5	0	0
0,282	0,282	6,0E-5	0	0
0,3	0,3	-1,3E-5	0	0
0,287	0,287	5,9E-5	0	0
			0	0

Джерело: розраховано дисертантом.

Для аналізу корельованості відхилень використовують статистику Дарбіна-Уотсона:

$$DW = \frac{\sum(e_i - e_{i-1})^2}{\sum e_i^2}; \quad (3.105)$$

$$DW = \frac{0}{0} = 2,16. \quad (3.106)$$

Критичні значення d_1 та d_2 визначаються на основі спеціальних таблиць для необхідного рівня значущості α , числа спостережень $n = 22$ і кількості пояснюють змінних $m=3$.

Автокореляція відсутня, якщо виконується така умова: $d_1 < DW$ і $d_2 < DW < 4 - d_2$.

Не звертаючись до таблиць, можемо користуватися приблизними правилом і вважати, що автокореляція залишків відсутня, якщо $1,5 < DW < 2,5$. Оскільки $1,5 < 2,16 < 2,5$, то автокореляція залишків відсутня.

Для більш надійного висновку доцільно звертатися до табличних значень.

За таблицею Дарбіна-Уотсона для $n=22$ і $k=3$ (рівень значущості 5 %) знаходимо: $d_1 = 1,05$; $d_2 = 1,66$.

Оскільки $1,05 < 2,16$ и $1,66 < 2,16 < 4 - 1,66$, то автокореляція залишків *відсутня*.

Отже, за результатами проведеного моделювання визначено, що найбільший вплив на процес формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста має розумний розвиток соціальної сфери, відповідно, дещо менший вплив розумного розвитку економічної сфери та найменший вплив розумного розвитку екологічної сфери.

3.2. Організаційно-економічний механізм формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста

Результати отриманого моделювання процесів формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста створюють підґрунтя для розробки організаційно-економічного механізму управління процесами

формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст. Цей механізм повинен містити такі елементи:

- суб'єкти управління;
- об'єкт управління;
- систему принципів управління;
- комплекс методів управління;
- набір інструментів управління;
- результат управління.

Задля ефективного функціонування такого організаційно-економічного механізму, з метою досягнення ключового результату процесу управління – формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста – важливою є узгоджена діяльність суб'єктів управління, що регламентується чітко визначеними принципами управління, які формують систему методів управління, а також визначають ключові інструменти реалізації управління. Отже, задля максимальної ефективності даного процесу ми вважаємо необхідним використання системи стратегічного управління.

Так, погоджуємося з Н. Павліхою та М. Войчуком, що, виходячи з потреби розв'язання специфічних міських проблем задля забезпечення й реалізації цільових орієнтирів сталого розвитку, необхідним є застосування системи стратегічного управління [33, с. 133]. Відповідно, інструмент стратегування охоплює всі сфери міського життя, ґрунтуючись на пріоритетах, що формуються на основі завдань мікрорівня з урахуванням позицій мезо- й макрорівнів. Дотримання ієрархії пріоритетів під час розробки стратегії розвитку окремого міста визначається потребою гармонізації процесів управління за принципом знизу-вгору й згори-вниз.

Звернемо увагу на думку О. Карлової, яка визначає головну мету стратегічного управління як покращення якості життя населення в місті, указуючи на високу якість міського середовища як один із пріоритетних

інструментів досягнення цієї мети, що, серед іншого, включає інфраструктуру як стратегічний пріоритет [21, с. 95–96].

Отже, концептуальний підхід до розробки організаційно-економічного механізму управління процесами формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст передбачає визначення суб'єктів управління, системи принципів, методів та інструментів, використання яких у процесі впливу на об'єкт управління сприятиме досягненню стратегічного результату, а саме сталого розвитку розумних міст. Організаційно-економічний механізм управління процесами формування й забезпечення сталого розвитку розумних міст представлено на рис. 3.1.

Суб'єктами управління процесами формування й забезпечення сталого розвитку розумного міста є органи місцевого самоврядування, локальні органи виконавчої влади, жителі громади, представники бізнес-структур та організації громадянського суспільства, котрі, володіючи різними повноваженнями, засобами й інструментами, управлінським потенціалом, спроможні здійснювати процес управління. Звернемо увагу на важливість використання інклюзивного підходу в процесі управління, який у цьому контексті означає створення такої системи управління процесами формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста, у межах якої всі суб'єкти управління мають рівні можливості та доступ до інструментів управління.

С. Сментина зазначає, що використання засад системи стратегічного планування територіального розвитку на практиці потребує розроблення відповідної методології. Експерти розглядають методологію стратегічного планування економічного та соціального розвитку територій як сукупність вимог, котрі висуваються до суб'єктів у процесі передбачення майбутнього об'єкта стратегічного планування, що включає систему принципів стратегічного планування й формує логічну послідовність цього процесу [42].

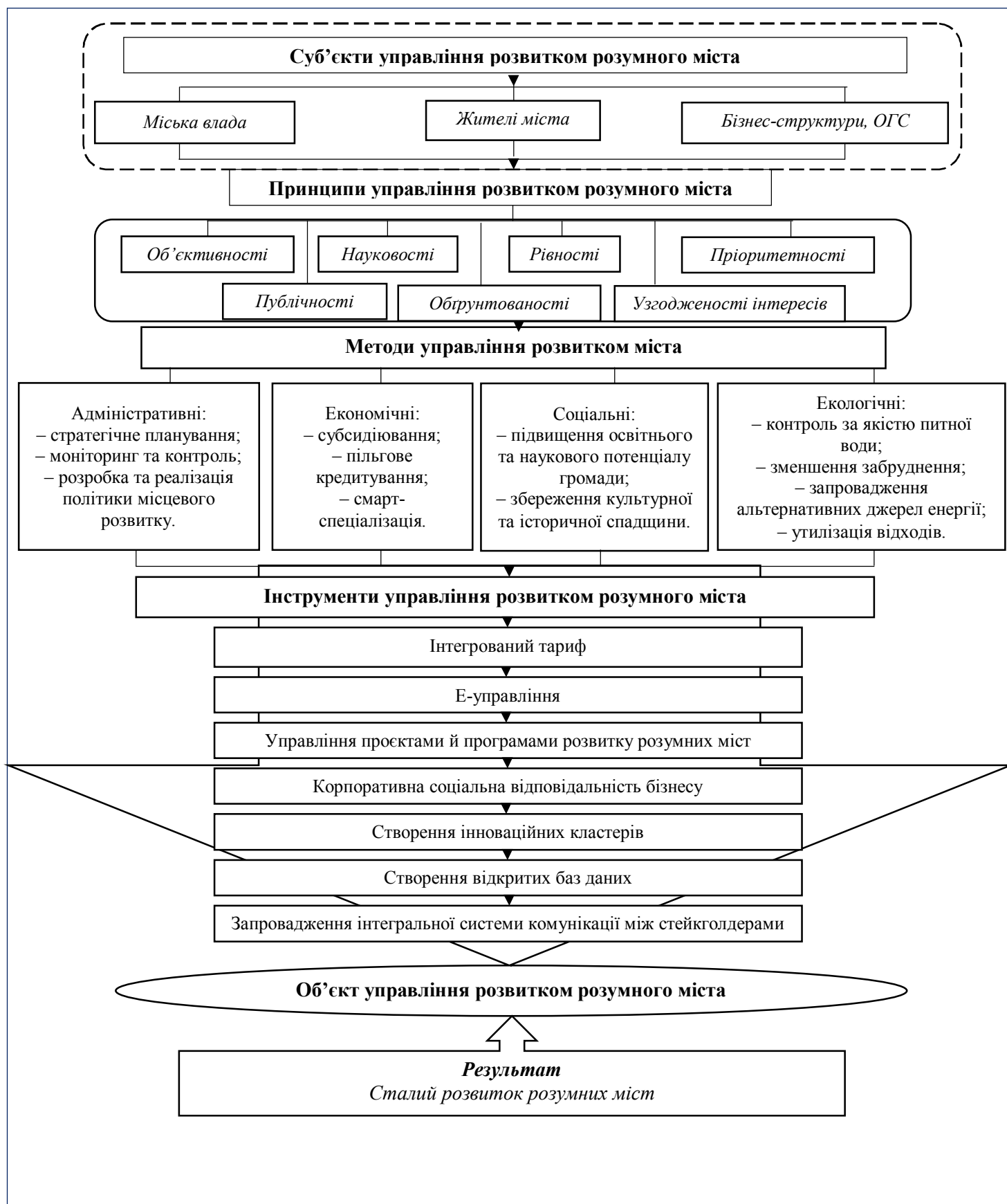


Рис. 3.1. Механізм управління розвитком розумного міста

Джерело: розроблено дисертантом.

Попри відсутність єдиного підходу до визначення методології стратегічного управління розвитком території, зокрема міста, потрібно виокремити загальні принципи проведення такої діяльності:

– принцип аналітичності, що означає врахування комплексу характеристик поточного стану отриманих результатів від функціонування та прогноз тенденцій соціально-економічного розвитку територіальної системи;

– принцип адекватності, що означає формування пріоритетних напрямів розвитку з урахуванням проблем і викликів мікро-, мезо-, макро- та мегарівнів;

– принцип пріоритетності, який передбачає побудову чіткої системи пріоритетів, сформованої невеликою кількістю напрямів і проблем, на які спрямовуються ключові ресурси задля досягнення кінцевої мети;

– принцип системності, що означає поєднання економічних, соціальних, екологічних та інфраструктурних завдань;

– принцип контрольованості, що передбачає наявність чітко визначеної системи моніторингу й оцінки діяльності в межах реалізації стратегії.

Так, крім загальних принципів, вважаємо за необхідне виокремити також спеціальні принципи та принципи партнерства. Серед спеціальних звернемо увагу на такі:

– принцип науковості, що передбачає проведення наукового дослідження й розробку методики реалізації стратегії;

– принцип гнучкості, що означає можливість зміни елементів стратегії як реакцію на внутрішні та зовнішні чинники;

– принцип результативності, тобто спрямованості визначених заходів на досягнення ключової мети стратегічного управління;

– принцип цілісності або ж узгодженості дій та змісту програмних документів усіх рівнів;

– принцип об'єктивності, згідно з яким розробка стратегії управління відбувається на основі офіційних статистичних спостережень.

Принципи партнерства ґрунтуються на таких складниках:

– прозорість дій або ж публічність, що реалізується через висвітлення процесу розробки та результатів реалізації за допомогою широкого спектра засобів комунікації;

– легітимність процесу стратегічного управління або ж узгодженості дій між ключовими стейкхолдерами;

– інклюзивність, що означає залучення жителів і представників громадянського суспільства до формування та плану реалізації стратегічного управління [42].

Звернемо увагу на думку Т. Кайдана, який підкреслює поширення концепції розумного розвитку на процеси еволюції міст через формування парадигми «розумного урбанізму», що визначається на основі десяти принципів:

– принципу балансу з природою, який передбачає, що міста як осередки скупчення людей, виробництв, транспорту, відходів та інших результатів людської життєдіяльності повинні знаходити баланс із природою, а не діяти всупереч їй;

– принципу балансу з традиціями, що полягає в гармонії з культурно-історичною спадщиною;

– принципу використання доцільних технологій стосовно проблем, котрі виникають із використанням різноманітних ресурсів, у т. ч. й людських;

– принципу соціальної взаємодії на територіях, створених для проведення дозвілля та суспільної активності, що передбачає те, що вони повинні мати спеціальні місця в просторовій системі міста;

– принципу ефективності, котрий означає досягнення балансу між споживанням енергії, часу та інших ресурсів і підвищенням комфортності життя, безпеки, універсального доступу, продуктивності;

– принципу людського масштабу, що означає комфортне проживання особи в місті;

– принципу матриці можливостей, котрий передбачає, що місто має бути механізмом для особистісного, соціального та економічного розвитку;

– принципу регіональної інтеграції, який означає, що місто є лише частиною більшої природної, соціально-економічної та культурної системи (регіону), із котрою воно пов'язане ресурсообміном і комунікаціями. Саме тому місто повинне проводити адекватну політику з розвитку приміських зон;

– принципу збалансованого руху у місті, що є необхідним для пошуку балансу й створення відповідної пріоритетності між пішоходами, велосипедистами, громадським транспортом та автомобільним рухом;

– принципу інституціональної інтегрованості, котрий передбачає наявність прозорого, підзвітного й ефективного міського управління за участі громади міста [20].

Інтеграція парадигми сталого просторового розвитку в процесі управління розвитком міст формує додаткові спеціальні принципи управління, серед яких потрібно виокремити:

– компетентність – відповідність кола питань, на вирішення яких спрямовані стратегія, компетенції органів управління територіальним розвитком;

– спадкоємність – залучення до процесу розроблення представників усіх зацікавлених сторін задля забезпечення спадковості в процесі реалізації;

– альтернативність – опрацювання альтернативних варіантів стратегії;

– ситуаційність – виявлення, оцінка, урахування впливу внутрішніх чинників та зовнішнього середовища, можливих варіантів розвитку залежно від їх комбінації [1].

На співвідношення процесів сталого й розумного розвитку звертає увагу багато науковців. Так, О. Тур зазначає, що «на шляху трансформації українських міст у розумні має бути підпорядкованість цього процесу завданням сталого розвитку та стратегічним цілям стратегій розвитку міст». Водночас науковець звертає увагу на важливість інституційного забезпечення цього процесу, зокрема створення окремих структурних підрозділів у загальній системі управління розвитку міста, що фактично передбачає виконання аналітичних функцій і забезпечення інформаційного супроводу забезпечення розумного управління розвитку розумних міст [44].

А. Позднякова на основі проведеного аналізу міжнародного досвіду формування концепції сталого розвитку розумних міст пропонує систему принципів та спільних компонентів, що повинні бути основою для стратегічного управління розвитком розумних міст:

- кооперації й координації зусиль муніципалітету з приватним сектором, дослідницькими інститутами, громадянським суспільством;
- зосередженості на інтересах мешканців (інклюзивність, залучення, захист);
- забезпечення відкритості даних та їх доступності;
- ефективності управління ресурсами;
- дотримання загальних стандартів під час розроблення й імплементації розумних рішень;
- забезпечення можливостей обміну досвідом і знаннями на національному та міжнародному рівнях;
- важливості розвитку цифрового лідерства та навичок [37].

Підсумовуючи наукові підходи до визначення принципів управління сталим розвитком розумних міст, звернемо увагу на той факт, що всі загальні принципи мають нормативно-правове підґрунтя, а саме фактично визначені та описані в ст. 2 Закону України «Про державне прогнозування та розроблення програм соціального і економічного розвитку України» [17].

Н. Кунанець, Р. Небесний, О. Мацюк звертають увагу на те, що концепція розумного міста, ключовими орієнтирами якої є стабільність функціонування, комфорт проживання, інвестиційна привабливість та безпека мешканців і гостей, використовується містами, незалежно від їх розміру [29].

Важливим аспектом розвитку розумних міст є поширення концепції діджиталізації, що доволі часто використовується як підґрунтя для формування концепції електронного міста, яке потрібно розглядати лише як складову частину розумного міста. Проте забезпечення цього процесу є ускладненим. Зокрема, С. Чукут та В. Дмитренко виокремлюють такі проблеми, які треба розв'язати для його забезпечення:

- нормативно-правове забезпечення розвитку електронного урядування на місцевому рівні;
- розбудова необхідної інфраструктури електронного урядування на рівні міста;
- система управління безпекою в місті;
- ефективне функціонування центрів надання адміністративних послуг, у тому числі електронних;
- створення реєстру територіальної громади;
- налагодження засобів спільної роботи та системи електронного документообігу;
- належне функціонування офіційного вебсайту (порталу) міста і його наповнення;

- підтримка громадських ініціатив;
- участь громадян у виробленні та прийнятті управлінських рішень на місцевому рівні (електронні петиції, електронні консультації, електронні обговорення й інші інструменти електронної демократії);
- запровадження муніципальної картки;
- забезпечення доступу до відкритих даних;
- відкритий бюджет міста;
- використання соціальних мереж та інших каналів комунікації з громадянами та бізнесом [49].

