

УДК 332.13

Тур О. В.

Науково-дослідний центр індустріальних проблем розвитку  
Національної академії наук України

## ОБРУНТУВАННЯ ПІДХОДУ ДО ФОРМУВАННЯ РОЗУМНИХ МІСТ В УКРАЇНІ

У статті досліджено наявні моделі переходу до розумного міста як територіального утворення, в якому інформаційно-комунікаційні технології використовуються у різних сферах для підвищення якості життя населення. Узагальнено сучасні підходи до визначення рівнів архітектури розумного міста, що передбачає організацію та взаємозв'язок між усіма потенційними елементами та підсистемами, які забезпечують його ефективне функціонування. Обґрунтовано підхід до формування розумних міст в Україні, який включає такі складники, як розроблення стратегії розумного міста; обґрунтування програм та проектів, спрямованих на формування розумного міста; здійснення цифровізації на основі централізованої моделі переходу до розумного міста, а також використання сучасних розробок у сфері інформаційно-комунікаційних технологій.

**Ключові слова:** розумне місто, архітектура, інформаційно-комунікаційні технології, цифровізація, інтегровані цифрові платформи, інфраструктура, сталий розвиток.

**Постановка проблеми.** У сучасному світі посилення урбаністичних тенденцій визначає актуальні завдання щодо розвитку міст з огляду на посилення їхнього впливу на соціально-економічний стан країни. Виклики, які створюють певні проблеми сучасного місцевого розвитку, пов'язані з такими процесами, як зростання міграційних потоків, транспортне перенавантаження, забруднення навколишнього середовища, трансформація очікувань містян щодо якості соціальних послуг. За таких умов нагальними стають питання зміни підходів до управління розвитком міст, які мають враховувати передові інноваційні рішення, пов'язані із застосуванням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у різних сферах функціонування міст. Вирішення зазначених питань тісно пов'язане із втіленням у життя основних критеріїв розумного міста, яке в найбільш загальному вигляді позиціонується як інноваційне територіальне утворення, в якому інформаційно-комунікаційні технології використовуються у різних сферах для підвищення якості життя населення. Поряд із цим зростання ефективності функціонування міста та отримуваних містянами послуг має відбуватися на основі їхньої співпраці з бізнес-структурами та владою з метою створення так званої інтегрованої міської системи, здатної відповідати на наявні виклики та сприяти поєднанню окремих компонент міської інфраструктури.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вирішенню проблем, пов'язаних із сучасними тенденціями зростання кількості міст та міського населення, посиленням загроз щодо навколишнього середовища, перенавантаженням транспортних мереж, критичним станом об'єктів житлово-комунального господарства та неспроможністю місцевих органів влади на належному рівні відповідати на наявні виклики, присвячено праці багатьох зарубіжних та вітчизняних учених, таких як Л. Антопулос, А. Вакалі, П. Джемм, Д. Какаронтас, Д. Кочрейн, К. Манвіль, Д. Овенсбі-Конте, П. Пальма, Л. Хенс, Д. Чатакоу, І. Жукович, В. Звонар, Н. Кунанець, Р. Небесний, О. Мацюк, Т. Мужанова, Д. Олійник, Л. Побоченко, О. Рибчинська та інші. У дослідженнях зазначених учених акцент робиться на тому, що розв'язання цих проблем доцільно здійснювати за допомогою концепції розумних міст, яка базується на застосуванні розробок у сфері інформаційно-комунікаційних технологій для подолання загроз сталого місцевого розвитку.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Аналіз наукових публікацій зазначених вище авторів дав змогу констатувати, що не повною мірою дослідженими залишилися питання щодо формування розумних міст в Україні, особливостей та проблемних аспектів цього процесу.

**Мета статті.** Метою статті є обґрунтування підходу до формування розумних міст в Україні з урахуванням вітчизняної специфіки та вихідних умов здійснення процесу трансформації міст у розумні.

