

2. Писаренко Т. В., Кваша Т. К., Березняк Н. В., Прудка О. В. Інформаційне забезпечення інноваційного розвитку: світовий та вітчизняний досвід : монографія. Київ : УкрІНТЕЛ, 2021. 239 с. ISBN 978-966-479-074-8.

3. Кучеренко Ю. Ф., Носик А. М., Камак Д. О., Першина Е. Ю. Концептуальні положення щодо управління проєктом зі створення мережецентричної системи управління військового призначення. *Випробування та сертифікація*. 2023. № 1(1). С. 48–55.

РОЗУМНЕ МІСТО – КОНЦЕПЦІЯ, МОДЕЛІ, ТЕХНОЛОГІЇ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ

Ананченко В. В.

здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти

Приватного вищого навчального закладу

*«Міжнародний економіко-гуманітарний університет
імені академіка Степана Дем'янчука»*

Технологічність міської інфраструктури має базуватися на мобільності; соціальних комунікаціях; хмарних технологіях; великих даних і передбачуваний аналітиці; машинному навчанні та штучному інтелекті; технології забезпечення кібербезпеки; інтернеті речей. Ці технології є наскрізними для всього комплексу технологічних рішень, що розробляються для розумних міст. Його базовими складовими є:

- 1) розумна фізична інфраструктура;
- 2) розумна цифрова інфраструктура;
- 3) цифрові платформи;
- 4) інтегровані цифрові платформи.

Запропонована ідея побудови цифрового двійника, який є точним відображенням реального міста у цифровій реальності й інформація до якого надходить із різних датчиків, систем моніторингу та лічильників ресурсів. Отриманий досвід функціонування можна перевести в реальність, якщо він вдалий. Усе це здійснюватиметься за мінімальних витрат, економії часу та без шкоди для реального міста.

Зроблено висновок, що інформаційно-комунікаційні технології у сфері житлово-комунального господарства забезпечують надійність і безпеку міських систем та ефективність використання ресурсів. Сучасні інформаційні технології розумного міста реалізують перехід до міста, яке управляється даними, що є результатом цифрової трансформації економіки і повсюдного поширення інтернету. Це означає, що в розумному місті наявна не тільки інтелектуалізація, а й цифровізація міського господарства. Наразі комплексний сценарій інтелектуалізації та цифрової трансформації для українських міст не сформований. Усе це стримує розробку ефективних методів створення розумних міст у нашій країні.

Модель розумного міста має ґрунтуватися на таких характеристиках:

- розумна економіка, що забезпечуватиме продуктивність виробництв, нові продукти, сервіси та бізнес моделі, міжнародне співробітництво;
- розумна мобільність, що базується на інтегрованих транспортних системах і нових екологічних видах транспорту;
- розумне середовище проживання, що передбачає економію ресурсів, енергоефективність, використання енергії з відновлюваних джерел, захист навколишнього середовища;
- розумні люди . Населення міста повинно мати доступ до навчання впродовж життя брати участь у громадському житті. Такі містяни мають бути кваліфікованими користувачами ІКТ;
- розумний спосіб життя, забезпечуваний зручним плануванням міста, грамотним споживанням послуг, соціальною взаємодією та здоровим способом життя його мешканців;
- розумне управління, що ґрунтується на розумних сервісах, відкритих даних, залученні гро- мадян до прийняття управлінських рішень.

Метою розумного міста є підвищення його конкурентоспроможності, формування ефективної системи управління міським господарством, створення безпечних і комфортних умов для життя мешканців. Ключовими атрибутами розумного міста є технологічність міської інфраструктури, висока якість управління міськими ресурсами, акцентування на економічній ефективності, в тому числі сервісної складової міського середовища, комфортне і безпечне середовище, орієнтація на людину. Основним інструментом реалізації цього є широке впровадження передових цифрових та інженерних рішень у міській інфраструктурі. З погляду технологій цифрова трансформація міст ґрунтується на кількох мегатренд у сфері ІКТ технологій, а саме: мобільності; соціальних комунікаціях; хмарних технологіях; великих даних і передбачуваний аналітиці; машинному навчанні та штучному інтелекті; технології забезпечення кібербезпеки; інтернеті речей. До технологій розумного міста належать: інтернет речей, технологічна концепція якого дозволяє збирати потрібну інформацію від об'єктів і забезпечувати зворотний зв'язок з ними; інфраструктура передачі даних, що зв'язує додатки з об'єктами міської інфраструктури; системи аналізу даних, що дозволяють отримати з великого обсягу даних необхідну інформацію; система агрегації та уніфікації даних, яка впорядковує і синхронізує великі потоки даних. Перераховані технології є наскрізними для всього комплексу технологічних рішень, що розробляються для розумних міст .