У контексті використання ІКТ звернемо увагу на думку Н. Кунаненця, який серед інших виділяє системи й технології розумного міста, що повинні забезпечувати:

- можливість отримання об'єктивних актуальних даних про міську інфраструктуру, на основі яких приймаються управлінські рішення;
- виникнення нових сервісів користування первинними послугами житлово-комунального господарства, екологічних, громадського транспорту, охорони здоров'я, освіти тощо;
- можливість агрегації великих даних для подальшого аналізу їх застосування з метою підвищення якості надання послуг і сервісів [169].

Метою управління процесами формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста є формування такої системи організації суспільних відносин у межах конкретної території, що забезпечує високий рівень життя населення через створення організаційних й економічних умов та інтеграцію ІКТ у різні сфери соціального, економічного та екологічного розвитку.

Відповідно до мети й ґрунтуючись на принципах управління процесами формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста пропонуємо *систему методів управління даним процесом*, що включає

чотири групи складників, а саме: адміністративні, економічні, соціальні та екологічні методи.

Так, серед *адміністративних методів* виокремлюємо стратегічне планування, моніторинг і контроль, розробку та реалізацію політики місцевого розвитку.

До *економічних методів* відносимо субсидювання, пільгове кредитування й смарт спеціалізацію.

Серед *соціальних методів* визначаємо підвищення освітнього та наукового потенціалів громади й збереження культурної та історичної спадщини.

Як *екологічні методи* розглядаємо контроль за якістю питної води, зменшення забруднення, запровадження альтернативних джерел енергії та утилізацію відходів.

На основі запропонованих методів управління, результатів діагностики, у тому числі економіко-математичного моделювання, а також вивчення зарубіжного досвіду пропонуємо такий *набір інструментів* управління процесами формування й забезпечення сталим розвитком розумного міста, що, на відміну від інших, ураховує різні складові міста як комплексної системи, а саме інтегрований тариф, е-управління, управління проєктами та програмами розвитку розумних міст, корпоративна соціальна відповідальність бізнесу, створення інноваційних кластерів, відкритих баз даних, запровадження інтегральної системи комунікації між стейкхолдерами.

Так, *е-управління* як складова частина системи управління формуванням та забезпеченням сталого розвитку розумного міста передбачає створення такої системи управління процесами розвитку міста, що ґрунтується на ІКТ й передбачає здійснення управління загальною інфраструктурою розумного міста. Зокрема, ефективність управління

загальною інфраструктурою розумного міста визначається такими факторами, як:

- низька вартість та економія всіх видів енергії;
- поєднання різних систем і вузлів у загальну структуру ІКТ на основі збалансованої архітектури та протокольної сумісності із забезпеченням високого рівня кібербезпеки;
- функціональна сумісність систем й узгодженість роботи їхніх компонентів;
- зниження витрат на запровадження інноваційних технологій;
- еволюція ІКТ (інтернет-речей, застосування засобів радіочастотної ідентифікації для взаємодії фізичних предметів між собою та із зовнішнім оточенням [129];
- централізація панелей управління процесами функціонування міста;
- формування міського генплану з прив'язкою ІКТ до технологій надання взаємопов'язаних і незалежних послуг;
- зручний сервіс та діагностування базової архітектури;
- використання IP для надання інтелектуальних послуг;
- гнучкість планування, ефективна взаємодія з новими системами, мережами й ін.;
- використання IPv6 через дорожні карти;
- наявність урядової телекомунікаційної мережі – наземної цифрової транкінгової системи TETRA, яка в чотири рази ефективніша щодо частотного спектра, порівняно з мережами GSM, CDMA та ін. [135];
- комплексний підхід до управління інфраструктурою;
- використання відкритих стандартів;
- реалізація системних підходів керівниками й об'єднання зусиль різнопрофільних відомств із метою ефективною взаємодії;

– зниження на 25 % витрат на впровадження технологій «розумного міста» завдяки впровадженню ІТ-архітектури та технології дорожньої карти M2M;

– дотримання стандартів Європейського інституту телекомунікаційних стандартів (the European Telecommunications Standards Institute, ETSI) для задоволення вимог безпеки при надзвичайних ситуаціях, у державних департаментах, під час розроблення й упровадженні розумного міста [90];

– послуги, смарт-компоненти зв'язку та супутні послуги;

– максимально ефективно використання вільних смуг частот через загальний домашній шлюз для декількох служб під час підведення телекомунікаційних мереж до будинку;

– забезпечення ефективного роумінгу;

– формування планів нумерації смарт-пристроїв;

– наявність спектра локальних мереж;

– вирішення персоналізованих питань під час надання інтелектуальних послуг;

– формування клієнтської бази продажів (Know Your Customer, KYC) [30].

Важливим інструментом вважаємо *управління проектами й програмами формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст*. Так, сьогодні в Україні, Європі й інших регіонах світу досить велика частина сучасного бізнесу є проектно та програмно орієнтованою. В Україні ця частка наближається до позначки в 50 % і міська сфера не є винятком, адже вона напряду пов'язана з проектною діяльністю. Це пояснюється тим, що все більше міст орієнтуються на створення принципово нових продуктів або послуг, на досягнення нових результатів у всіх сферах міського життя. Програмами та проектами сьогодні називають уже не набір технічної документації й кошторисів (як це було

раніше), а важливі заходи, які націлені на реалізацію окремих цілей задля сталого та розумного функціонування міст.

Ще одним ефективним інструментом є *корпоративна соціальна відповідальність бізнесу*. Економічною наукою доведено й підтверджується практикою, що для забезпечення сталого розвитку, а в майбутньому і розумного розвитку міст, соціальна відповідальність бізнес-організацій має не менше значення, ніж розвинута економічна інфраструктура, політична стабільність або втілення в життя проєктів інноваційного розвитку. Не потребує спеціальних доведень твердження, що організація – це не просто економічна цілісність [28].

Створення інноваційних кластерів як інструмент формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст передбачає організаційну єдність розміщених в одному регіоні технологічно взаємопов'язаних виробництв [39]. Сьогодні для функціонування міста важлива наявність кластерної інфраструктури міста. Так, наприклад, у ЄС кластерна політика розглядається як ключовий інструмент підвищення конкурентоспроможності галузей і регіонів, зміцнення інноваційного потенціалу та економічного розвитку в довгостроковій перспективі [153].

Іншим інструментом є *створення відкритих баз даних*. Насамперед відкриті бази даних дають змогу міській владі краще розуміти результати нововведень та інновацій різноманітних стратегій і політик, відстежувати їх у реальному часі та пристосувати для нагальних потреб. Такі бази даних забезпечують прозорість, коли влада показує жителям міст деталі угод, планів, інформацію про виконані роботи й контрагентів тощо. Так, влада дозволяє жителям своїх міст контролювати урбаністичні процеси та впливати на них. Прозорість уможлиблює зменшення корупційних схем і стимулювання владних органів міст ухвалювати кращі управлінські рішення на користь громадян.

Такий інструмент, як *запровадження інтегральної системи комунікації між стейкхолдерами*, є ключовим у загальній ланці. Ефективна комунікація між стейкхолдерами є важливим проявом демократичного розвитку країни. Через комунікацію відбувається зворотний зв'язок, коли стейкхолдери можуть краще висвітлювати свою діяльність суспільству, а також дізнаватися про її оцінку з боку активних верств населення.

Існує багато стратегій перетворення міста на «розумне», але основний аспект полягає у формуванні сучасних телекомунікаційних технологій та мереж, які забезпечують інтеграцію інформації в колл-центрах, ґрунтуючись на використанні хмарних і ГРІД (GRID)-технологій, створенні систем накопичення, зберігання та опрацювання інформації, статистичного аналізу, контролю параметрів й ін. [30].

Планування інфраструктури ІКТ відбувається через фокусування «Зеленого поля» та «Коричневого поля» розумного міста [164].

Так, аналіз досвіду українських міст (Львова, Харкова, Києва, Полтави й ін. [6]) у частині імплементації концепції розумного міста, зокрема її національних особливостей, дав змогу визначити такі ключові компоненти, які необхідні для активізації цього процесу в Україні:

– об'єднання зусиль муніципалітету з приватним сектором, дослідницькими інститутами, громадянським суспільством для розроблення спільного бачення стратегії;

– необхідність розбудови інфраструктури, поширення доступності ІКТ для широкого кола осіб;

– створення власної платформи розумного міста для комунікації, публікації проєктів, організації заходів тощо.

Управління в розумному місті відбувається в кооперації всіх, хто в ньому живе та працює. Це і влада, і комунальні служби, і представники бізнесу, громадяни. Розумне місто передбачає комфортні умови

проживання городян та спрощені технології користування сервісами, які пропонують міські установи. Одним із напрямів розвитку розумного міста є забезпечення безпеки громадян [19].

Таблиця 3.20

Сфери активації розумних міст

Інноваційна економіка	Міська інфраструктура	Управління
Інновації у галузях, кластерах районах міста	Транспорт	Адміністративні послуги для громадянина
Робоча сила знань: освіта і зайнятість	Енергетика / Утиліти	Пряма демократія
Створення наукомістких компаній	Захист навколишнього середовища / безпека	Послуги для громадян: якість життя

Джерело: складено дисертантом на основі: [38].

Загалом на основі узагальнення досвіду розвитку найпопулярніших «розумних міст» світу можна зробити такі висновки:

1) немає єдиної моделі успіху, тому стратегія міста повинна бути адаптована до кожної ситуації та розв'язувати насамперед проблеми;

2) ідеального міста не існує; навіть ті, які перебувають на перших щаблях рейтингів найрозумніших міст світу, мають слабкі сторони. Відтак головні завдання у площині впровадження більш ефективних методів управління містом та створення більш здорових і комфортних умов життя для всіх громадян;

3) концепція розумного міста дає змогу не лише розв'язувати поточні проблеми, але й визначати стратегічні цілі розвитку міста, що позитивно впливатиме на всі сфери життєдіяльності населення.

У проєктах, що стосуються розумного міста, повинні враховуватися найрізноманітніші аспекти – від поведінки людей до управління ресурсами та інфраструктурою. Фактично це повинна бути мережа інститутів і пов'язаних між собою механізмів, які охоплюють не лише міські структури різного рівня, але й навколишні населені пункти й навіть інші

міста. Із погляду інформаційно-комунікаційних технологій особливого значення набуває загальна оптимізація в різних сферах, тобто досягнення збалансованості матеріальних (матеріальні ресурси, продукти харчування, відходи тощо) і нематеріальних потоків (енергія, інформація й ін.) на рівні всіх підсистем [22].

Іншим механізмом залучення коштів для побудови «розумного» міста, зокрема «розумного» транспорту, може стати партиципаторне бюджетування як відкритий процес дискусії та прийняття рішень, у якому кожен мешканець населеного пункту має можливість подати власну пропозицію й шляхом голосування вирішити, у який спосіб витратити частину місцевого бюджету [141; 12, с. 180]. Тобто партиципаторне бюджетування передбачає виділення частини коштів із міського бюджету для фінансування й реалізації громадських проєктів [5].

Ще одним механізмом для фінансування швидкого впровадження концепції розумного міста та розумного транспорту може бути залучення банківських кредитів, однак лише для реалізації тих проєктів, які передбачатимуть отримання доходу міським бюджетом, для забезпечення погашення банківських позик у майбутньому [9].

Досягнення статусу розумного міста потребує провадження системних реформ у секторі державних послуг, транспорту, енергетики, будівництва, торгівлі, житлово-комунального господарства, медицини, соціальної підтримки громадян, фінансів, безпеки тощо. Тому головною метою «розумних» міст має стати впровадження новітніх технологій у всіх сферах людського життя для того, щоб зробити функціонування міської інфраструктури ефективнішим, а побут городян – комфортним і безпечним [32].

Отже, виокремлено набір інструментів управління сталим розвитком розумного міста, що включає серед іншого такі інструменти, як інтегрований тариф, управління проєктами й програмами розвитку

розумних міст, е-управління, корпоративна соціальна відповідальність бізнесу, створення інноваційних кластерів, відкритих баз даних, запровадження інтегральної системи комунікації між стейкхолдерами, запровадження та імплементація яких ґрунтується на принципах комплексності й системності, а досягнення результату передбачає використання синергетичного підходу.

3.3. Рекомендації щодо вдосконалення системи функціонування інтегрованого тарифу як інструменту управління розвитком розумного міста

У структурі розумного міста інфраструктурна складова частина відіграє одну з ключових ролей. У цьому контексті категорія «інфраструктура» розглядається в широкому розумінні. Зокрема, питання ефективного функціонування транспортної системи міста, з одного боку, трактується як напрям підвищення якості життя мешканців, а з іншого – є основою для запровадження та апробації нових технологічних рішень, що, зі свого боку, створюють базис для збільшення кількості ІКТ-підходів у системі управління міським розвитком. Отже, запровадження інноваційних рішень, таких як інтегрований тариф, розглядається як базовий елемент розбудови розумної мобільності, а також як основа формування системи розумного управління в місті, адже передбачає оновлення процесів і підходів до управління не лише в інфраструктурному складнику, а й у загальній системі управління.

Збільшення кількості автомобілів у світі та, відповідно, в Україні породжує попит на їх вироблення, а зі зменшенням використання громадського транспорту спричиняє погіршення ситуації із дорожніми

заторами. Упровадження системи інтегрованого тарифу спроможне зробити громадський транспорт більш ефективним і надійним, що може допомогти розв'язати такі проблеми, як затори, забруднення повітря та ін. В Україні, зокрема Києві й інших адміністративних центрах, брак ресурсів і інвестицій у транспортну інфраструктуру, призводить до низької якості обслуговування та обмеженого застосування правил дорожнього руху, стримуючи розвиток розумної мобільності й створюючи для виходу на ринок бар'єри та відсутність конкуренції для потужної ринкової сили наявних операторів.

Тому населення середніх і великих міст усе частіше розглядає питання вибору громадського транспорту як одне з останніх варіантів для переміщення містом. Проте оператори громадського транспорту можуть удосконалити свої послуги, використовуючи новітні технології для покращення поточного рівня їх обслуговування. Одним із таких інноваційних рішень може стати запровадження системи інтегрованого тарифу (Integrated Fare System). Як результат, оператори можуть збільшити пасажирообіг завдяки впровадженій технології, водночас пасажери зможуть відчувати покращення якості послуг і комфорт у переміщенні містами, що дасть змогу в перспективі забезпечити підвищення якості життя загалом.

Сьогодні визначення інтегрованого тарифу є предметом досліджень науковців у міжнародній літературі. Засади визначення подають Г. Абрате, М. П'яченца та Д. Ванноні, де вони визначають інтегрований тариф як частину широкої дефініції у форматі інтегрованої системи тарифів, що дає змогу пасажирам користуватися декількома видами транспорту (наприклад міжміськими й міськими автобусами, метро, місцевою залізницею, поромами тощо), купуючи лише один квиток, який можна використати або за короткий проміжок часу (наприклад погодинний або щоденний квиток), або використовувати сезонно (наприклад щотижня,

щомісяця чи щорічно) [54]. Подібним є визначення К. Сальєра, де вказано, що інтегрований тариф установлює загальну систему для задіяних операторів і сприяє поліпшенню зручності трансферу, що дає змогу пасажиром подорожувати між лініями та/або різними способами, купуючи квиток, що включає всі послуги, лише один раз [147]. Крім того, науковець зазначає, що інтегрований тариф впливає як на пасажирів, так і на операторів, тим самим усуваючи бар'єри, недобросовісну конкуренцію між операторами та розподіл доходів відповідно до підписаних угод.