**Виклад основного матеріалу.** Актуальність упровадження сучасних інформаційно-комунікаційних розробок у певні сфери функціонування міст підкреслюють оцінки різних дослідницьких організацій. Зокрема, згідно з дослідженнями компанії Markets and Markets обсяг світового ринку технологій розумного міста у 2017 році становив 424,68 млрд. дол. США, а за прогнозами у 2022 році він становитиме 1,2 трлн. дол. США [1]. Агентство Frost&Sullivan прогнозує зростання ринку технологій розумного міста до 2,4 трлн. дол. США у 2025 році [2].

Поряд з усвідомленням нагальності вирішення проблем сучасних міст вагоме значення має здійснення переходу до розумного міста на основі цифровізації, яка передбачає впровадження сучасних розробок у сфері інформаційно-комунікаційних технологій у різні сфери функціонування міста з метою забезпечення їх технічними пристроями для надання можливості отримання даних щодо роботи цих сфер (транспорту, об'єктів житлово-комунальної інфраструктури) та вжиття відповідних заходів. Згідно з вітчизняними та зарубіжними науковими дослідженнями можна виокремити три основні моделі переходу, а саме: децентралізована, централізована та модель локальних дій [3]. Децентралізована модель є характерною для мегаполісів. Вона передбачає здійснення переходу за умови залучення великої кількості представників зацікавлених сторін (бізнесу, влади та громадян) з урахуванням високої ємності ринку технологій розумного міста. Централізована модель як об'єкти переходу передбачає великі та середні міста, що характеризуються достатнім обсягом ринку технологій розумного міста, але не мають необхідних ресурсів. Зазначений спосіб переходу передбачає активну участь місцевих органів влади для оптимального використання наявних ресурсів та залучення зацікавлених сторін. Модель локальних дій має вживатися для середніх та малих міст,

Таблиця 1

## Моделі переходу до розумного міста

Модель переходу	Децентралізована	Централізована	Модель локальних дій
Суб'єкт	Великі бізнес-партнери	Місцеві органи влади у взаємодії з компаніями, що пропонують та реалізують рішення на основі інформаційно-комунікаційних технологій.	Місцеві органи влади у координації з іншими зацікавленими сторонами
Характер переходу	Перехід здійснюється приватними та державними бізнес-структурами (компанії у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, будівельні, транспортні компанії).	Ініціатива щодо запровадження розумних рішень належить місцевим органам влади, які координують здійснення процесу цифровізації.	Управління впровадженням технологій розумного міста здійснюється місцевими органами влади у партнерстві з фірмами, що спеціалізуються на розробленні інформаційно-комунікаційних технологій. Модель спрямована на найбільш повне використання потенціалу міста в умовах недостатності ресурсів.
Вид проектів	Використання сучасних технологій здійснюється найчастіше на умовах комерційного використання (будівництво розумних будинків та розумних кварталів, реалізація проектів в окремих сферах).	Проекти спрямовані на поетапне здійснення цифровізації міста. На початковому етапі здійснюються проекти щодо створення операційних центрів контролю. На наступних етапах відбувається надання міських сервісів для максимальної кількості користувачів, а також цифровізація соціальної інфраструктури. Заключний етап передбачає перехід до формування єдиної цифрової екосистеми міста, тобто формування міста, що керується даними.	Проекти з здійснюються на умовах експерименту. Міста, де впроваджуються проекти цифровізації, є об'єктом перевірки ефективності технологій розумного міста на засадах державно-приватного партнерства. Місцеві органи влади отримують можливість безкоштовно впроваджувати передові технології.
Вихідні дані	Представники бізнесу обробляють дані щодо проблемних аспектів міста, які надаються містянами та міськими службами на відповідних інтернет-сервісах.	Місцеві органи влади виступають власником даних щодо проблемних аспектів функціонування міста.	Підхід передбачає відкритий доступ до всього масиву міських даних, що робить прозорими більшість міських процесів.
Тип міста	Мегаполіси з великим обсягом ринку розумних технологій.	Великі та середні міста, що здійснюють початковий етап цифровізації та мають достатній обсяг ринку технологічних рішень.	Середні та малі міста з обмеженим обсягом ринку розумних технологій, обмеженість інвестиційних ресурсів, невелике коло зацікавлених сторін недостатній ступінь цифровізації роблять неможливою реалізацію великих проектів.
Роль органів влади	Місцеві органи влади забезпечують інвестиційну привабливість проектів щодо впровадження технологій розумного міста, зокрема створюють єдині нормативно-правові умови для зацікавлених сторін.	Місцеві органи влади виступають як організатор, власник та користувач проектів щодо цифровізації міста та запроваджують у своєму складі відповідний структурний підрозділ (департаменту, управління).	Місцеві органи влади є координатором зацікавлених сторін у процесі цифровізації міста, а також посередником під час визначення домовленості з вищими владними рівнями щодо розповсюдження технологій розумного міста у масштабах всієї країни.
Перспективи	Можливість здійснення більш масштабних та постійно діючих проектів втілення елементів розумного міста, тобто перехід від фрагментарного здійснення трансформації міста у розумне до перманентного.	Формування єдиного середовища міських цифрових сервісів. Зниження питомої ваги послуг, що надаються містом, і зростання кількості сервісів за рахунок їх виконання бізнес-структурами і технологічними компаніями. За таких умов реалізується новий підхід до питання власника даних і їх відкритості різним зацікавленим сторонам.	Створення ефективної фізичної та цифрової інфраструктури міста з метою його використання як основи для впровадження розумних рішень.
Приклад реалізації	м. Сонгдо (Південна Корея)	м. Ріо-де-Жанейро (Бразилія), м. Барселона (Іспанія)	м. Антверпен (Бельгія)

