

д.е.н., професор, завідувач кафедри економічної кібернетики

та управління економічною безпекою,

Харківський національний університет радіоелектроніки

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6544-5348>

Іванов І.О.,

здобувач,

Харківський національний університет радіоелектроніки

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6928-5153>

ВИКОРИСТАННЯ ЦИФРОВИХ ІНСТРУМЕНТІВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ МІСТАМИ: ДОСВІД КРАЇН ЄС ТА ПЕРСПЕКТИВИ ДЛЯ УКРАЇНИ

З кожним роком кількість міського населення збільшується. За оцінками Світового банку, до 2050 року 70 осіб зі 100 проживатимуть у мегаполісах [1]. Це висуває нові вимоги до керування процесами у таких містах. І концепція «розумних міст» з'явилася як відповідь на необхідність забезпечення параметрів сталого розвитку, екологічності, енергоефективності та загалом створення комфортних умов для проживання мешканців міст.

Розумне місто виходить за рамки використання цифрових технологій для кращого використання ресурсів і зменшення викидів. Це означає розумніші міські транспортні мережі, модернізоване водопостачання та утилізацію відходів, а також більш ефективні способи освітлення та опалення будівель.

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 [2].

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

У пошуках комплексного рішення все більше міст віддають перевагу концепції sustainability (з англ. – сталий розвиток), намагаючись знайти баланс між економічним розвитком та екологією з метою створення сприятливого середовища для майбутніх поколінь.

Розумне місто – це місце, де традиційні мережі та послуги стають більш ефективними за допомогою цифрових рішень на благо його жителів і бізнесу.

Розумне місто виходить за рамки використання цифрових технологій для кращого використання ресурсів і зменшення викидів. Це означає розумніші міські транспортні мережі, модернізоване водопостачання та утилізацію відходів, а також більш ефективні способи освітлення та опалення будівель. Це також означає більш інтерактивну та чуйну міську адміністрацію, безпечніші громадські місця та задоволення потреб старіючого населення.

Метою розумного міста є підвищення його конкурентоспроможності, формування ефективної системи управління міським господарством, створення безпечних і комфортних умов для життя мешканців.

Основним інструментом реалізації цього є широке впровадження передових цифрових та інженерних рішень у міській інфраструктурі. З погляду технологій цифрова трансформація міст ґрунтується на кількох мегатрендах у сфері ІКТ технологій, а саме: мобільності; соціальних комунікаціях; хмарних технологіях; великих даних і прогностичній аналітиці; машинному навчанні та штучному інтелекті; технології забезпечення кібербезпеки; інтернеті речей.

Нормативно-методична база створення майбутньої моделі розвитку сталого розвитку адміністративно-територіальних утворень закладається нині в міжнародних стандартах побудови інтелектуальних мереж (Smart Systems/IoT) та сталого розвитку «розумних міст і розумних спільнот» – SC & C (Smart Cities & Smart Communities) на основі інтеграції широкого спектру технологічних, загальнотехнічних, проектних, організаційно управлінських й логістичних рішень та формується майбутня архітектура «Інтернету речей», де буде забезпечена повна енергетична та інформаційна інтероперабельність й новий, більш високий рівень керованості як на рівні системи систем, так і на більш низьких рівнях системної ієрархії – адміністративно-територіальних утвореннях на основі відкритих, загальнодоступних стандартів. При цьому першочерговими є стандарти, які визначають єдині принципи моделювання та побудови «розумних мереж» (Smart Grid) [2].

Модель розумного міста має ґрунтуватися на таких складових (Рисунок 1) розумна економіка, розумні мобільність, розумне врядування, розумне довкілля, розумне життя та розумні люди [2].