У своєму дослідженні Ф. Б'янкі підкреслює, що інтегрований тариф – це поточна система в регіоні, де всі поїздки в його межах можливі за допомогою одного проїзного документа з використанням різних транспортних засобів. Зокрема, підкреслено, що подорож називається інтегрованою, коли можна застосувати єдиний проїзний документ, вартість якого не залежить від виду використаних транспортних засобів, а лише від кількості поїздок [65].

Просте й зрозуміле визначення дає І. Олівкова, котра зазначає, що ІКТ є способом забезпечення громадського транспорту різними транспортними режимами, які в кінцевому рахунку працюють як одна система [137].

Е. Кашетта та А. Картені стверджують, що запровадження інтегрованих тарифів збільшило показники якості й доступності із погляду ефективності як продажів квитків, так і інтеграції [69].

З іншого боку, Н. Дуглас виявив, що легка для розуміння система тарифів та зручна система квитків є очевидним очікуванням, на думку пасажирів. Учений зазначає, що потрібно підтримувати інтегровані тарифи й квитки, оскільки вони полегшують поїздки, проте це не обов'язково є нагальною проблемою для більшості користувачів громадського транспорту [80].

Подібне визначення, представлено в дослідженні Чоудхурі та Седера, де було показано, що ІКТ мультимодальної мережі громадського транспорту сприяє «безперервним» трансферам і, отже, заохочує користування відповідними маршрутами. Науковці також зазначають, що інтегрований тариф знижує вартість подорожей для користувачів, що, відповідно, збільшує привабливість громадського транспорту [71].

Проте, зауважимо, що існує безліч бар'єрів і викликів на шляху впровадження інтегрованого тарифу в міжнародному вимірі. За ініціативою CIVITAS, стверджується, що основні бар'єри мають технологічний характер, а інтеграція та стандартизація систем продажу квитків з обладнанням, програмним забезпеченням і даними в режимі реального часу може перешкоджати загальній інтеграції квитків [72]. Крім того, інший бар'єр виникає, коли задіяно декілька операторів, оскільки треба укласти різні кооперативні угоди між операторами й органами влади. Так, згідно з проектом MIMOSA у м. Болонія, виокремлено низку бар'єрів, як тривалий процес затвердження нової структури тарифів та системи оформлення квитків, участь усіх підрозділів компанії й перехідний період від старої до нової системи [73].

У цьому контексті Ф. Б'янкі висвітлює складні питання, що характеризують період упровадження інтегрованого тарифу в Мілані та частково притаманні сьогоденню. Зокрема, наголошено на таких питаннях, як ціни, що залежать від обраного маршруту, незалежно від напрямків поїздок, а також муніципалітети, розділені на більше ніж одну зону, що ускладнює отримання послуг; важкі тангенціальні поїздки, оскільки ціни на проїзд вищі й пропозиція обмежена; інтермодальні подорожі не рекомендуються через відсутність інтеграції між автобусом і залізницею [65].

Ф. Канітес, П. Альпкокін та Дж. А. Блек звертають увагу на такі виклики, як установлення критеріїв ефективності за допомогою протекції,

пунктуальності, надійності чи регулярності [66]. Крім того, вчені зазначають, що впровадження нової системи вимагає навчання персоналу щодо управління відносинами з клієнтами в більш широкому контексті, адміністрування контрактів, а також методів управління даними.

А. Віндекер звертає увагу на такий соціальний виклик, як гарантії безпеки та безпека під час перевезення. У своєму дослідженні стосовно міста Нью-Делі, науковець виявив, що приватні автобуси мають низькі показники безпеки. Уточнено результати опитування, представленого в Індійському журналі транспортного менеджменту, які свідчать, що 84,47 % респондентів оцінили автобуси міста, як такі, що мають низький рівень безпеки [165].

Бейрао і Кабрал, з іншого боку, окреслюють більш загальні проблеми, які залишаються притаманними більшості країн. Стверджується, що громадський транспорт стикається з проблемою посилення конкуренції, уключаючи боротьбу зі втратою частки ринку, переважно через збільшення використання приватних автомобілів. Завдання полягає в розробці дійсних показників якості послуг, які можуть бути включені в систему оцінки ефективності; розвитку найкращого можливого сервісу відповідно до економічних обмежень тощо [64].

Дж. Ц. Хіменез Серпа, А. Е. Рохас Санчез та М. Г. Салас Рондон визначили такі бар'єри, як розірвання контракту з одним із транспортних операторів і серйозна проблема пов'язана з якістю наданої послуги. Крім того, поточні питання, пов'язані з паралельним функціонуванням звичайного громадського транспорту, відомі як паралельність, тому транспорт тепер поєднує децентралізоване та заплановане постачання. Останнім керує єдиний або центральний агент, який надає низькоякісні послуги й пропонує неадекватну інфраструктуру. Крім того, суб'єкти управління транспортом демонструють відсутність політики регулювання та повноважень [110].

Серйозною перешкодою у встановленні інтегрованого тарифу є управління очікуваннями зацікавлених сторін і співпраця операторів. Співпрацю між операторами-учасниками також може бути важко налагодити через різницю в політичній діяльності, бізнес-процесах та різних махінаціях [159]. У багатьох містах, особливо у великих міських агломераціях, громадський транспорт не забезпечує один-єдиний державний орган. Натомість пасажирам доводиться покладатися на кілька компаній, які надають послуги, часто через погано інтегровані види транспорту (наприклад залізничний, автобусний транспорт чи таксі). Такі режими часто мають різні розклади, схеми маршрутів і тарифи. Відповідно до цінностей ЄС, стверджується, що інтегрований тариф – це спроба створити єдину структуру тарифів для всього міського громадського транспорту, що дає змогу пасажирам безперешкодно здійснювати переміщення тим чи іншим способом (режимом пересування). Саме це підвищує ефективність і привабливість усього міського громадського транспорту [150].

Ще однією перешкодою є вартість упровадження інтегрованого тарифу. Початкові витрати на необхідне запровадження тарифу повинні враховувати поточні витрати, оновлення системи та термін експлуатації технології. Однак вартість, можливо, зменшиться в міру того, як технологія стане налагодженою, установленною й загальною, а також прийнятою операторами громадського транспорту.

Громадська думка є, мабуть, однією з найважливіших перешкод для потенційного впровадження інтегрованого тарифу. Відсутність знань й інформації щодо електронних транзакцій або розумних квитків та їх використання може відлякати громадян і надати таким технологіям нижчий пріоритет, ніж звичайні квитки або способи оплати. Визначення та аналіз основних бар'єрів і викликів під час впровадження інтегрованого тарифу на громадський транспорт, особливо в Україні, не були предметом

широких досліджень в академічній спільноті. З одного боку, це вказує на новизну та актуальність дослідження, з іншого – можна зробити висновок, що тема потребує якісно нових результатів дослідження. Так, у табл. 3.21 відображено основні бар'єри й виклики, які в переважно відрізняються від досвіду, що наведений у зарубіжній літературі та стосуються більше сучасних українських реалій.

Таблиця 3.21

**Бар'єри та виклики на шляху імплементації компонентів
розумного міста**

Бар'єри та виклики	Основні питання
Технологічні	Оновлення систем
	Стандартизація за допомогою апаратного, програмного забезпечення та даних у режимі реального часу
	Життєвий цикл технології
Фінансові	Відповідна політика оплати
	Схеми та фінансові стимули
	Баланс між вартістю та рішенням
Соціальні	Залучення громадськості та обізнаність
	Поведінка стейкхолдерів та органів влади
Екологічні та безпекові	Забруднення повітря та викиди CO ₂
	Заходи безпеки під час поїздок в громадському транспорті
Правові та організаційні	Законодавство, управління та політика
	Управління проектами
	Співпраця між операторами, стейкхолдерами, органами влади

Джерело: розроблено дисертантом.

Транспортна система України сьогодні не відзначається значним рівнем модернізації та інновацій. Крім того, вона не відповідає сучасним вимогам і є відносно застарілою, порівняно з країнами Європи. Рівень обслуговування споживачів усе ще залишається низьким, як і відставання в розвитку транспортної інфраструктури міст України, мультимодальних перевезеннях та високотехнологічних складниках. Незважаючи на це, транспортна система все ще є важливою складовою частиною національної економіки. На думку О. Комеліної, В. Дубіщева, М. Лисенка

та Н. Панасенка, транспортна інфраструктура в Україні вимагає значних системних змін, орієнтованих на логістику, що забезпечить інтеграційний ефект, зменшить витрати й поліпшить якість послуг [116].

За період незалежності України з 1991 р. здійснено багато заходів для реалізації відповідної політики щодо функціонування громадського транспорту, уключаючи запровадження інтегрованого тарифу. Однак таке впровадження можна було розглядати лише як тимчасовий та успадкований відгомін політики Радянського Союзу. Лише з 2004 р. почали відбуватися зміни задля досягнення необхідних поліпшень з точки зору ефективності й результативності всіх служб, включаючи сферу громадського транспорту. Важливим кроком стало рішення Київської міської ради від 21 грудня 2006 р. № 516/573 «Про затвердження Програми побудови автоматизованої системи оплати проїзду в міському пасажирському транспорті з урахуванням громадян пільгових категорій “Соціально-транспортна картка киянина” на 2007–2009 рр.» [77].

Нова ініціатива щодо запровадження автоматизованої платіжної системи дала змогу принципово змінити ситуацію. Однак акцентовано на перевезенні пасажирів пільгових категорій. Також програму складено на основі «Соціальної картки жителя Москви», яку, на той час, було упроваджено в Москві. Таке запозичення було вигідним рішенням, проте недоречним, оскільки низка факторів, таких як кількість населення міст, особливості функціонування міського транспорту тощо, не враховувалися. Сьогодні вважається альтернативним продовженням цього рішення Київської міської ради №516/573 зі змінами та доповненнями. Однак навіть зі змінами це рішення є недоречним, оскільки призведе до виникнення великої кількості нових викликів для побудови якісно нової системи автоматизованої оплати проїзду. Серед таких бар'єрів можна розглянути відсутність вимог до автоматизованої системи оплати проїзду в міському громадському транспорті незалежно від форм власності, а

також видів, форм перевізників, порядку обігу й реєстрації проїзних документів; визначення прав та обов'язків учасників зазначеної системи, а також їх відповідальність; затвердження вимог до центрів обслуговування пасажирів тощо.

Якісно новий період упровадження різних типів інноваційних рішень розпочався після 2014 р.. Так, 2 липня 2015 р. Київська міська рада ухвалила рішення №654/1518 «Про затвердження Комплексної міської цільової програми “Електронна столиця” на період 2015–2018 років» [78]. Воно стало відправною точкою для більш амбіційної ініціативи. Зокрема, 21 листопада 2017 р. прийнято рішення Київської міської ради № 500/3507 «Про затвердження Концепції “Київ Смарт Сіті 2020”» [75]. Відповідно до концепції «Київ Смарт Сіті 2020» у рамках створення комфортного, безпечного, здорового та розумного середовища для мешканців Києва й гостей міста планувалось впровадження єдиного квитка на всі види громадського транспорту. Уведення єдиної системи електронних квитків дало б змогу автоматизувати збір коштів, збільшити доходи на 20–30 %, а також суттєво зменшити витрати комунальних підприємств. Також є проєкт розпорядження Київської міської державної адміністрації «Про затвердження функціонування автоматизованої системи оплати проїзду в міському громадському транспорті незалежно від форм власності» [81]. На сьогодні така форма досягнення цілей державного регулювання є найбільш доцільним та ефективним способом, оскільки цей проєкт постанови виконавчого органу Київської міської ради ґрунтується на нормах українського законодавства. Крім того, проєкт наказу спрямований на створення умов для впровадження електронного квитка для всіх видів громадського транспорту, зокрема засобів електронної оплати проїзду.

Отже, відповідно до вищезазначених рішень та ініціатив, можемо виокремити дві альтернативи. Першою є дотримання чинного законодавства без змін у сфері запровадження автоматизованої платіжної

системи. Така альтернатива не розв'яже проблему запровадження автоматизованої системи оплати в міському громадському транспорті. Крім того, вона суперечитиме актам вищої юридичної сили, зокрема чинній редакції Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо запровадження автоматизованої системи оплати проїзду в міському громадському транспорті». Також недоречно керуватися рішенням Київської міської ради від 21 грудня 2006 р. № 516/573 «Про затвердження Програми побудови автоматизованої системи оплати проїзду в міському пасажирському транспорті», оскільки це рішення неминуче застаріло, навіть зі змінами.

Другою альтернативою є реалізація проєкту розпорядження КМДА «Про затвердження функціонування автоматизованої системи оплати проїзду в міському громадському транспорті незалежно від форм власності» з ініціативою «Київ Сمارт Сіті 2020». Така альтернатива досягненню цілей державного регулювання є найбільш прийнятним та ефективним способом. Однак навіть зараз на шляху її впровадження виникає низка перешкод і викликів, які неминуче перенесуть повну реалізацію та функціонування системи на невизначений час. Так, значною перешкодою є впровадження системи відповідно до часових рамок. Ця проблема породжує ще кілька викликів, а саме належне забезпечення технічної підтримки відповідно до нової системи автоматизованої оплати проїзду, якість інфраструктури й відповідне сприйняття та схвалення нововведень жителями міста. Усі вищезазначені виклики взаємопов'язані.

Отже, можна зробити висновок, що друга альтернатива є найбільш оптимальною в українських реаліях, а європейський досвід – необхідною складовою частиною в процесі виявлення найпоширеніших бар'єрів та викликів на шляху впровадження інтегрованого тарифу в Україні.

Ще одним завданням для України є досягнення впровадження системи смарт-карток і, відповідно, безперебійних подорожей. За

Елленбергом, інтегрована система введення смарт-карток зазвичай розглядається як занадто дорога для використання нечисленними пасажирами [85]. З іншого боку, Європейська комісія у своїй «Білій книзі» зазначила, що смарт-картки – це не обов'язково наявність одного квитка на подорож, а наявність одного «гаманця» з декількома квитками (які легко можна придбати) і в майбутньому, можливо, одного «гаманця» для декількох послуг. Зважаючи на стару платіжну систему в громадському транспорті, бачимо, що, ця інновація, справді, є серйозною проблемою, оскільки вимагає великих фінансових витрат, державного втручання та бажаного людського сприйняття.

Вважається, що більшість людей в Україні, подорожуючи містами, обирають приватний транспорт, а не громадський, через зручність й практичність. Послуги громадського транспорту не завжди пов'язують початкову точку та пункт призначення подорожей. Відтак більшість містян вважають, що їм потрібно пересуватися на приватних автомобілях або їхати незалежно від переваг користування громадським транспортом. Більше того, вони розуміють, що, крім зручності та практичності, приватні транспортні засоби забезпечують переваги комфорту, приватності й економії часу. За С. Джеймсом, громадська думка та очікування послуг, пов'язаних з інтегрованим тарифом, забезпечують покращення досвіду щодо таких критеріїв, як безпека, надійність, частота, доступність, простота у використанні, зручність і привабливість [109]. Усі ці критерії відсутні та є критичними в українських реаліях для інтегрованих послуг з оплати проїзду в мультимодальних і мультиоператорських громадських перевезеннях.