Джерело: складено на основі [1; 2]

коли значна обмеженість ресурсів цифрової трансформації вимагає спрямованості дій на найбільш проблемні сфери місцевої економіки за участі вагомих бізнес-структур та розробників інноваційних проектів на умовах експерименту. Більш докладно сутність перелічених моделей переходу до розумного міста наведено у табл. 1.

Сучасні дослідження розвитку розумних міст дають змогу виокремити певні етапи цього процесу, які відрізняються за сутністю здійснюваних процедур, об'єктами інфраструктури, щодо яких застосовуються інноваційні рішення, ступенем цифровізації головних сфер функціонування міста та обсягом ринку розумних технологій.

Перший етап має назву Smart City 1.0 [4]. Він пов'язаний із формуванням технологічно орієнтованого міста з метою підвищення його стійкості, життєздатності та керованості. Головним змістом цього етапу є модернізація фізичної інфраструктури, впровадження інформаційно-комунікаційних технологій в окремих сферах функціонування міста. Основними стейкхолдерами виступають виробники розумних рішень.

Другий етап процесу становлення розумних міст (Smart City 2.0) [4] відповідає створенню високотехнологічного керованого міста та характеризується застосуванням технологій, що сприяють підвищенню якості життя населення та вирішенню проблем соціальної сфери, транспорту, навколишнього середовища. На цьому етапі формується первинна цифровізація за рахунок впровадження Інтернету речей, ширококутового та мобільного доступу до мережі Інтернет за ініціативою місцевих органів влади за обмеженої участі містян.

Третій етап (Smart City 3.0) [4] об'єднує процеси, пов'язані з трансформацією міст у високоінтелектуальні інтегровані територіальні утворення. Впроваджені інформаційно-комунікаційні технології спрямовані на розвиток соціальної інтеграції та підприємництва. Відбувається повна цифровізація головних сфер функціонування міста та формування інтелектуальної інфраструктури, що дає змогу отримувати дані з її об'єктів та реалізувати управління ними.

Слід зазначити, що процес формування розумного міста залежить від виконання певних умов, які полягають у такому [5]:

- високий технологічний рівень, тобто наявними мають бути датчики, камери відеоспостереження, що забезпечують збір інформації щодо руху транспорту, переміщення пішоходів, якості повітря, рівня шуму;
- відкритість даних щодо державних або приватних організацій з метою підвищення їх доступності для використання з боку громадян і бізнесу;
- сумісність даних з метою забезпечення одночасного обліку й аналізу декількох потоків даних на основі автоматизації їх збору, підготовки й обробки. Завдання полягає в тому, щоб використовувати єдину архітектуру для всіх компонентів розумного міста.