Альтернативними моделями розумних міст залежно від кількості населення в них є [3]:

- 1) децентралізована модель, яка може бути застосована для міст із мільйонним населенням, де можуть здійснюватися цифрові трансформації за

участю великої кількості бізнес-структур в умовах значної ємності ринку для впровадження технологій розумного міста;

2) централізована модель для великих і середніх міст із достатнім обсягом потенційного ринку для впровадження технологій за обмежених ресурсів;

3) модель локальних дій, застосовувана до середніх і малих міст, де в умовах недостатності ресурсів цифрова трансформація відбувається в окремих проблемних інфраструктурних секторах або сферах міської економіки.

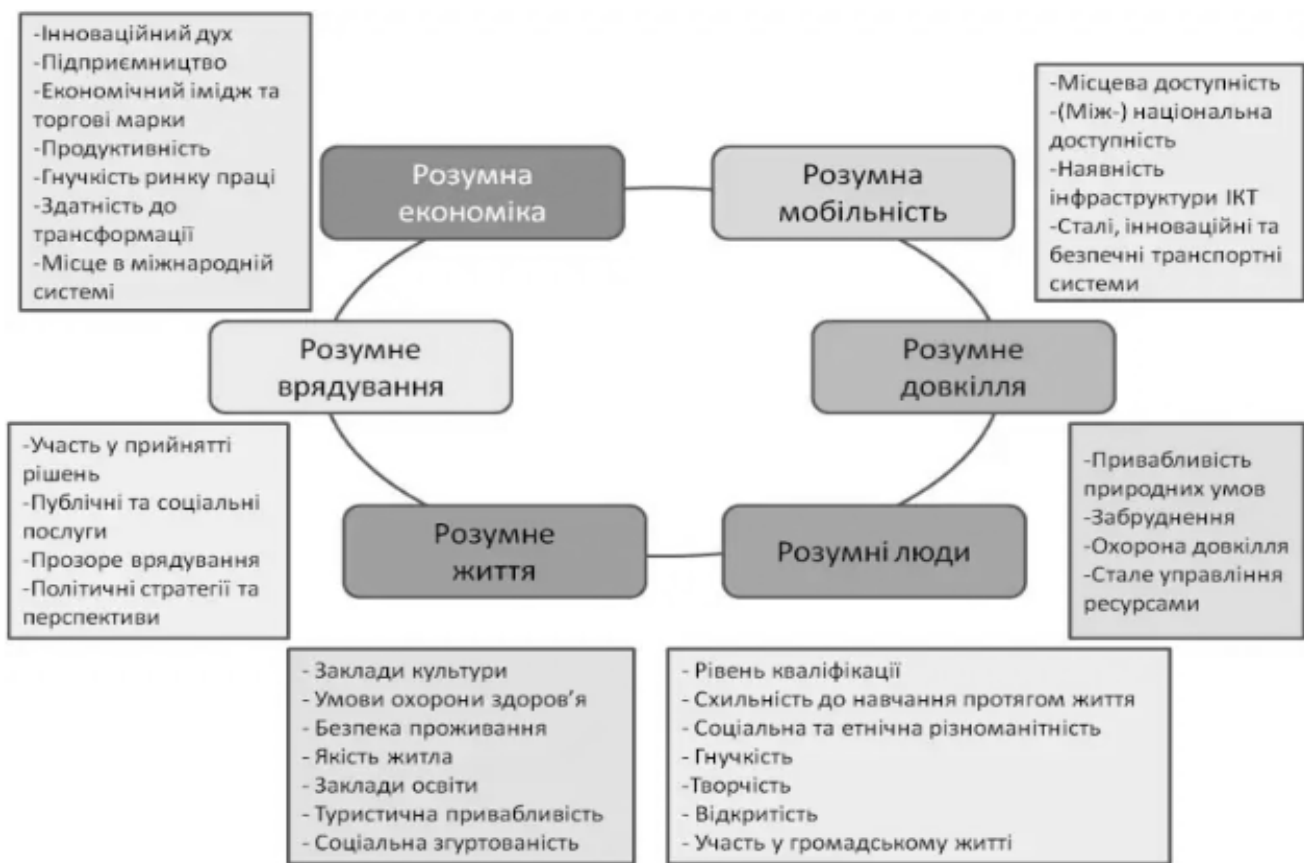


Рисунок 1 – Основні компоненти «розумного міста» [2]

Управління діяльністю «розумного міста» потребує обробки великих обсягів даних, для збирання та обробки яких необхідні такі передумови [4]:

- 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 уможлиблює взаємодію різних секторів міста.