Серед різних бар'єрів, які існують в українських реаліях на шляху впровадження системи інтегрованого тарифу, юридичні та організаційні фактори все ще залишаються однією з головних проблем для запровадження інтегрованого тарифу. Роками влада використовувала старі

й неефективні закони, які не лише не відповідали сучасності, але й віддаляли країну від європейських стандартів. Потрібно розглянути проблеми та виклики юридичного й організаційного характеру, що виникають на шляху впровадження інтегрованого тарифу.

Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження автоматизованої системи обліку оплати проїзду в міському пасажирському транспорті» запровадив автоматизовану систему реєстрації тарифів [155]. Цей документ визначає повноваження виконавчих органів сільських, селищних й міських рад приймати рішення про запровадження автоматизованої системи оплати проїзду в міському громадському транспорті, незалежно від форм власності та ідентифікації особи, уповноваженої стягувати плату за транспортні послуги. Закон також передбачає встановлення порядку функціонування й вимог до автоматизованої системи оплати проїзду в міському громадському транспорті, незалежно від форм власності, а також видів й форм перевізників, порядку обігу та реєстрації проїзних документів.

Так, відповідно до проєкту розпорядження КМДА «Про затвердження функціонування автоматизованої системи оплати проїзду у міському громадському транспорті незалежно від форм власності» визначено необхідність створення на основі наявних нової системи з метою впровадження технічних засобів автоматизованої платіжної системи для оплати проїзду в міському громадському транспорті, наземному транспорті, модернізації й оновлення всіх елементів та підключення комунальних підприємств «Київпаstrans» та «Київський метрополітен» до єдиного центру управління населених пунктів для злиття в єдину міську систему тарифів [82]. Також визначено необхідність створення загального центру обробки даних, управління, розрахунків,

фінансової звітності, електронних квитків і системи їх продажу та поповнення.

Водночас потрібно зазначити, що проект наказу передбачає запровадження безготівкової оплати проїзду, оскільки сьогодні держава послідовно проводить політику щодо збільшення безготівкових розрахунків. Розвиток інфраструктури обслуговування засобів електронних платежів як один із напрямів Комплексної програми розвитку фінансового сектору в Україні наблизить країну до європейських стандартів торгівлі й банківських послуг [103].

Також пунктом 19 статті 14 Закону України «Про платіжні системи та переказ коштів в Україні» визначено, що суб'єкти господарювання зобов'язані забезпечити можливість власникам коштів електронних платежів здійснювати розрахунки за продані товари (надані послуги) за допомогою засобів електронних платежів [122]. Отже, пасажир має право вільно користуватися засобами електронних платежів, ураховуючи обов'язкові для продавця форми розрахунків, установлені законодавством України.

Із вищезазначених нормативних документів випливає, що впровадження інтегрованого тарифу не повинно викликати проблем на законодавчому, правовому та організаційному рівнях. Однак проблемою в цій ситуації стає бюрократичний складник. Загалом, існує вибір між двома альтернативами: залишення чинного законодавства в цій сфері без змін або якісно нове рішення КМДА. Мостом між двома альтернативами та ключовою ланкою на користь другої стала ініціатива «Київ Смарт Сіті 2020».

Концепція «Київ Смарт Сіті 2020» затверджена Київською міською радою рішенням № 500/3507 від 21 листопада 2017 р. в рамках створення комфортного, безпечного, здорового й розумного середовища для мешканців Києва та планування впровадити єдиний квиток на всі види

громадського транспорту [75]. Ця концепція в зручному, безпечному, розумному та здоровому місті для жителів і гостей міста, передбачає реалізацію таких проєктів, як єдиний електронний квиток на громадський транспорт, міські мобільні додатки (наприклад єдиний громадський електронний квиток, електронне паркування тощо), транспортний диспетчерський контроль, інтелектуальна система управління транспортом тощо. Також Міністерство інфраструктури України декларує свою стратегію розвитку «Драйв Україна 2030», де вказана подібна концепція. У стратегії є розділ про єдиний квиток: 1 квиток на всі види транспорту [131].

Отже, можна стверджувати, що згідно з вищезазначеними законами та концепціями, Україна заявляє про своє бажання оновити й інтегрувати нововведення у сфері впровадження інтегрованого тарифу, зокрема безконтактної оплати, електронного квитка та смарт-картки. Знову ж таки європейський досвід є невід'ємною частиною введення таких інновацій. Декларуючи свій проєвропейський курс, вважаємо необхідним запозичення досвіду країн ЄС.

Прикладом упровадження подібного типу інновацій може бути Республіка Польща. Країна завершила введення інтегрованого тарифу та смарт-квитків лише на початку 2012 р. у великих містах Польщі. Водночас держава стикається з проблемами, які притаманні Україні на цьому етапі впровадження. Наприклад, у місті Лодзь систему запровадили в рамках модернізації міського транспорту. Це спричинило деякі проблеми, зокрема труднощі в управлінні системою працівниками, які ніколи не працювали із сучасними ІТ-інструментами. Ще однією проблемою була необхідність тривалого й детального планування задля реалізації проєкту [161].

Останній згаданий бар'єр також добре відомий місту Київ. Упровадження системи електронних квитків у Києві спочатку планувалося на другий квартал 2018 р. [107]. Згодом департамент інформаційних

технологій КМДА наголосив, що тестовий запуск електронних квитків у Києві перенесено на 14 липня 2018 р. через появу додаткової роботи, пов'язаної з обробкою гнучких моделей тарифів за допомогою електронних гаманців [108]. Однак єдиний електронний квиток у службі громадського транспорту Києва запущено лише в тестовому режимі з 1 листопада 2018 р. [158]. Отже, можна зробити висновок, що введення електронного квитка й інтегрованого тарифу вимагає систематичної оцінки як процесів, що впроваджуються, так і часу, витраченого на них.

Варшава є іншим польським містом, яке раніше вводило квитки на мобільні телефони та системи mPay на основі спеціалізованих додатків. Метою цього проєкту було впровадження нової технології проїзду в міській місцевості. Як результат, така форма оплати через мобільний зв'язок отримала високе визнання серед пасажирів (особливо молодого населення), які користуються мобільними телефонами. Чи не єдиною перешкодою, визначеною на шляху імплементації, була відсутність стандартизації операційних систем мобільних телефонів [161].

Такі самі технології тарифів і платіжних систем необхідні для впровадження в Києві. Цей підхід необхідний через проблеми, які виникають у тестовому режимі розумного функціонування квитків. Безпосередньо існують такі недоліки, як відсутність відповідного додатка, вебсайт не оптимізований для смартфона; термінали для поповнення працюють не скрізь; контролери не мають зчитувачів; валідатори іноді не зчитують або не працюють [70].

Важливим фактором на сьогодні є популяризація новоствореного продукту. Ще однією перешкодою на шляху запровадження інтегрованого тарифу є вікова структура населення Києва, яка дуже різноманітна. Офіційно частка населення Києва, вікова межа якої перевищує 60 років, становить близько 590 тис. осіб. Уже цей факт свідчить про те, що популяризація впровадження автоматизованої системи тарифів повинна

здійснюватися з урахуванням насамперед вікової структури міста. Саме тому не потрібно сприймати інтернет як єдиний засіб розповсюдження інформації. Необхідно також приділити значну увагу таким джерелам, як телебачення, газети, оголошення (безпосередньо в громадському транспорті й на зупинках, борди), листи тощо.

Показовим у цьому плані є досвід італійського міста Болонія в рамках ініціативи CIVITAS. Так, визначено, що інформаційна кампанія є одним із найважливіших кроків для успішного запуску нової системи. Передусім кампанія зосереджена на поясненні нової системи тарифів, а потім на тому, як користуватися новими електронними квитками та безконтактними смарт-картками [73]. Зокрема, проектом визначено такі кроки інформування громадян: інформаційні плакати на зупинках, касах й автобусах; листівки із загальною інформацією про нову структуру тарифів та систему продажу квитків, доступні в касах і муніципальних відділеннях Болонії; інформація на вебсайтах транспортної компанії; інформаційний під час міських заходів тощо. Корисним було розповсюдження інформаційного матеріалу: брошури та листівки, що поширювалися через залучені бюро, пункти інформації муніципалітетів Болонії й провінції. Отже, можна стверджувати, що впровадження нової системи оплати проїзду та електронних квитків повинно забезпечуватись увагою до конкретних верств громадян, щоб охопити кожну категорію відповідною інформацією.

Національна транспортна стратегія України також визначає загальні бар'єри й виклики, які сьогодні потребують вирішення. Серед різних проблем указано, що система замовлення соціальних послуг та соціально важливих послуг громадського пасажирського транспорту не відповідає законодавству ЄС. Однак можна стверджувати, що це, радше, кінцева мета, ніж одна з проблем. Досягнення цієї цілі можливо за умови подолання інших бар'єрів, які мають першочергове значення, а також визначені в Національній транспортній стратегії України. Серед найбільш

важливих – вирішення питання пільгових тарифів, наприклад реформування системи громадського пасажирського транспорту шляхом переходу на цільові субсидії тощо; розвиток мультимодальних пасажирських перевезень та запровадження «єдиного транспортного квитка» (електронний квиток, смарт-картка тощо); боротьба з нелегальним транспортом, установлення умов для операторів «що працюють в тіні» і забезпечення легалізації доходів; використання нових технологій та розумних транспортних систем для підвищення якості транспортних послуг, систем повідомлення про надані послуги, запровадження електронних й інтегрованих автоматизованих систем збору тарифів тощо [132].

Отже, на сьогодні Україна стикається з багатьма бар'єрами та проблемами, серед яких – уведення єдиного інтегрованого тарифу. Декларуючи свій проєвропейський курс, держава повинна відповідати встановленим стандартам Європейського Співтовариства не лише у сфері запровадження інтегрованого тарифу, а й в інших. Незважаючи на прагнення міст України до інновацій, усе ж треба враховувати та відповідно оцінювати наявні проблеми на шляху впровадження ефективної інтегрованої тарифної системи. Виклики й бар'єри існують у багатьох різних вимірах, таких як соціальний, фінансовий, правовий, технічний тощо.

Уведення нової інтегрованої системи оплати проїзду та квитків потребує великих інвестицій щодо обладнання й ресурсів. Такі інвестиції можуть бути виправдані лише в тому випадку, якщо впровадження нових технологій відбувається паралельно з удосконаленням належних пропонованих інноваційних послуг. Крім того, для реалізації інтегрованого тарифу життєво важливим є забезпечення інформацією громадян. Така інформація повинна, передусім, стосуватися правил і нововведень, які застосовуються, але також важливо зосередити увагу на конкретних сегментах, щоб охопити кожну категорію населення.

Однак найбільше уваги потрібно приділити правовому аспекту. Надалі треба розглянути питання про узагальнення всього наявного законодавства щодо єдиного інтегрованого тарифу. Приклад міста Києва свідчить, що застаріла система все ще впливає на впровадження інновацій.

Також існує низка викликів і в організаційній сфері, наприклад у розробці єдиної спільної мети та бачення, чіткому розподілі відповідальності й завдань, установленні ефективних каналів спілкування тощо. Приклад міста Києва свідчить, наскільки важко впроваджувати нові технології та інновації і які проблеми можуть постати на шляху до імплементації. Отже, на сьогодні Київ є основним прикладом для інших міст України, що рухаються у цьому ж напрямі.

Досвід європейських міст свідчить про подолання таких викликів. З досвіду міст ЄС можемо зрозуміти шляхи подолання проблем під час впровадження інтегрованого тарифу та визначити перспективи впровадження такої нової технології. Ось чому ініціатива «Київ Смарт Сіті 2020» є ключовим елементом запровадження інтегрованого тарифу, розробки та дотримання європейських стандартів у цій галузі, впровадження інновацій і розвитку розумної мобільності.

Отже, запровадження системи інтегрованого тарифу спроможне зробити громадський транспорт більш ефективним і надійним та допомогти розв'язати такі проблеми, як затори, забруднення повітря й ін. Так, імплементація нової інтегрованої системи оплати проїзду та квитків потребує великих інвестицій із погляду обладнання й ресурсів, а отже виправдане впровадженням нових технологій, що відбуваються паралельно з удосконаленням належних пропонованих інноваційних послуг для громадян у місті загалом. Крім того, реалізація інструменту передбачає забезпечення мешканців інформацією, що стосується правил і нововведень, що застосовуються, а отже, застосування ІКТ, їх інтеграцію в систему життєзабезпечення міста.

Висновки до розділу 3

1. Здійснено моделювання ефективності використання наявного потенціалу сталого розвитку розумного міста, що передбачає застосування кореляційно-регресійного аналізу для побудови множинної регресійної моделі, яка дає можливість кількісно оцінити вплив розвитку соціальної сфери, економічної та екологічної ситуацій на інтегральний показник рівня розумного розвитку міста.

2. Запропоновано організаційно-економічний механізм сталого розвитку розумних міст, який, на відміну від інших, являє собою відкриту, динамічну інтегровану систему взаємодії суб'єктів, об'єктів і цільових орієнтирів розвитку, що за допомогою використання методів та інструментів, дотримання принципів дає змогу досягнути синергетичного ефекту задля створення умов для управління процесами сталого розвитку розумного міста.

3. Подальший розвиток у роботі дістали науково-практичні підходи до удосконалення системи функціонування інтегрованого тарифу як інструменту управління розвитком розумного міста, запровадження якої сприяє підвищенню рівня якості життя та запровадження системи ІКТ в структурі управління містом.

4. Визначено бар'єри та виклики на шляху імплементації компонентів розумного міста, що включає такі групи, як: технологічні, фінансові, соціальні, екологічні, безпекові, правові та організаційні.

Основні положення третього розділу дисертаційної роботи відображено в працях дисертанта [114, 35, 24, 26].

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення та запропоновано нові наукові підходи до виконання актуального науково-практичного завдання, яке полягає в поглибленні теоретико-методичних засад, розробленні напрямів удосконалення організаційно-економічного забезпечення процесів формування та сталого розвитку розумного міста. Узагальнення та систематизація результатів дослідження дали підставу сформулювати такі висновки:

1. Концепція сталого розвитку на початку XXI століття дала поштовх для виокремлення та поширення концепції розумного міста, що дало змогу останній увібрати такі визначення як цифрове місто, інформаційне місто, віртуальне місто та повсюдне місто. Незворотні світові тенденції підштовхують міста до впровадження ІКТ, що в свою чергу активізує конкурентоспроможність на світовій арені. Сьогодні, сталий, розумний та інклюзивний розвиток міст є невід'ємною частиною еволюції та розвитку міст.

2. Виявлено, що зарубіжний досвід міст щодо впровадження концепції розумного міста показує, що вони більшою чи меншою мірою є розумними, що, очевидно, пов'язано з різними рівнями розвитку у відношенні один до одного або із впровадженням певної нової інноваційної системи. Так, впровадження одного із елементів розумного розвитку, дозволяє місту піднятися на певний рівень розумності у світових рейтингах. Проте, досвід таких міст як Барселона чи Копенгаген показує, що для отримання маркера розумного міста, слід імплементувати мінімум п'ять елементів розумного розвитку із шести існуючих. Відзначаємо, що особливого прогресу у процесі впровадження розумних міст досягли міста Європейського Союзу.

3. Для подальшого практичного застосування методичних підходів до оцінки сталого розвитку розумного міста запропоновано враховувати систему групових і часткових показників, що характеризують стан соціальної сфери, економічної та екологічної ситуацій у місті. Доведено, що застосування запропонованої методики діагностики сталого розвитку розумного міста на основі розрахунку інтегрального показника дасть змогу визначити рейтинг регіону; а оцінка результатів використання наявного потенціалу сталого розвитку розумного міста – рівень ефективності управління цим процесом. Отримані результати можуть бути враховані для розробки напрямів підвищення ефективності стратегічного управління сталим розвитком розумного міста.