Стосовно останньої з перелічених вище умов формування розумного міста необхідно підкреслити, що у світовій практиці є багато підходів до розуміння рівнів його архітектури, яка у найбільш загальному вигляді позиціонується як сукупність складників, що визначають певне місто як розумне і функціонують задля його ефективного розвитку та підвищення на цій основі якості життя мешканців. Узагальнення наявних підходів до формування рівнів архітектури розумного міста наведено на рис. 1.

Можна зазначити, що архітектура розумного міста пов'язана з такими видами інфраструктури, як фізична інфраструктура, цифрова інфраструктура, цифрова платформа та інтегровані платформи [8].

Під фізичною інфраструктурою розуміються інноваційні розробки за такими об'єктами розумного міста, як розумний будинок, розумний транспорт, розумна енергетика, розумна система охорони здоров'я та ін. Інноваційні рішення щодо модернізації транспортних систем можуть передбачати використання систем управління міськими транспортними потоками, впровадження нових швидкісних транспортних систем. Наприклад, елементами транспортної інфраструктури в умовах розумного міста можуть бути система відеонагляду та автоматичні системи зчитування номерних знаків, динамічні системи з визначення оптимального часу циклу світлофора залежно від завантаженості доріг, пасажирські інформаційні панелі, навігаційні панелі, системи сигналізації.

Цифрова інфраструктура – це уніфіковані підходи, що слугують для сумісності пристроїв, які забезпечують функціонування різних сфер міста. Поєднання фізичної та цифрової інфраструктури покликано створювати технологічну базу для переходу до вищих рівнів архітектури розумного міста, а саме цифрових і інтегрованих платформ.

Цифрові платформи формуються внаслідок поєднання цифрової інфраструктури та фізичної інфраструктури (інтегровані платформи управління ресурсами, які дають змогу планувати базові процеси; інтегровані транспортні системи, що дають змогу перерозподіляти потоки транспорту і прогнозувати дорожні ситуації; інтегровані системи управління будинками, кварталами, районами та ін.).

Інтегровані цифрові платформи є заключним етапом формування інфраструктури міста, що забезпечує координацію роботи всіх сфер на основі своєчасного отримання даних, які характеризують їхню діяльність, та оперативного вжиття відповідних заходів у разі виявлення певних збоїв та порушень.

На основі вищевикладеного можна виокремити головні умови формування розумних міст в Україні, які полягають у такому:

- застосування архітектури міста, що відповідає сучасному стану функціонування його головних сфер;
- здійснення цифровізації як першочергового етапу переходу до розумного міста на основі централізованої моделі;
- наявність у складі місцевих органів влади структурного підрозділу, відповідального за впровадження розумних рішень у різні сфери функціонування міста;
- формування стратегії розумного міста як складника загальної стратегії місцевого розвитку та позиціонування її як головної передумови підвищення рівня життя населення.

У зв'язку з цим вбачається за доцільне визначення рівнів архітектури розумного міста, що відповідає сучасному стану місцевого розвитку в Україні та умовам і можливостям його трансформації. Отже, таким рівнями мають бути:

- сучасні розробки у сфері інформаційно-комунікаційних технологій, що забезпечують технічну можливість здійснення переходу до розумного міста;
- інтегрована цифрова платформа на основі поєднання фізичної та цифрової інфраструктури міста як результат здійснення процесу цифровізації;