Для збирання й обробки великих даних необхідні такі передумови:

- технологічне оснащення міста – наявність інструментів фіксації та накопичення даних, що забезпечують збирання інформації про різноманітні процеси;
- реалізація принципу відкритості даних – вільний доступ до даних (за потребою – візуалізованих) для користувачів усіх рівнів, що сприяє прозорості процесів;
- забезпечення сумісності даних. Для прийняття рішень потрібні одночасні облік і аналіз декількох потоків інформації на основі впровадження стандартизованих

підходів до збирання, зберігання, обробки, передачі даних, що уможливорює взаємодію різних секторів міста.

З технологічного погляду сценарій розвитку розумного міста має ґрунтуватися на чотирьох базових складових: розумній фізичній інфраструктурі;

розумній цифровій інфраструктурі, цифрових платформах, інтегрованих цифрових платформах. Розумна фізична інфраструктура об'єднує технологічні рішення за окремими напрямками концептуалізації міського життя: розумний будинок, розумний транспорт, розумна енергетика, управління житлово-комунальним господарством, розумна переробка відходів, розумна система охорони здоров'я та ін.

Технологічні вдосконалення в рамках інфраструктури системи житлово-комунального господарства в режимі реального часу охоплюють:

- впровадження інтелектуального обліку комунальних ресурсів;
- скорочення споживання енергоресурсів;
- впровадження автоматизованого контролю виконання заявок споживачів і усунення аварій;
- впровадження цифрової моделі управління об'єктами комунального господарства;
- впровадження автоматичних систем моніторингу стану будівель, у тому числі шуму, темп ратури, справності ліфтового обладнання, систем протипожежної безпеки і газового обладнання.

Інноваціями для міського середовища є енергоефективне міське освітлення, автоматизований контроль за роботою дорожньої і комунальної техніки, автоматизована система оренди і прокату, публічні Wi-Fi мережі. Розумний міський транспорт формується як результат інтелектуального управління міським громадським транспортом: інтелектуального управління рухом, створенням системи моніторингу стану дорожнього руху, впровадженням системи автоматичної фото-відеофіксації порушень правил дорожнього руху, створенням системи адміністративного міського паркувального простору. В інтелектуальну систему громадської безпеки входять система інтелектуального відеоспостереження, система інформування громадян про виникнення надзвичайних ситуацій, інтелектуальна система контролю справності усіх систем у місцях масового скупчення людей. Інтелектуальні системи екологічної безпеки базуються на автоматизації системи управління поведінки з твердими комунальними відходами, а також на системі онлайн-моніторингу атмосферного повітря та води.

Технологічні рішення в області міського управління є однією з важливих складових розумного міста. Вони автоматизують процеси надання державних міських послуг. Основу розумних систем у цій сфері складають технології електронного документообігу та електронного цифрового підпису, а цифровізація та автоматизація збирання даних забезпечує ефективне (та за необхідності – повторне) використання інформації.

Особливу роль в управлінні розумним містом грають ідентифікаційні технології та технології у галузі фінансових послуг, зокрема податки і збори з використанням технології блокчейн – ланцюжків блоків транзакцій або системи розподілених реєстрів даних). У рамках концепції розумного міста велике значення також

мають технології 3D-друку і 3D-виробництва, що використовуються в таких галузях, як будівництво, виробництво споживчих товарів та охорона здоров'я. Упровадження платформ розумного міста, об'єднання елементів інфраструктури в єдину систему функціонування та управління з одночасним підключенням інженерних пристроїв поширюють можливості управління житлово-комунальним господарством міста.

З розвитком інтернету речей та комп'ютерного моделювання з'явилася можливість створити цифрову версію будь-якого фізичного об'єкта, в тому числі цілого міста з його інфраструктурою. Цифровий двійник – це не статична копія, а динамічна система, основним призначенням якої є проведення експериментів у віртуальному просторі для пошуку оптимальних характеристик її елементів та їх співвідношення й отримання результатів впровадження тих чи інших рішень. Об'єднання технології інтернету речей з цифровим двійником міста сприятиме прийняттю важливих рішень на підставі прогнозу майбутньої ситуації, з огляду на поточний реальний стан елементів міста та його інфраструктури. Як прототип реального міста, цифровий двійник уможливує аналіз життєвих циклів об'єкта, його реакцію на можливі зміни та зовнішні впливи. Це точне відображення у цифровій реальності реального міста, інформація про яке надходить з різного роду датчиків, систем моніторингу та лічильників ресурсів. Цифровий двійник дозволяє проводити передбачувану аналітику, ставити віртуальні досліди, отримувати інформацію та прогнозувати поведінку всього міста або його окремих систем. Цифровий двійник допомагає синхронізувати і зв'язати воедино всі внутрішні структури і характеристики міста: водопостачання, електрифікацію, подачу газу, завантаженість доріг, послуги охорони здоров'я та освіти, екологічний стан, а отже, побачити загальну картину міс та і прискорити процеси обміну інформацією між різними структурами. Отриманий досвід можна перевести в реальність, якщо він вдалий, або відмовитися від нього, якщо він негативний. Усе це здійснюється при мінімальних витратах, за економії часу та без шкоди для реального міста.