4. Діагностика сталого розвитку розумного міста дала підставу визначити регіональні передумови його забезпечення: соціальні, економічні, екологічні. Відсутність єдиної державної політики щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні дозволяє стверджувати про слабкий рівень інституційної підтримки у сфері сталого розвитку розумних міст. Проте, протягом 2015-2018 рр. спостерігається позитивна динаміка зміни часткових індексів сталого розвитку розумних міст на макрорівні, загальний рівень індексу свідчить про необхідність інтенсифікації діяльності щодо забезпечення даного процесу.

5. Визначено, що передумови формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст на мезорівні є також відносно сприятливими. Керуючись показниками інтегрального аналізу можна стверджувати, що найбільша значущість розумного розвитку притаманна соціальній сфері, що підтверджує взаємозв'язок концепції розумного та сталого розвитку. Проте, існує необхідність посилення та модернізації державної політики регіонального розвитку в частині врахування ключових орієнтирів розумного розвитку економіки на мезо- та мікрівнях.

6. У дослідженні визначено ефективність використання потенціалу щодо формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст в Україні здійснено на рівні адміністративних центрів, адже обласним центрам України притаманні тенденції щодо зростання чисельності населення, капіталу, виробничих активів, інфраструктури, потоків транспорту та інше. Відповідно здійснено відбір статистичних даних відповідно до індикаторів та параметрів, що характеризують розвиток соціальної сфери, стан економічної та екологічної ситуації в містах на мікрорівні. Виходячи з даних та проведеного аналізу, можна стверджувати, що рівень передумов формування та забезпечення сталого розвитку розумних міст України є низьким. Виключенням залишається лише місто Київ.

7. Подальший розвиток дістало моделювання ефективності використання наявного потенціалу сталого розвитку розумного міста, що передбачає застосування кореляційно-регресійного аналізу для побудови множинної регресійної моделі, яка дає можливість кількісно оцінити вплив розвитку соціальної сфери, економічної та екологічної ситуацій на інтегральний показник рівня розумного розвитку міста. Визначено, що найбільший вплив на процес формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста має розумний розвиток соціальної сфери, відповідно дещо менший вплив розумного розвитку економічної сфери та найменший вплив розумний розвиток екологічної сфери.

8. Запропоновано організаційно-економічний механізм сталого розвитку розумних міст, який, на відміну від інших, являє собою відкриту, динамічну інтегровану систему взаємодії суб'єктів, об'єктів і цільових орієнтирів розвитку, що за допомогою використання методів та інструментів, дотримання принципів дає змогу досягнути синергетичного ефекту задля створення умов для сталого розвитку розумного міста. Виокремлено набір інструментів управління сталим розвитком

розумного міста, що включає серед іншого інтегрований тариф, управління проектами і програмами розвитку розумних міст, е-управління, корпоративну соціальну відповідальність бізнесу, створення інноваційних кластерів, створення відкритих баз даних, запровадження інтегральної системи комунікації між стейкхолдерами.

9. Визначено бар'єри та виклики на шляху імплементації компонентів розумного міста, що включає такі групи, як: технологічні, фінансові, соціальні, екологічні, безпекові, правові та організаційні. Подальший розвиток у роботі дістали науково-практичні підходи до удосконалення системи функціонування інтегрованого тарифу як інструменту управління розвитком розумного міста, запровадження якої сприятиме підвищенню рівня якості життя та запровадження системи ІКТ в структурі управління містом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Берданова О., Вакуленко В. Стратегічне планування місцевого розвитку: практ. посіб./Швейцарсько-український проект «Підтримка децентралізації в Україні – DESPRO. Київ: ТОВ «Софія-А», 2012. 88 с.

2. Богдан Н., Вархуст С. Інновації для інклюзивного розвитку регіонів Беларуси. *Економічний вісник університету*. 2014. Вип. 22 (1). С. 14–20

3. Буркинський Б. В., Степанов В. Н., Харичков С. К. Економіко-екологічні основи регіонального природопольовання і розвитку. ИПРЭЭИ НАН України. Одеса: Фенікс, 2005. 575 с.

4. Вектори економічного розвитку 2030. Кабінет Міністрів України. URL: <https://nes2030.org.ua/docs/doc-vector.pdf> (дата звернення: 23.09.2020).

5. Велика ідея. URL: <https://biggggidea.com> (дата звернення: 16.04.2019).

6. Відкрита лекція Юрія Назарова в Університеті Грінченка в рамках проекту «Kyiv Smart City». URL: https://www.youtube.com/watch?v=BgOinD9kXsI&feature=emb_title&ab_channel=GrinchenkoUniversity (дата звернення: 23.11.2020).

7. Відповідальне споживання та виробництво. *Національні завдання. Про глобальні цілі*. URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/responsion-consumption-and-production> (дата звернення: 26.11.2020).

8. Войчук М., Коломечюк В. Управління трансформаційними проектами в сучасному місті: європейський досвід. - *Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції «Управління соціально-економічними трансформаціями у сучасному місті»* – Київ: 2018. С. 5-7.

9. Галапуп Л. Формування механізму сталого розвитку міської транспортної системи на засадах концепції «розумного» міста. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. Вип. 3 (20). 2019. URL: <http://srd.pgasa.dp.ua:8080/bitstream/123456789/2185/1/Halapup.pdf> (дата звернення: 16.08.2020).

10. Герасимчук З. В. Регіональна політика сталого розвитку: теорія, методологія, практика: монографія. Луцьк: Надстир'я, 2008. 528 с.

11. Гідна робота та економічне зростання. *Національні завдання. Про глобальні цілі*. URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/decent-work-and-economic-growth#національні-завдання> (дата звернення: 26.11.2020).

12. Глущенко Ю. А. Партиципаторний бюджет як інноваційний інструмент управління на місцевому рівні. *Вісник НАДУ при Президентові України*: зб. наук. праць. Київ, 2017. Вип. 4. С. 178–184.

13. Данилишин Б. М., Шостак Л. Б. Устойчивое развитие в системе природно-ресурсных ограничений. Киев: СОПС Украины НАНУ. 1999. 367 с.

14. Долішній М. І. Роль стратегії соціально-економічного розвитку областей у реалізації сталого розвитку України. *Соціально-економічні дослідження в перехідний період. Регіональна політика сталого розвитку: принципи формування, механізми реалізації*: зб. наук. праць. Вип. 5 (XXXVI) / НАН України. Ін-т регіон. дослідж.; відп. ред. І. Долішній. Львів, 2002. 592 с. С. 3 – 11.

15. Доступна і екологічно чиста енергія. *Національні завдання. Про глобальні цілі*. URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/affordable-and-clean-energy#національні-завдання> (дата звернення: 26.11.2020).

16. Життєдіяльність пов'язана з водою. *Національні завдання. Про глобальні цілі*. URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/life-below-water#національні-завдання> (дата звернення: 27.11.2020).

17. Закон України «Про державне прогнозування та розроблення програм соціального і економічного розвитку України» від 23.03.2000 р. № 1602-III. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1602-14> (дата звернення: 07.03.2021).

18. Інноваційна промисловість та інфраструктура. *Національні завдання. Про глобальні цілі*. URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/industry-innovation-and-infrastructure#національні-завдання> (дата звернення: 27.11.2020).

19. Каблак Н. І., Голик Й. М. Перспектива побудови розумних та креативних міст в Україні. *Ужгородський нац. ун-т. Наукові публікації кафедри міського будівництва і господарства*. 2018. URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/21625> (дата звернення: 19.03.2021).

20. Кайдан Т. Як побудувати розумне місто. *Хмарочос. Київський міський журнал*. 2014. URL: <http://hmarochos.kiev.ua/2014/10/01/уакроБийиуаІ-гогитпетівІо-сБазІпа-1> (дата звернення: 14.12.2019).

21. Карлова О. А. Управління містом, орієнтоване на потреби майбутнього розвитку. *Економіка та право*. 2015. № 3(42). С. 94–99.

22. Касич А. О., Федоряк Р. М., Собяніна А. П. Інноваційна технологія “smart city” як механізм покращення рівня життя в сучасному місті. *Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету*. URL: <http://www.vestnik-econom.mgu.od.ua/journal/2017/27-1-2017/13.pdf> (дата звернення: 25.04.2021).

23. Коломечюк В. Методичні підходи до діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста. *Інноваційна економіка*. 2021. №3-4 (2021). С. 103–109.

24. Коломечюк В. Підтримка ефективності управління проектами: інструменти формування та розвитку розумних міст. – *Сучасні тренди*

підготовки фахівців з управління проектами та програмами: матеріали підсумкової наук.-практ. конф. 23 квіт. 2018 р. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т. імені Лесі Українки, 2018. – С. 82–86.

25. Коломечюк В. Світовий досвід щодо формування розумних міст. - *Сучасні тренди міжнародних економічних відносин & Управління проектами Європейського Союзу*. матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. 20–22 верес., 2018 р. Луцьк: Вежа-Друк, 2018. С. 241–245.

26. Коломечюк В., Лугова М. Транспорт. Європейський Союз. Частина 2. Сфери діяльності Європейського Союзу. Тема 20. Транспорт/ *Європейський Союз: навч. посіб.* за ред. А. О. Бояра, С. В. Федонюка. Київ: ФОП Маслаков, 2020. С. 283-295.

27. Корнейчук Л. Економічний ріст та сталий розвиток. *Економіка України*. 2008. №4. С. 82–90.

28. Котлер Ф., Лі Н. Корпоративна соціальна відповідальність. *Як зробити якомога більше добра для вашої компанії та суспільства*/пер. з англ. С. Яринич. Київ: Стандарт, 2005. С.4.

29. Кунанець Н. Е., Небесний Р. М., Мацюк О. В. Особливості формування цілей соціальних та соціокомунікаційних складових у проектах «розумних міст». *Інформаційні системи та мережі*. Вип. 854. № 1. 2016. URL: <http://science.lpnu.ua/uk/sisn/vsi-vypusky/vypusk-854-2016/osoblyvosti-formuvannya-ciley-socialnyh-ta-sociokomunikaciynyh> (дата звернення: 18.02.2021).

30. Кунанець Н., Пасічник В., Химич Г. Досвід реалізації проектів класу «Розумне місто» на основі інформаційних і телекомунікаційних технологій. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2016. № 14. С. 17–37. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vldubzh_2016_14_4 (дата звернення: 09.04.2019).

31. Моліна О. В., Осипов В. М. Сталий соціально-економічний розвиток регіону: аналіз підходів та інструментів оцінки. *Регіональна економіка*. 2010. № 4. С. 25–32.

32. Надежденко А. О., Коваленко В. Я., Кучерова А. М. Реалізація концепції «розумного міста» в Україні. *Публічне управління і адміністрування в Україні*. Вип. 20. Секція 4: місцеве самоврядування. 2020. URL: <http://www.pag-journal.iei.od.ua/archives/2020/20-2020/20.pdf> (дата звернення: 12.01.2021).

33. Павліха Н. В., Войчук М. В. Організаційно-економічні засади управління сталим розвитком міста: монографія. Луцьк: Вежа-Друк, 2019. 256 с.

34. Павліха Н., Войчук М., Коломечюк В. Особливості розвитку малого і середнього бізнесу в Канаді: перспективи для України. // *Україна-Канада: Матеріали I Міжнародного науково-практичного конгресу з канадознавства*. – 2018. – С. 112–116.

35. Павліха Н., Коломечюк В. Соціальна відповідальність бізнесу як каталізатор розвитку розумних міст. - Н. Павліха, В. Коломечюк. // *Проблеми розвитку малих відкритих економік: матеріали виступів Всеукр. форуму з проблем міжнар. екон. відносин* (в онлайн-форматі). 18 квіт. 2018 р. Житомир: ЖДТУ, 2018. – С. 91–95.

36. Партнерства заради цілей. *Національні завдання. Про глобальні цілі*. URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/partnerships-for-the-goals#національні-завдання> (дата звернення: 27.11.2020).

37. Позднякова А. М. Впровадження концепції розумних сталих міст в Україні: особливості та рекомендації. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2019. № 2. С. 49–57. DOI: <https://doi.org/10.32782/2520-2200/2019-2-33>

38. Поліщук В. Г., Богун Л. В. Активізація сталого розвитку міст на основі сучасних технологій у системі *smart city*. Миколаївський нац. ун-т

ім. В. О. Сухомлинського. *Глобальні та національні проблеми економіки*. Вип. 8. 2015. URL: <http://global-national.in.ua/archive/8-2015/164.pdf> (дата звернення: 21.02.2021).

39. Портер М. Конкуренція [пер. с англ.]. Москва: Издат. дом «Вильямс», 2005. 608 с.

40. Пчелинцев О. С. Региональная экономика в системе устойчивого развития. Ин-т народнохозяйственного прогнозирования РАН. Москва: Наука, 2004. 258 с.

41. Регіональні рахунки. Держстат України: сайт. Київ. 1998–2021. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua> (дата звернення: 17.02.2021).

42. Сментина Н. В. Особливості методології стратегічного планування в системі державного управління соціально-економічним розвитком територій. *Вісник Сумського державного університету. Серія: Економіка*. 2013. № 4. С. 67–80.

43. Сталі міста та громади. *Національні завдання. Про глобальні цілі*. URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/sustianable-cities-and-communities#національні-завдання> (дата звернення: 27.11.2020).

44. Тур О. В. Концепція розумного міста як основа забезпечення сталого розвитку територій. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. Вип. 4 (15). 2018. URL: https://ndc-ipr.org/media/publications/files/Tur_Development-2018_415-pages-297_300.pdf (дата звернення: 15.03.2021).

45. Федулова Л. І. Інклюзивні інновації в системі соціально-економічного розвитку. *Економіка: реалії часу*. 2016. № 3 (25). С. 56–65.

46. Філіпенко А. С. Глобальні форми економічного розвитку: історія і сучасність. Київ: Знання, 2007. 670 с.

47. Цимбалюк І. О. Генезис теорії інклюзивного розвитку регіону/Причорноморські економічні студії. 2019. Вип. 47-2. DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.47-39>

48. Чиста вода та санітарія. *Національні завдання. Про глобальні цілі.* URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/clear-water-and-sanitation#національні-завдання> (дата звернення: 26.11.2020).

49. Чукут С. А., Дмитренко В. І. Смарт-сіті чи електронне місто: сучасні підходи до розуміння впровадження е-урядування на місцевому рівні. *Інвестиції: практика та досвід.* 2016. № 13. С. 89–93.

50. Шовгенов Т. М. Основные аспекты устойчивости региональных социально-экономических систем. URL: <http://region.mcnp.ru> (дата звернення: 08.02.2021).

51. Якісна освіта. *Національні завдання. Про глобальні цілі.* URL: <http://sdg.org.ua/ua/pro-hlobalni-tsili/quality-education#національні-завдання> (дата звернення: 26.11.2020).

52. «EUROPE 2020» A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. *European Commission.* – 33. – URL: <https://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%2020007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf> (дата звернення: 08.01.2021).

53. 22@ Barcelona. Barcelona Urban Lab. URL: <http://www.22barcelona.com/content/view/698/897/lang,en/> (дата звернення: 07.12.2020).

54. Abrate G., Piacenza M., Vannoni D. The impact of Integrated Tariff Systems on public transport demand: Evidence from Italy. *Regional Science and Urban Economics.* 39. 2009. P. 120–127.

55. Alcatel-Lucent Market and Consumer Insight Team. *Getting smart about smart cities understanding the market opportunity in the cities of tomorrow.* 2012 URL: <http://www.tmcnet.com/tmc/whitepapers/documents/whitepapers/2013/7943-alcatel-lucent-getting-smart-smart-cities-recommendations-smart.pdf> (дата звернення: 27.11.2020).