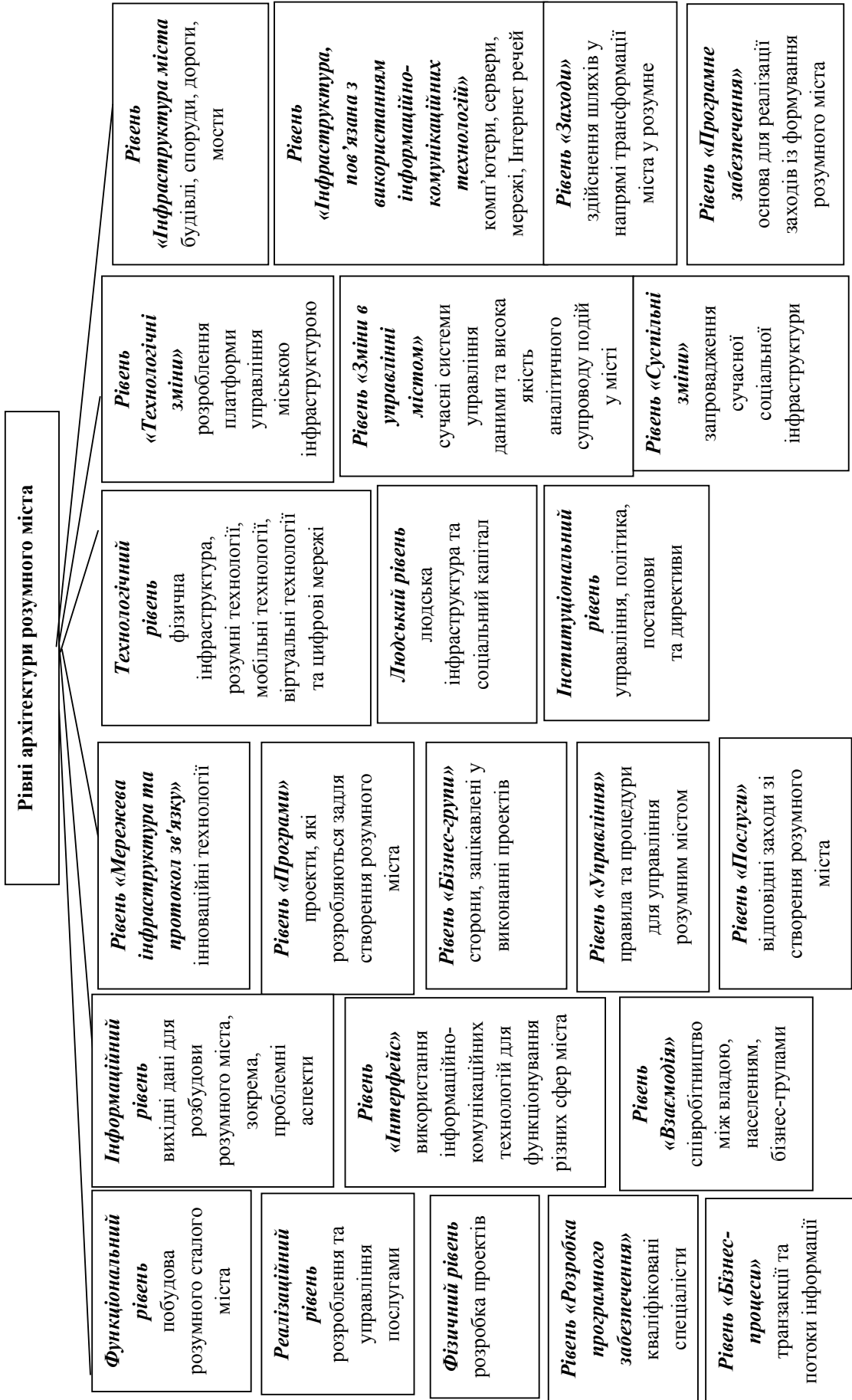


Рис. 1. Визначення рівнів архітектури розумного міста

Джерело: складено на основі [3; 4; 7]



Рис. 2. Підхід до формування розумних міст в Україні

Джерело: складено автором

– програми та проєкти, спрямовані на впровадження складників розумного міста з метою покращення функціонування міста та підвищення на цій основі якості життя населення;  
 – управління містом, спрямоване на забезпечення доступності даних щодо його головних проблемних аспектів з метою урахування про-

позицій під час розроблення стратегії розумного міста як складника загальної стратегії розвитку міста на певний період.  
 Виокремлення головних умов трансформації міст у розумні з огляду на сучасний стан соціально-економічного розвитку України, а також обґрунтування на цій основі рівнів їх архітектури

дає змогу запропонувати підхід до формування розумного міста, наведений на рис. 2. Зазначений підхід полягає у виокремленні зацікавлених сторін цього процесу (місцеві органи влади, науково-дослідні та освітні установи, розробники інформаційно-комунікаційних технологій та представники бізнесу), завдань, які мають виконуватися ними в межах визначеної мети (розроблення стратегії розумного міста; обґрунтування програм та проектів, спрямованих на його формування; здійснення цифровізації; використання сучасних розробок у сфері інформаційно-комунікаційних технологій), а також в обґрунтуванні сутності цих завдань та умов їх виконання.