Головні плюси цифрового двійника міста:

1. усі зміни здійснюються на стадії моделювання та проектування, тому ймовірність помилки в реальності мінімальна;
2. кількість і обсяг віртуальних випробувань практично не обмежені;
3. прискорюється міжгалузевий обмін даними;
4. швидкість реакції на зміни збільшується в рази, система видає оптимальне рішення за лічені хвилини / години;
5. потреба в реальних випробуваннях практично зникає або значно скорочується.

Цифровий двійник міста – це складна комплексна модель, що впроваджується за етапами. Спочатку визначається міська проблема, яку необхідно вирішити, але це неможливо зробити традиційними способами. На першому етапі формується двійник, який починає збирати й накопичувати інформацію про об'єкт. Далі до цифрового двійника додається штучний інтелект, різні сервіси, двійник зростає і на останньому етапі він розвивається до цільової моделі, яка вже повністю повторює фізичний об'єкт. На її основі вже можна робити аналіз, моніторинг і

управління міським господарством. Отже, управління містом здійснюється на основі даних з використанням штучного інтелекту за такими напрямками:

- єдина міська платформа даних про жителів міста, міську інфраструктуру, системи державного управління та бізнес-середовище;
- вільне використання великих даних міста;
- управління системами безпеки на основі обробки даних, що надходять в режимі реального часу, з використанням технологій штучного інтелекту;
- участь жителів міста у прийнятті рішень через електронні системи голосування на базі технології блокчейн;
- технології 3D-друку в будівельній індустрії;
- упровадження технології інформаційного моделювання.

Цифровий двійник міста забезпечує вирішення питань узгодженості даних, об'єднання розрізаних міських систем у єдиній платформі, розширення числа джерел даних, зв'язаних єдиною аналітикою, підвищення ефективності та швидкості прийняття управлінських рішень, формування нових бізнес-моделей для міста й бізнесу, а також створення нових ринків товарів і послуг, професій та робочих місць.

ЛІТЕРАТУРА

1. Zsuzsanna Tomor, Albert Meijer, Ank Michels (2019) Smart Governance For Sustainable Cities: Findings from a Systematic Literature Review. *Journal of Urban Technology*. Vol. 26. P. 3–27.
2. Robert G. Hollands Will the real smart city please stand up? (2008) *City analysis of urban trends, culture, theory, policy, action*. Vol. 12. № 3. P. 303–320.
3. Єршова О. Л., Бажан Л. І. Розумне місто: концепція, моделі, технології, стандартизація. *Статистика України*. 2020. № 2–3. С. 68–77.
4. Тур О.В. Концепція розумного міста як основа сталого розвитку територій. *Східна Європа: економіка, бізнес, управління*. 2018. Вип. 4(15). С. 287–289.
5. Smart cities: Digital solutions for a more livable future / J. Woetzel et al. McKinsey Global Institute. 2018. 18 p. URL: <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future> (дата звернення: 10.01.2022).
6. Aichholzer, G., Kubicek, H., & Torres, L. (2016). *Evaluating e-participation: Frameworks, practice, evidence*. London, UK : Springer.
7. An unprecedented Global Alliance for Smart City Technology Launched to Counter Rising Tensions. *World Economic Forum*. URL: <https://www.weforum.org/press/2019/06/world-economic-forum-to-lead-g20-smart-cities-alliance-on-tech-nology-governance/> (дата звернення: 10.01.2022).
8. Коломечюк В. Методичні підходи до діагностики формування та забезпечення сталого розвитку розумного міста. *Інноваційна економіка*. 2021. № 3–4. С. 73–78.

МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБРОБЛЕННЯ ПОЛІГОНАЛЬНИХ МОДЕЛЕЙ АНІМАЦІЙНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

Базалицький М. Р.

*здобувач другого (магістерського) рівня вищої освіти
«Вінницького національного технічного університету»*