56. Ali I., Son H. Defining and measuring inclusive growth: application to the Philippines. *Asian Development Bank. ERD working paper series*. Vol. 98.

57. Amsterdam digital city or DDS (De Digitale Stad, Dutch for The Digital City). URL: <https://waag.org/en/project/digital-city-dds> (дата звернення: 16.11.2020).

58. An Innovative Solution for a Sustainable Environment. What are the heating and cooling urban networks? URL: <http://www.redesurbanascaloryfrio.com/en> (дата звернення: 29.10.2020).

59. Anthopoulos L., Fitsilis P. Smart cities and their roles in city competition: A classification. *International Journal of Electronic Government Research (IJEGR)*. 2014. 10(1). P. 67–81.

60. Anthopoulos L., Fitsilis P. Using classification and roadmapping techniques for smart city viability's realization. *Electronic Journal of e-Government*. 2013 11(1). P. 326–336.

61. Anttiroiko A.-V., Valkama P., Bailey S. J. Smart cities in the new service economy: Building platforms for smart services. *Artificial Intelligence and Society*. 2014. – 29. P. 323–334.

62. Bakkes J. A. An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives. URL: https://www.researchgate.net/publication/27452830_An_Overview_of_Environmental_Indicators_State_of_the_Art_Perspective (дата звернення: 30.10.2020).

63. Barrionuevo J. M., Berrone P., Ricart J. E. Smart Cities, Sustainable Progress. *IESE Insight*. 2012. Vol. 14. P. 50–57.

64. Beirão G., Sarsfield Cabral J. Enhancing service quality in public transport systems. Urban Transport XII: Urban Transport and the Environment in the 21st Century. *WIT Transactions on The Built Environment*. Vol. 89. 2006. WIT Press. DOI:10.2495/UT060811.

65. Bianchi F. Integrated Fare Systems for Local Public Transport: A Regional Prospective. *52nd Congress of the European Regional Science Association: «Regions in Motion – Breaking the Path»*. August, 21–25, 2012. Bratislava, Slovakia.

66. Canitez F., Alpkokin P., Black J. A. Agency costs in public transport systems: Net-cost contracting between the transport authority and private operators – impact on passengers. *Cities*. 86. P. 154–166.

67. Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. Smart cities in Europe. *Journal of Urban Technology*. 2011. 18 (2).

68. Caragliu A., Del Bo C., Nijkamp P. Smart Cities in Europe. *Journal of Urban Technology*. 2011 Vol. 18. № 2, P. 65–82.

69. Cascetta E., Carteni A. A Quality-Based Approach to Public Transportation Planning: Theory and a Case Study. *International Journal of Sustainable Transportation*. January, 2014. DOI: 10.1080/15568318.2012.758532.

70. Checked out for yourself: How did we use the Kyiv Smart Card electronic ticket for a month. URL: https://bzh.life/ua/gorod/provereno-na-sebe-kak-my-mesyats-polzovalis-elektronnym-biletom-kyiv-smart-card?utm_source=facebook&utm_medium=post&utm_campaign=article&fbclid=IwAR3SnZZrYXbwbwaeQj3uvuGjR8fL9nqYVbH77WMKArBWP51DxztP6cNfBy4 (дата звернення: 16.02.2021).

71. Chowdhury S., Ceder A. Definition of Planned and Unplanned Transfer of Public Transport Service and User Decisions to Use Routes with Transfers. *Journal of Public Transportation*. Vol. 16. № 2, 2013.

72. CIVITAS INSIGHT. Integrated ticketing and fare policy for public transport. *CIVITAS Insight* № 12. May 2016. URL: <https://civitas.eu/content/civitas-insight-12-integrated-ticketing-and-fare-policy-public-transport> (дата звернення: 12.11.2020).

73. CIVITAS. MIMOSA. Measure Evaluation Results BOL 2.1 Integrated PT Fare System. P. 18. URL: https://civitas.eu/sites/default/files/mimosa_bol_2_1_mrt_pointer-f.pdf (дата звернення: 16.11.2020).

74. Cohen Boyd. The Smart City Wheel. URL: <https://www.smart-circle.org/smartcity/blog/boyd-cohen-the-smart-city-wheel/> (дата звернення: 11.01.2021).

75. Concept «Kyiv Smart City 2020». URL: <https://www.kyivsmartcity.com/en/concept-2-2/> (дата звернення: 20.12.2020).

76. Copenhagen Smart City. URL: http://www.almanac-project.eu/downloads/M2M_Workshop_Presentations/Session%204/Mia_Copenhagen_smart_city_2015.pdf (дата звернення: 02.11.2020).

77. Decision of the Kyiv City Council dated December 21, 2006 N 516/573 On Approval of the Program for the Construction of an Automated Payment System for Urban Passenger Transport, taking into account the Civil Benefit Categories «Social Transport Card». URL: <https://ips.ligazakon.net/document/view/MR060967?an=2> (дата звернення: 08.02.2021).

78. Decision of the Kyiv City Council dated July 2, 2015 N 654/1518 On Approval of the Integrated City Target Program «Electronic Capital» for 2015-2018. URL: http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/MR150690.html (дата звернення: 09.02.2021).

79. Development. United Nations. Implementation Plan of the World Summit on Sustainable. URL: http://www.un.org/ru/events/pastevents/pdf/plan_wssd.pdf (дата звернення: 15.09.2020).

80. Douglas N. A Discussion and Update on Integrated Fares and Electronic Ticketing in NZ. *Conference Paper*. October 2009.

81. Draft of the order of the Kyiv city state administration «On approval of the functioning of the automated system of payment of fares in urban public transport regardless of ownership». URL: https://kyivcity.gov.ua/publiczna_informatsiia_Tag_166122/proekt_rozporyadzhennya_kmda_pro_zatverdzhennya_poryadku_funktsionuvannya_avtomatizovano_sistemi_obliku_oplaty_prozdu_v_miskomu_pasazhirskomu_transporti_nezalezho_vid_form_vlasnosti.html (дата звернення: 12.02.2021).

82. Draft of the order of the Kyiv city state administration «On approval of the functioning of the automated system of payment of fares in urban public transport regardless of ownership». URL: https://kyivcity.gov.ua/publiczna_informatsiia_Tag_166122/proekt_rozporyadzhennya_kmda_pro_zatverdzhennya_poryadku_funktsionuvannya_avtomatizovano_sistemi_obliku_oplaty_prozdu_v_miskomu_pasazhirskomu_transporti_nezalezho_vid_form_vlasnosti.html (дата звернення: 13.02.2021).

83. Edvinsson L. Aspects on the city as a knowledge tool. *Journal of Knowledge Management*. 2006. 10(5). P. 6–13. DOI:10.1108/13673270610691134.

84. Eger J. M. Smart growth, smart cities, and the crisis at the pump a worldwide phenomenon. *I-Ways*. 2009. Vol. 32. № 1, P. 47-53.

85. Ellenberg M. Proceedings of the 6th World Congress on ITS. *Urban Tolls and Public*. November, 1999.

86. Ending Poverty and Sharing Prosperity. Global Monitoring Report 2014/15. – Washington DC: International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, 2015. URL: <http://www.worldbank.org/en/publication/global-monitoring-report> (дата звернення: 27.01.2021).

87. Environment. European Green Capital. URL: <http://ec.europa.eu/environment/europeangreencapital/winning-cities/2014-copenhagen/> (дата звернення: 24.08.2020).

88. Estonian Smart City Cluster. Solutions. URL: <http://smartcitylab.eu/solutions> (дата звернення: 20.08.2020).

89. European Commission. Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth. Brussels, EC, 2010. URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:52010DC2020> (дата звернення: 19.09.2020).

90. European Telecommunications Standards Institute. URL: www.etsi.org (дата звернення: 18.08.2020).

91. Frost & Sullivan: Global Smart Cities market to reach US\$1.56 trillion by 2020. URL: <https://ww2.frost.com/news/press-releases/frost-sullivan-global-smart-cities-market-reach-us156-trillion-2020> (дата звернення: 10.02.2021).

92. Giffender R., Fertner C., Kramar H., Kalasek R., Pichler-Milanović N., Meijers E. Smart cities: ranking of European medium-sized cities. Vienna: Centre of Regional Science – Vienna UT, 2007.

93. Goldstein P. GSMA picks Barcelona to host Mobile World Congress through. 2018. URL: <https://www.fiercewireless.com/wireless/gsma-picks-barcelona-to-host-mobile-world-congress-through-2018> (дата звернення: 09.08.2020).

94. Graham S., Aurigi A. Virtual Cities, Social Polarization, and the Crisis in Urban Public Space. *The Journal of Urban Technology*. 1997. 4. P. 19-52. doi.org/10.1080/10630739708724546.

95. Gregory M. Mobile World Congress: What to expect from Barcelona. URL: <http://www.bbc.com/news/technology-26291674> (дата звернення: 10.08.2020).

96. Gretzel U., Werthner H., Koo C., Lamsfus C. Conceptual foundations for understanding smart tourism ecosystems. *Computers in Human Behavior*. 2015. 50. P. 558–563.

97. Guan L. Smart Steps To A Battery City. *Government News*. 2012. Vol. 32. №. 2. P. 24-27.

98. Hall R. E. The vision of a smart city. In Proceedings of the 2nd International Life Extension Technology Workshop. Paris, France, September 28, 2000.

99. Harrison C., Eckman B., Hamilton R., Hartswick P., Kalagnanam J., Paraszczak J., Williams P. Foundations for Smarter Cities. *IBM Journal of Research and Development*. 2010. 54 (4).

100. Hollands R. G. Will the real smart city please stand up? *City: Analysis of Urban Trend, Culture, Theory, Policy, Action*. 2008. 12(3). P. 303–320.

101. Hollands R. Will the real smart city stand up? Creative, progressive, or just entrepreneurial? *Cities*. 2008. 12(3). P. 320.

102. Hollands R.G. City: analysis of urban trends, culture, theory, policy, action, Vol. 12, №. 3.

103. Integrated Program for the Development of the Financial Sector in Ukraine. URL: <https://bank.gov.ua/doccatalog/document?id=73007243> (дата звернення: 04.03.2021).

104. International Telecommunication Union. Smart sustainable cities: An analysis of definitions, Focus Group Technical Report. 2014. URL: <http://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx> (дата звернення: 12.09.2020).

105. Ishida T. Digital city, smart city and beyond. In *The Proceedings of the 26th World Wide Web International Conference (WWW17)*. Perth, Australia, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1145/>.

106. Ishida, T. (2002) Digital city Kyoto. *Communications of the ACM*, Vol. 45, No. 7, pp.78-81.

107. Ivashchuk M. The Kyiv city state administration named the terms for launching a single electronic ticket in Kyiv. *The Village*. 2018. URL: <https://www.the-village.com.ua/village/city/city-news/267081-u-kmda-nazvali-termini-zapusku-edinogo-elektronnoho-kvitka-v-kievi> (дата звернення: 15.01.2021).

108. Ivashchuk M. The launch of a single electronic ticket in Kyiv has been postponed. *The Village*. 2018. URL: <https://www.the-village.com.ua/village/city/city-news/268757-zapusk-edinogo-elektronnogo-kvitka-v-kievi-perenesli> (дата звернення: 15.01.2021).

109. James S. Put the Passenger First in Integrated Transport. *Rapid Transit Review*. 2001, September. P. 77–71.

110. Jiménez Serpa J. C., Rojas Sánchez A. E., Salas Rondón M. H. Tariff Integration for Public Transportation in the Metropolitan Area of Bucaramanga. 2015. *INGE CUC*. Vol. 11. №. 1. P. 25-33.

111. Kahn M. Concepts, definitions, and key issues in sustainable development: the outlook for the future. *Proceedings of the 1995 International Sustainable Development Research Conference*. Manchester, England. March 27–28, 1995. P. 2-13.

112. Kanter R. M., Litow S. S. Informed and interconnected: A manifesto for smarter cities. *Harvard Business School General Management Unit Working Paper*. 2009. P. 09–141.

113. Klein C., Kaefer G. From smart homes to smart cities: Opportunities and challenges from an industrial perspective. *In Proceedings of the 8th International Conference, SMART*. 2008.

114. Kolomechiuk, V. Barriers and Challenges for the Implementation of the Integrated Tariff in Ukraine on the Case of Kyiv City. *Economic and Regional Studies*. 2019. 12(4). P. 428–443. <https://doi.org/10.2478/ers-2019-0038>.

115. Kolomechiuk, V. Priorities of Canada urban development: from sustainable to smart cities. *International Journal of New Economics and Social Sciences*. 2018. 8(2). P. 181–183. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9942>.

116. Komelina O., Dubishchev V., Lysenko M., Panasenko N. Ukraine unified transport system potential and its development management effectiveness integral assessment. *International Journal of Engineering and*

Technology (UAE). Vol. 7, Issue 4.3. Special Issue 3, 2018. P. 633-638. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.29.13988

117. Komninos N. *Intelligent Cities: Innovation, Knowledge Systems, and Digital Spaces*. 2002. *Spon Press*. P. 301.

118. Komninos N. Intelligent cities: Towards interactive and global innovation environments. *International Journal of Innovation and Regional Development*. 1(4). January 2009.

119. Komninos N. Intelligent cities: Variable geometries of spatial intelligence. *Intelligent Buildings International*. 2011. Vol. 3. № 3, P. 172–188.

120. Kourtit K. Nijkamp P. Smart cities in the innovation age. *Innovation: The European Journal of Social Sciences*. 2012. Vol. 25. №. 2, P. 93–95.

121. Kourtit K., Nijkamp P. Arribas D. Smart cities in perspective – a comparative European study by means of self-organizing maps. *Innovation: The European Journal of Social Sciences*. 2012. 25. №. 2, P. 229–46.

122. Law of Ukraine «On payment systems and transfer of funds in Ukraine». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2346-14?lang=en#Text> (дата звернення: 04.12.2020).

123. Lazaroiu G. C., Roscia M. Definition methodology for the smart cities model. *Energy*. 2012. Vol. 47. №. 1. P. 326–332.

124. Lee J. H., Hancock M. G., Hu M. C. Towards an effective framework for building smart cities: Lessons from Seoul and San Francisco. *Technological Forecasting and Social Change*. 2014. 89. P. 80–99.

125. Lee J., Phaal R., Lee S. An integrated service-device-technology roadmap for smart city development. *Technological Forecasting and Social Change*. 2013. Vol. 80. № 2, P. 286–306.

126. Lombardi P., Giordano S., Farouh H., Yousef W. Modelling the smart city performance. *Innovation: The European Journal of Social Science Research*. 2012. Vol. 25. № 2. P. 137–149.

127. Maheshwari D., Janssen M. Reconceptualizing measuring, benchmarking for improving interoperability in smart ecosystems: The effect of ubiquitous data and crowdsourcing. *Government Information Quarterly*. 2014. 31. P. 84–92.

128. Mahizhnan A. Smart cities: The Singapore case. *Cities*. 1999. Vol. 16. № 1. P. 13.

129. Management of Cyber Physical Objects in the Future Internet of Things / Antonio Guerrieri, Valeria Loscri, Anna Rovella, Giancarlo Fortino. Heidenberg; New York, 2016. P.158.

130. Metropolitans de Barcelona. URL: <https://www.tmb.cat/ca/home> (дата звернення: 10.08.2020).

131. Ministry of Infrastructure of Ukraine. Drive Ukraine 2030. URL: <https://mtu.gov.ua/files/projects/str.html> (дата звернення: 15.03.2021).