**Висновки і пропозиції.** У сучасному світі актуальним стає вирішення проблем щодо забезпечення сталого розвитку як основи створення засад гідного існування нинішнього та майбутнього поколінь людей. Тому визначення шляхів досягнення зазначеної мети є вельми важливим питанням сьогодення. Одним із таких шляхів є використання положень концепції розумного міста,

що визначає напрями трансформації місцевого розвитку на основі застосування інформаційно-комунікаційних технологій з метою подолання проблем, що викликані активізацією процесу урбанізації та неспроможністю наявної інфраструктури відповідати потребам міського населення. У зв'язку з цим вагомим значення набуває питання обґрунтування підходу до формування розумних міст в Україні, особливостями якого є урахування вихідних умов сучасного стану міст, вимог до виокремлення рівнів їх архітектури, визначення кола зацікавлених сторін та сфери їхньої відповідальності щодо процесу створення розумного міста. Отже, складниками процесу формування розумних міст в Україні мають бути розроблення стратегії розумного міста, обґрунтування програм та проектів, спрямованих на формування розумного міста, здійснення цифровізації на основі централізованої моделі переходу до розумного міста, а також використання сучасних розробок у сфері інформаційно-комунікаційних технологій.

#### Список використаних джерел:

1. Smart Cities Market worth 1,201.69 Billion USD by 2022. *Markets and Markets*. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/smart-cities.asp> (дата звернення: 17.03.2019).
2. 5 creative urban projects realized via crowdfunding. *Smart Magazine. Com*. URL: <https://www.smart-magazine.com/en/5-urban-crowdfunding-projects/> (дата звернення: 17.03.2019).
3. Anthopoulos L. Defining Smart City Architecture for Sustainability. *Electronic Government and Electronic Participation E. Tambouris et al. (Eds.)*. 2015. P. 140–147.
4. Kakarontzas G., Anthopoulos L., Chatzakou D., Vakali A. A Conceptual Enterprise Architecture Framework for Smart Cities: A Survey Based Approach". *International Conference on e-Business is part of the 11th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications*. Vienna, Austria, 2014.
5. Рибчинська О.Р. Основні передумови та напрями реалізації концепції «розумного міста» на прикладі міста Львова. *Регіональна економіка*. 2014. № 2. С. 156–162.
6. Мужанова Т.М. «Розумне місто» як інноваційна модель управління. *Економіка. Менеджмент. Бізнес*. 2017. № 2(20). С. 116–122.
7. Джемма П., Антопулос Л. Открытая и объединяющая архитектура "умного" устойчивого города. *Новости МСЭ*. 2016. № 2. С. 24–26.
8. Експерти розповіли, як перетворити Київ на «розумне місто». *Українська Правда*. URL: <http://kiev.pravda.com.ua/> (дата звернення: 17.03.2019).