132 Ministry of Infrastructure of Ukraine. National Transport Strategy – 2030. URL: https://mtu.gov.ua/files/for_investors/230118/National%20Transport%20Strategy%20of%20Ukraine.pdf (дата звернення: 20.03.2021).

133. Mobile ID. La identitat digital ciutadana al mòbil. URL: <http://www.mobileid.cat/ca/> (дата звернення: 12.08.2020).

134. Nam T., Pardo T. Conceptualizing Smart City with Dimensions of Technology, People, and Institutions. *The Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research*. 2011. URL: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2037556.2037602> (дата звернення: 16.02.2021).

135. Navigating towards the Safe City. *Tetra today*. 2013. Issue 15. URL: <http://tetratoday.com/news/navigating-towards-the-safe-city> (дата звернення: 04.10.2020).

136. OCDE/GD (93) 179. Environment monographs № 83. OECD Core set of indicators for environmental performance reviews. A synthesis report by the Group on the State of the Environment. URL:

[http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCD/E/GD\(93\)179&docLanguage=En](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=OCD/E/GD(93)179&docLanguage=En) (дата звернення: 18.12.2020).

137. Olivková I. Comparison and Evaluation of Fare Collection Technologies in the Public Transport. *Procedia Engineering*. 178. 2017. P. 515 – 525.

138. Open Data BCN. Servei de dades obertes de l'Ajuntament de Barcelona. URL: <http://opendata-ajuntament.barcelona.cat/> (дата звернення: 14.08.2020).

139. Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development. URL: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/42/427&Lang=E (дата звернення: 19.01.2021).

140. Pardo T., Taewoo N. Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research*. New York: ACM. 2011. P. 282–291.

141. Participatory budgeting project. URL: <https://www.participatorybudgeting.org/what-is-pb/> (дата звернення: 03.07.2020).

142. Pavlikha N., Kolomechiuk V. Ecological security of smart cities development: reality and expectations – *International and National Security: Politics, Information, Ecology, Economy: collective monograph*/ ed. by A. Mytko. Kyiv: МРВР «Hordon», 2018. P. 206-215.

143. Pavlikha N., Kolomechiuk V. Patterns and Dynamics of the Formation of Smart Cities in the World and in Ukraine / N. Pavlikha, V. Kolomechiuk // *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. - 2018. - № 2. - С. 42-47.

144. Pavlikha N., Tsymbaliuk I., Voichuk M., Kolomechiuk V. City marketing as the integrated development instrument: sustainable development

and smart growth - *2nd International Scientific Conference on Business and Economics (ISCBE'18) «Business Education in the 21st Century»*, May 25, 2018 Tetovo, Republic of Macedonia. P. 32.

145. Pavlikha N., Voichuk M., Kolomechiuk V. Leipzig Charta: sustainable city development for smart future perspective in European Union // *Collective monograph*. – 2018. – P. 117–127.

146. Besselaar P., Beckers D. Demographics and Sociographics of the Digital City. Community Computing and Support Systems. *Lecture Notes in Computer Science, Springer*. 1998. Vol 1519. Berlin, Heidelberg.

147. Saliara K. Public Transport Integration: the Case Study of Thessaloniki, Greece. *Mobil. TUM 2014 «Sustainable Mobility in Metropolitan Regions»*. May 19–20, 2014.

148. Smart Cities. The World's 5 Smartest Cities. URL: <http://www.ioti.com/smart-cities/world-s-5-smartest-cities> (дата звернення: 09.10.2020).

149. Smart District Guidelines. Executive Brief. URL: http://smartdubai.ae/districtguidelines/Smart_Dubai_District_Guidelines_Public_Brief.pdf (дата звернення: 15.10.2020).

150. Solutions Factsheet 1.9 Integrated Fare Systems. URL: www.urban-mobility-solutions.eu (дата звернення: 13.02.2021).

151. Strategic Plan for the City of London 2015-2019. URL: <https://www.london.ca/business/Planning-Development/current-topics/Documents/Strategic-Plan-2015-2019.pdf> (дата звернення: 18.10.2020).

152. The 2017 Global Startup Ecosystem Report. URL: <https://startupgenome.com/report2017/> (дата звернення: 28.07.2020).

153. The Cluster Initiative Greenbook: New Findings on the Process of Cluster-Based Economic Development. 2003. P. 93.

154. The Copenhagen Wheel. URL: <http://senseable.mit.edu/copenhagenwheel/index.html> (дата звернення: 19.08.2020).

155. The Law of Ukraine «On Amendments to Certain Legislative Acts of Ukraine regarding the introduction of an automated payment system for the payment of fares in urban public transport». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1812-19?lang=en> (дата звернення: 10.03.2021).

156. Thuzar M. Urbanization in South East Asia: developing smart cities for the future? *Regional Outlook*. 2011. P. 96–100.

157. Tsymbaliuk I., Voichuk M., Kolomechiuk V., Uniga O. Labor market development as a prerequisite for smart city formation. *International Journal of New Economics and Social Sciences*. 2018. 8 (2). P. 111–112. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9928>.

158. Tunik Y. 2018. A single electronic ticket will run in test mode from November 1. *The Village*. 2018. URL: <https://www.the-village.com.ua/village/city/city-news/277961-ediniy-elektronniy-kvitok-zapratsyue-u-testovomu-rezhimi-z-1-listopada> (дата звернення: 05.01.2021).

159. Turner P., Smith B. Integrated Electronic Fare Collection – Field of Dreams? *Proceedings of 8th World Congress on Intelligent Transport Systems*. 2001, October 4. Sydney, Australia.

160. Urban innovation. Cities turn to technology for smarter resource management. URL: <http://gelookahead.economist.com/urban-innovation-3/> (дата звернення: 26.01.2021).

161. Urban ITS expert group. Best practices in urban ITS. P. 134–137. URL: https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/its/road/action_plan/doc/2013-urban-its-expert_group-best-practice-collection.pdf (дата звернення: 30.11.2020).

162. Van Bastelaer B. (1998). Digital cities and transferability of results. *In The Proceedings of the 4th EDC conference on digital cities*. 1998. Salzburg, P. 61–70.

163. What are smart cities? European Commission. URL: https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en (дата звернення: 06.05.2020).

164. What is the difference between a green field and a brown field investment? URL: <http://investopedia.com/ask/answers/043015/what-difference-between-green-field-and-brown-field-investment.asp> (дата звернення: 25.07.2020).

165. Windecker A. Defining the Gross Cost and Net Cost Options for New Delhi Public Transport. *Journal of Public Transportation*. Vol. 5. № 1. 2002.

166. Winters J. V. Why are smart cities growing? Who moves and who stays. *Journal of Regional Science*. 2011. Vol. 51. № 2. P. 253–70.

167. World population projected to reach 9.8 billion in 2050, and 11.2 billion in 2100 – says UN. URL: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/blog/2017/06/world-population-projected-to-reach-9-8-billion-in-2050-and-11-2-billion-in-2100-says-un/> (дата звернення: 27.03.2020).

168. WWF Global. Barcelona solar energy. URL: <http://wwf.panda.org/?204380/Barcelona-solar-energy> (дата звернення: 21.08.2020).

169. Yershova O. L., Bazhan L. I. Smart City: Concept, Models, Technologies, Standardization. *Statistics of Ukraine*. 2020. 89 (2-3). P. 68–77. DOI: [https://doi.org/10.31767/su.2-3\(89-90\)2020.02-03.08](https://doi.org/10.31767/su.2-3(89-90)2020.02-03.08)

170. Zygiaris S. Smart City Reference Model: Assisting Planners to Conceptualize the Building of Smart City Innovation Ecosystems. *Journal of the Knowledge Economy*. 2013. Vol. 4. № 2. P. 217–231.

ДОДАТКИ

Додаток А

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

**Статті в наукових виданнях та виданнях, внесених до
наукометричних баз даних**

1. Коломечюк В. Методичні підходи до діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста. *Інноваційна економіка*. 2021. №3-4 (2021). С. 103–109. [фахове видання категорії Б, *Index Copernicus*] (0,78 д.а.).

2. Pavlikha N., Kolomechiuk V. Patterns and Dynamics of the Formation of Smart Cities in the World and in Ukraine / N. Pavlikha, V. Kolomechiuk // *Економічний часопис Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки*. - 2018. - № 2. - С. 42-47. [фахове видання, *Index Copernicus*] (Особистий внесок автора: здійснено порівняльний аналіз основних здобутків у впровадженні розумних міст в Україні та світі, зокрема на прикладі країн Європейського Союзу: 0,54 д.а., автору належить 0,40 д.а.).

3. Tsymbaliuk, I., Voichuk, M., Kolomechiuk, V., & Uniga, O. (2018). Labor market development as a prerequisite for smart city formation. *International Journal of New Economics and Social Sciences*, 8 (2), 111–112. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9928> [*Index Copernicus*]. (Особистий внесок автора: за результатами проведеного аналізу розвитку регіональних ринків праці автором визначені перспективи становлення «розумних міст»: 0,48 д.а., автору належить 0,11 д.а.)

4. Kolomechiuk, V. (2018). Priorities of Canada urban development: from sustainable to smart cities. *International Journal of New Economics and*

Social Sciences, 8(2), 181–183. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0012.9942>. [Index Copernicus] (0,49 д.а.).

5. Kolomechiuk, V. (2019). Barriers and Challenges for the Implementation of the Integrated Tariff in Ukraine on the Case of Kyiv City. Economic and Regional Studies / Studia Ekonomiczne i Regionalne, 12(4), 428–443. <https://doi.org/10.2478/ers-2019-0038>. [Index Copernicus] (1,9 д.а.).

Статті в наукових періодичних виданнях інших держав

1. Pavlikha N., Tsymbaliuk I., Voichuk M., Kolomechiuk V. City marketing as the integrated development instrument: sustainable development and smart growth - *2nd International Scientific Conference on Business and Economics (ISCBE'18) "Business Education in the 21st Century"*, May 25, 2018 Tetovo, Republic of Macedonia. Pg. 32. (0,03 д.а.).

Розділи у колективних монографіях

1. Pavlikha N., Kolomechiuk V. Ecological security of smart cities development: reality and expectations – *International and National Security: Politics, Information, Ecology, Economy: collective monograph*/ ed. by A. Mytko. Kyiv: MPBP “Hordon”, 2018. Pg. 206-215. (Особистий внесок автора: проаналізовано фактори, що визначають сучасне розумне екомісто, а також вивчено досвід країн, що реалізують концепцію розумного міста із впровадженням безпекових та екологічних елементів: 0,47 д.а., автору належить 0,35 д.а.).

2. Pavlikha N., Voichuk M., Kolomechiuk V. Leipzig Charta: sustainable city development for smart future perspective in European Union // *Collective monograph*. – 2018. – Pg. 117–127. (Особистий внесок автора: проаналізовано комплексний сталий розвиток міст на основі нормативно-правових документів: 0,44 д.а., автору належить 0,14 д.а.).

Опубліковані праці апробаційного характеру

1. Павліха Н., Коломечюк В. Соціальна відповідальність бізнесу як каталізатор розвитку розумних міст. - Н. Павліха, В. Коломечюк. //

Проблеми розвитку малих відкритих економік: матеріали виступів Всеукр. форуму з проблем міжнар. екон. відносин (в онлайн-форматі). 18 квіт. 2018 р. Житомир: ЖДТУ, 2018. – С. 91–95. (Особистий внесок автора: досліджено активізацію інноваційного розвитку бізнесу, що в результаті дає поштовх розвитку людського капіталу, інфраструктури та навколишнього природного середовища. Виявлено, що розвиток розумних міст неможливий без тісної взаємодії міста та бізнес сфер, що впливають на функціонування міських елементів: 0,23 д.а., автору належить 0,13 д.а.).

2. Коломечюк В. Світовий досвід щодо формування розумних міст. - *Сучасні тренди міжнародних економічних відносин & Управління проектами Європейського Союзу. матеріали Міжнар. наук.-практ. конф. 20–22 верес., 2018 р. Луцьк: Вежа-Друк, 2018. С. 241–245. (0,21 д.а.).*

3. Войчук М., Коломечюк В. Управління трансформаційними проектами в сучасному місті: європейський досвід. - *Збірник наукових праць Всеукраїнської науково-практичної конференції «Управління соціально-економічними трансформаціями у сучасному місті» – Київ: 2018. С. 5-7. (Особистий внесок автора: досліджено кращі практики Європейського Союзу у сфері управління трансформаційними проектами в сучасному місті: 0,13 д.а., автору належить 0,06 д.а.).*

4. Павліха Н., Войчук М., Коломечюк В. Особливості розвитку малого і середнього бізнесу в Канаді: перспективи для України. // *Україна-Канада: Матеріали I Міжнародного науково-практичного конгресу з канадознавства. – 2018. – С. 112–116. (Особистий внесок автора: досліджено відмінності між розвитком малого і середнього бізнесу у містах Канади та України, а також формування відповідного бізнес-клімату: 0,17 д.а., автору належить 0,05 д.а.).*

5. Коломечюк В. Підтримка ефективності управління проектами: інструменти формування та розвитку розумних міст. – *Сучасні тренди*

підготовки фахівців з управління проектами та програмами: матеріали підсумкової наук.-практ. конф. 23 квіт. 2018 р. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-т. імені Лесі Українки, 2018. – С. 82–86. (0,20 д.а.).

6. Коломечюк В., Лугова М. Транспорт. Європейський Союз. Частина 2. Сфери діяльності Європейського Союзу. Тема 20. Транспорт/Європейський Союз: навч. посіб. / [А. О. Бояр (кер. авт. кол.), Н. П. Карпчук, Н. І. Романюк та ін.]; за ред. А. О. Бояра, С. В. Федонюка. Київ: ФОП Маслаков, 2020. С. 283-295. *(Особистий внесок автора: проаналізовано та досліджено нормативно-правову базу транспортної системи Європейського Союзу. Здійснено порівняльну характеристику фундаментальних проектів ЄС у сфері транспорту. Виокремлено розумну мобільність, як пріоритетну галузь розвитку транспортної системи ЄС: 0,59 д.а., автору належить 0,39 д.а.).*

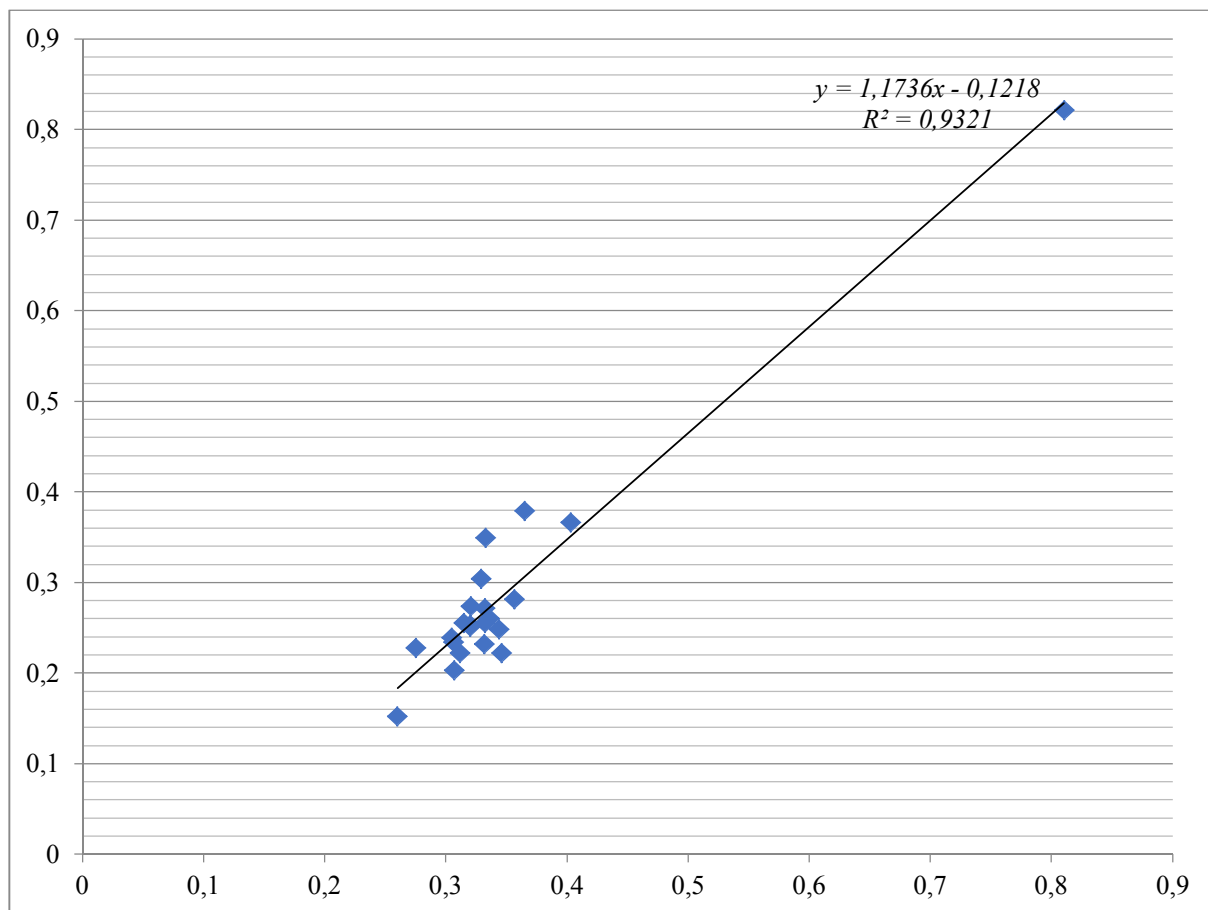


Рис. Б1. Кореляційне поле залежності між частковим індексом соціальних передумов та інтегральним індексом сталого розвитку розумних міст на мікрорівні в Україні

Додаток В

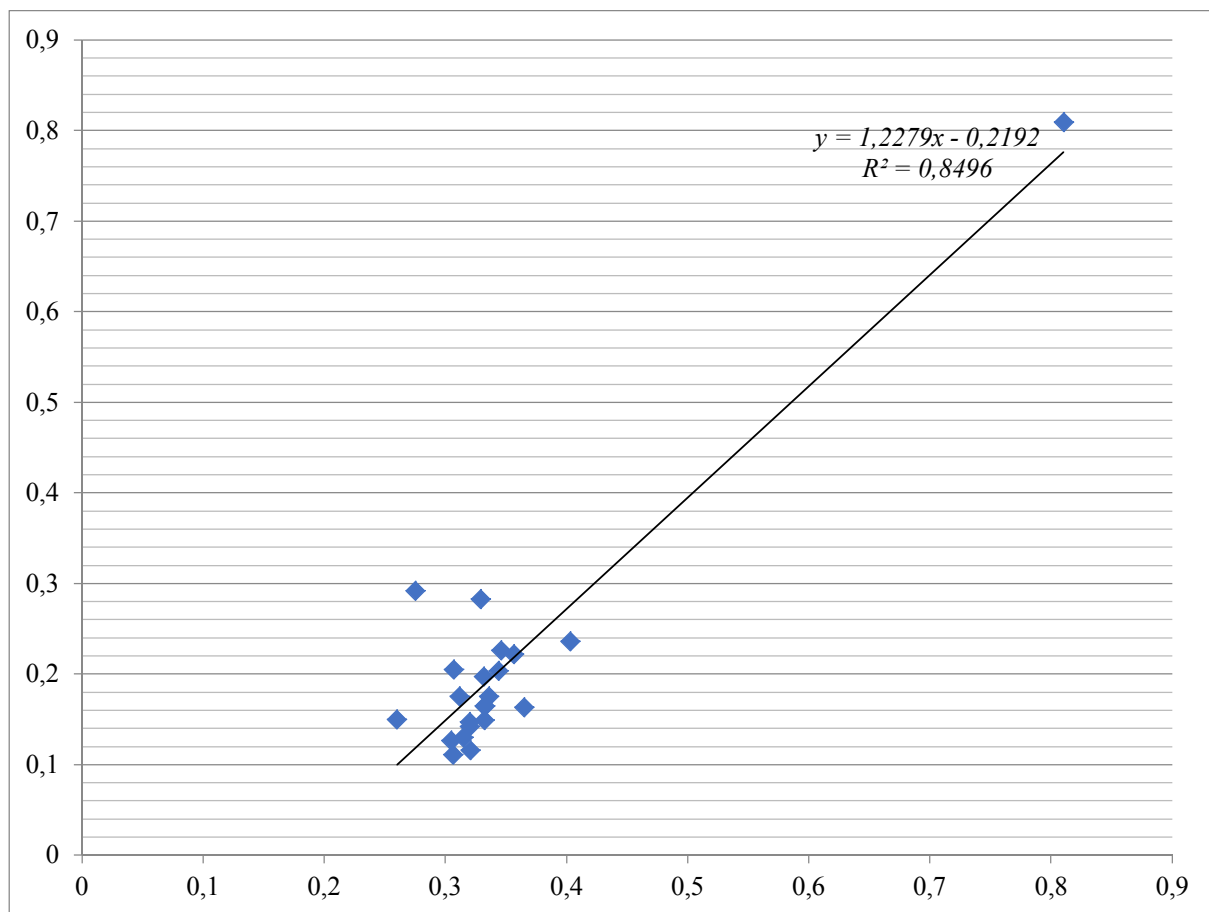


Рис. В1. Кореляційне поле залежності між частковим індексом економічних передумов та інтегральним індексом сталого розвитку розумних міст на мікрорівні

Додаток Д

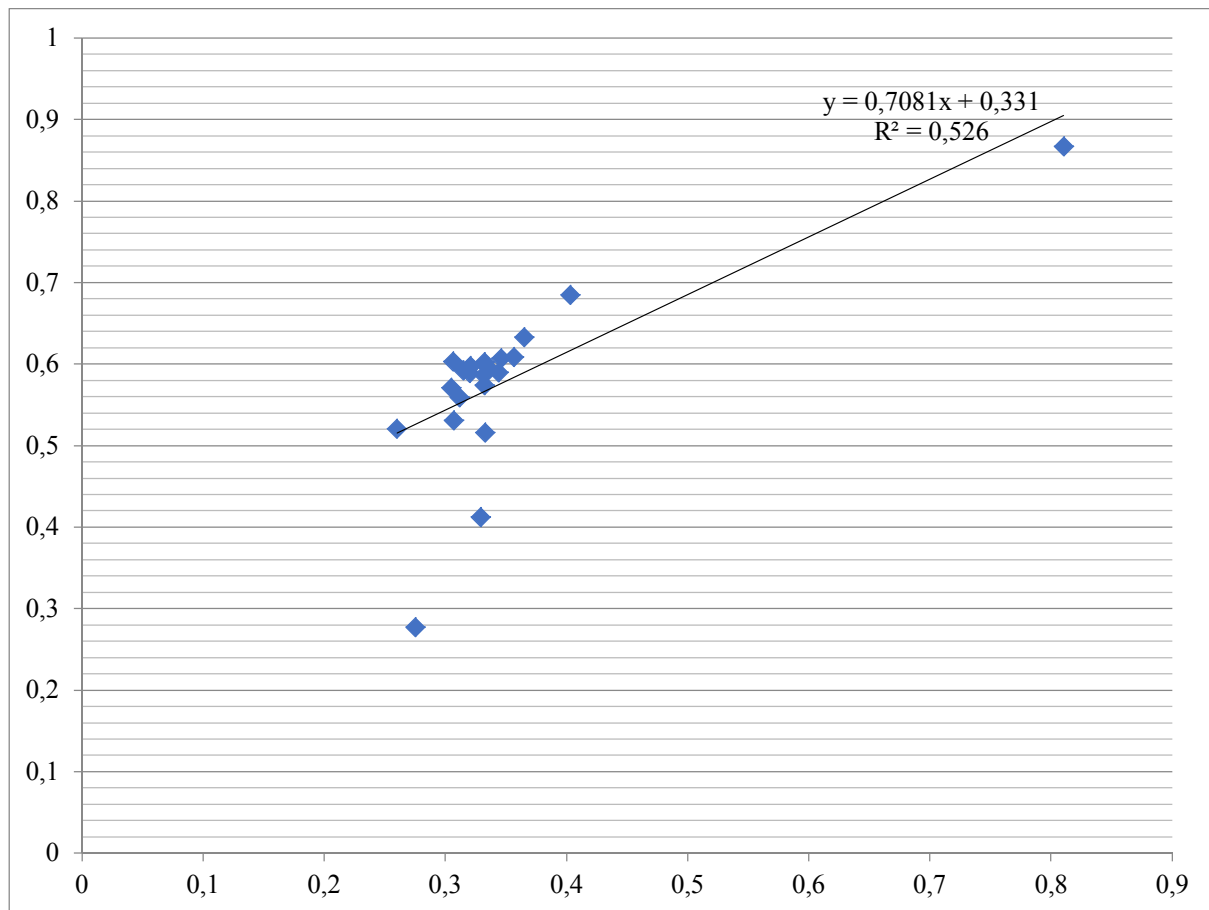


Рис. Д1. Кореляційне поле залежності між частковим індексом екологічних передумов та інтегральним індексом сталого розвитку розумних міст

Додаток Е



**ВОЛИНСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ТОРГІВЛІ**

м-н Київський, 9, м. Луцьк, 43027, факс (0332) 778 126, e-mail: secretar@geko.voladm.gov.ua код ЄДРПОУ 43545604

№ _____ на № _____ від _____

Довідка

про впровадження результатів наукового дослідження
аспіранта науково-навчальної виробничої Лабораторії проєктів та ініціатив
Волинського національного університету імені Лесі Українки
Коломечюка Владислава Вікторовича
на тему: «Організаційно-економічні засади сталого розвитку розумного міста»

За результатами наукового дослідження для здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 051 Економіка освітньо-наукової програми «Економіка сталого розвитку» на тему «Організаційно-економічні засади сталого розвитку розумного міста» Коломечюк В. В. здійснив теоретичне узагальнення та запропонував нові наукові підходи до розробки та імплементації організаційно-економічних засад сталого розвитку розумного міста в контексті євроінтеграційних процесів.

Імплементація принципів сталого розвитку розумного міста відповідно до ключових пріоритетів регіональної політики Європейського Союзу є важливою складовою діяльності Волинської ОДА в межах координації органів влади у містах та районах з метою підвищення рівня життя населення у міських територіальних громадах області відповідно до цілей Сталого розвитку ООН: Волинь.

Результати дисертаційного дослідження Коломечюка В. В. прийняті до розгляду Управлінням економічного розвитку та торгівлі Волинської ОДА в частині оновлення принципів та засад стратегічного управління економічним розвитком міських територіальних громад в рамках реалізації Стратегії Волинської області на 2021-2027 роки та її моніторингу.

Т.в.о.начальника управління



Андрій ТКАЧУК



Сертифікат
2B6C7DF9A3891DA10400000010A353003D2E9901
Підписувач ТКАЧУК АНДРІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ
Дійсний з 19.06.2020 15:14:39 по 19.06.2021 23:59:59

УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ ТА ТОРГІВЛІ



№ 458/03-16/2-21 від 18.06.2021

**ЛУЦЬКА РАЙОННА РАДА ВОЛИНСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

вул. Ковельська, 53, м. Луцьк, Волинська обл., 43001, факс 247077
E-mail: lutskrada@ukr.net, код ЄДРПОУ 23250933, <https://r-rada.lutsk.ua>.

14.08.2024 № 372/03 - 25 / 2 - 21

На № _____ від _____

**Довідка про впровадження результатів наукового дослідження
аспіранта науково-навчальної виробничої Лабораторії проєктів та
ініціатив Волинського національного університету імені Лесі Українки
Коломечюка Владислава Вікторовича
на тему: «Організаційно-економічні засади сталого
розвитку розумного міста»**

За результатами наукового дослідження для здобуття ступеня доктора філософії зі спеціальності 051 Економіка освітньо-наукової програми «Економіка сталого розвитку» на тему «Організаційно-економічні засади сталого розвитку розумного міста», Коломечюк Владислав Вікторович здійснив теоретичне узагальнення та запропонував нові наукові підходи до виконання актуального науково-практичного завдання, яке, зокрема, полягає в поглибленні та удосконаленні науково-практичних підходів щодо організаційно-економічних засад сталого розвитку розумного міста.

Результати дисертаційної роботи Коломечюка В. В. прийняті до розгляду Луцькою районною радою для поглиблення існуючих та формування нових організаційно-економічних засад сталого розвитку розумного міста для населених пунктів, що знаходяться в межах району.

Голова районної ради



Олександр ОМЕЛЬЧУК

2025000



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

просп. Волі, 13, м. Луцьк, 43025, тел. (0332) 24-10-07, (0332) 72-01-23
e-mail: post@vnu.edu.ua, web: http://www.vnu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125102

31.05.2021р № 03-28/01/1465 Г
на № _____ від _____

Г

Г

Довідка

про впровадження результатів наукового дослідження
аспіранта науково-навчальної виробничої лабораторії проєктів та ініціатив
Волинського національного університету імені Лесі Українки
Коломечюка Владислава Вікторовича
на тему: «Організаційно-економічні засади сталого розвитку розумного міста»

Наукові результати, отримані Коломечюком В. В. при виконанні дисертаційної роботи знайшли впровадження при виконанні науково-дослідної діяльності виробничої лабораторії проєктів та ініціатив Волинського національного університету імені Лесі Українки, зокрема, у межах виконання держбюджетних тем: «Розвиток регіональних ринків в умовах поглиблення євроінтеграційних процесів: механізми конкуренції та конвергенції» (державний реєстраційний номер 0118U001094) де дисертантом розкрито закономірності та динаміку формування розумних міст у світі та Україні, а також обґрунтовано напрямки розвитку ринку праці як передумови розумного розвитку міста: «Безпека сталого розвитку регіонів та територіальних громад України на засадах інклюзивного зростання» (державний реєстраційний номер 0120U102632), у межах якої розроблено рекомендації щодо запровадження інтегрованого тарифу як невід'ємної складової розумної мобільності міста.

Ректор



Анатолій ЦЬОСЬ



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ

просп. Волі, 13, м. Луцьк, 43025, тел. (0332) 24-10-07, (0332) 72-01-23
 e-mail: post@vnu.edu.ua, web: http://www.vnu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02125102

31.05.2021р № 03-28/01/1466

на № _____ від _____

Довідка

про впровадження результатів наукового дослідження
 аспіранта науково-навчальної виробничої лабораторії проектів та ініціатив
 Волинського національного університету імені Лесі Українки
 Коломечюка Владислава Вікторовича
 на тему: «Організаційно-економічні засади сталого розвитку розумного міста»

Основні теоретичні висновки, науково-практичні рекомендації автора впроваджено у навчальний процес Волинського національного університету імені Лесі Українки під час підготовки навчально-методичних матеріалів підготовки здобувачів вищої освіти у процесі проведення лекційних та практичних занять із таких дисциплін, як: «Мікроекономічний аналіз та моделювання процесів сталого розвитку», «Сталий розвиток міста», «Смарт економіка», «Управління міжнародними проектами та програмами», «Планування розвитку регіонів і територіальних громад», «Управління розвитком регіонів і територіальних громад».

Ректор




Анатолій ЦЬОСЬ