#### References:

1. Smart Cities Market worth 1,201.69 Billion USD by 2022. *Markets and Markets*. Available at: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/smart-cities.asp> (accessed 17 March 2019).
2. 5 creative urban projects realized via crowdfunding. *Smart Magazine. Com*. Available at: <https://www.smart-magazine.com/en/5-urban-crowdfunding-projects/> (accessed 17 March 2019).
3. Anthopoulos L. Defining Smart City Architecture for Sustainability. *Electronic Government and Electronic Participation E. Tambouris et al. (Eds.)*. 2015. P. 140–147.
4. Kakarontzas G., Anthopoulos L., Chatzakou D., Vakali A. A Conceptual Enterprise Architecture Framework for Smart Cities: A Survey Based Approach". *International Conference on e-Business is part of the 11th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications*. Vienna, Austria, 2014.
5. Rybchinskaya O.R. (2014). Osnovnye predposylki i napravleniya realizacii koncepcii «umnogo goroda» na primere Lvova. [Main prerequisites and directions for the implementation of the "smart city" concept on the example of Lviv]. *Regionalnaya ekonomika*, no. 2, pp. 156–162.
6. Muzhanova T.M. (2017). «Umnij gorod» kak innovacionnaya model upravleniya. ["Smart City" as an innovative management model]. *Ekonomika. Menedzhment. Biznes*, no. 2(20), pp. 116–122.
7. Dzhemma P., Antopulos L. (2016). Otkrytaya i obedinyayushaya arhitektura "umnogo" ustojchivogo goroda [The open and unifying architecture of a smart sustainable city]. *Novosti MSE*, no. 2, pp. 24–26.
8. Eksperty rasskazali, kak prevratit Kiev v «umnij gorod» [Experts told how to turn Kiev into a "smart city"]. *Ukrainskaya Pravda*. Available at: <http://kiev.pravda.com.ua/> (accessed 17 March 2019).

**Тур Е. В.**

Научно-исследовательский центр индустриальных проблем развития  
Национальной академии наук Украины

## ОБОСНОВАНИЕ ПОДХОДА К ФОРМИРОВАНИЮ УМНЫХ ГОРОДОВ В УКРАИНЕ

### Резюме

В статье исследованы существующие модели перехода к умным городам как территориальному образованию, в котором информационно-коммуникационные технологии используются в различных сферах для повышения качества жизни населения. Обобщены современные подходы к определению уровней архитектуры умного города, которая предусматривает организацию и взаимосвязь между всеми потенциальными элементами и подсистемами, обеспечивающими его эффективное функционирование. Обоснован подход к формированию умных городов в Украине, который включает такие составляющие, как разработка стратегии умного города, обоснование программ и проектов, направленных на формирование умного города, осуществление цифровизации на основе централизованной модели перехода к умному городу, а также использование современных разработок в сфере информационно-коммуникационных технологий.

**Ключевые слова:** умный город, архитектура, информационно-коммуникационные технологии, цифровизация, интегрированные цифровые платформы, инфраструктура, устойчивое развитие.

**Tur Olena**

Research and Development Centre for Industrial Problems of Development  
National Academy of Sciences of Ukraine

## JUSTIFICATION OF APPROACH TO SMART CITIES FORMATION IN UKRAINE

### Summary

The article examines the existing models of transition to a smart city as a territorial entity in which information and communication technologies are used in different spheres to improve the population life quality (decentralized model, centralized model and model of local actions). The modern approaches to determining the levels of smart city architecture are generalized, which involves the organization and interconnection between all potential elements and subsystems that ensure its effective functioning. It is determined that such levels should be modern developments in the field of information and communication technologies; integrated digital platform based on the combination of physical and digital infrastructure of the city as a result of the digitalization process; programs and projects aimed at implementing the components of smart city in order to improve the functioning of the city and increase the population life quality; city management aimed at ensuring the availability of data on its main problematic aspects in order to take into account proposals in developing a strategy for a smart city as part of a general city development strategy for a certain period. The approach to the formation of smart cities in Ukraine is grounded. It includes such components as the development of a smart city strategy; substantiation of programs and projects aimed at the formation of a smart city; the implementation of digitalization on the basis of a centralized model of transition to a smart city, as well as the use of modern developments in the field of information and communication technologies. This approach provides stakeholders identification in this process (local authorities, research and education institutions, developers of information and communication technologies and business representatives), tasks to be performed by them within the defined goal (development of a smart city strategy, justification of programs and projects aimed at its formation, the implementation of digitalization, the use of modern developments in the field of information and communication technologies), as well as in substantiating the essence of these tasks and conditions of their implementation.

**Keywords:** smart city, architecture, information and communication technologies, digitalization, integrated digital platforms, infrastructure, sustainable development.