Згідно з дослідженням Європейського парламенту, 240 європейських міст із населенням понад 100 000 осіб мають певні функції «розумного міста», тобто вони використовують технології для покращення використання енергії, транспортних систем чи іншої інфраструктури. Амстердам, Барселона, Копенгаген, Дублін, Гельсінкі та Манчестер посіли перше місце в списку «найрозумніших» міст Європи [5].

Розглянемо деякі приклади використання цифрових технологій у «розумних містах» світу.

Для Нью-Йорка метою створення «розумного міста» це створити так звану економіку чистого нуля (net-zero economy). Нові місцеві закони встановлюють вимоги до ефективних будівель і швидшої модернізації. Кодекс енергозбереження міста NYCC встановлює стандарти споживання і збереження енергії та води. Програмою розвитку енергетики NYSERDA визначено довести отримання електроенергії у 2030 р. до 70 % з відновлюваних джерел. Проведена модернізація світлодіодного освітлення для зменшення та економії енергії. Вдалося запобігти викидам понад 900 т парникових газів і заощадити понад 800 тис. дол. США на

рік. У місті запроваджена широкомасштабна система автоматичного зчитування лічильників води AMR – діагностика інтенсивності використання води та попередження клієнтів про можливі її витоки. Зменшено рахунки за воду для мешканців на суму понад 73 млн дол. США. Також використовуються «розумні» контейнери для сміття та вторинної переробки BigBelly – живлення від сонячної енергії та оснащення чіпом, який визначає, коли урна повна, що дозволяє збирачам сміття ефективніше планувати поїздки. Контейнери також оснащені пресом для сміття, який може вмістити в п'ять разів більше відходів, ніж звичайний сміттевий бак. Ефективність збирання сміття зросла на 50-80 %, зменшено викиди CO2 [6].

Барселона є лідером у забезпеченні населення якісним мобільним зв'язком та доступом до безкоштовного загальноміського Wi-Fi; виступає технологічним хабом через те, що є розвинутим транспортним вузлом з хорошим зв'язком, технічними університетами світового класу і міським середовищем, яке сприяє творчості, інноваціям та розвитку талантів. Місцевий уряд створив серію додатків для смартфонів, покликаних максимально покращити рівень життя мешканцям:

- Decidim – цифрова платформа, яка дозволяє громадянам брати безпосередню участь в управлінні, пропонувати ідеї, обговорювати їх і голосувати. Понад 70 % пропозицій надходять від громадян;

- Apparkb – допомога у переміщенні містом, пошуку місць паркування, точок Wi-Fi, отриманні послуг про роботу, житло, мобільність, медичної допомоги, безпеки та комунальних послуг;

- Map Barcelona + Sustainable – сервіс для висвітлення ініціатив екологічного покращення міста; технології Інтернету речей для покращення життя громадян – у місті розміщено понад 20 тис. інтелектуальних датчиків, які використовуються для спрощення паркування, оптимізації вуличного руху,

управління вуличним освітленням, утилізації сміття, оцінювання якості повітря тощо [7].

Відштовхуючись від світового досвіду, Україна почала впровадження концепції розумних міст у 2015 році. На сьогодні в тому, чи іншому вигляді система Smart City працює у Києві, Івано-Франківську, Львові, Мукачеві, Дрогобичі, Запоріжжі, Полтаві, Тернополі та Харкові, також система «Безпечне місто» працювала у Маріуполі. У більшості випадків, українські міста використовують тільки окремі інструменти даної концепції. Однак Україна досягла значного прогресу у загальній цифровізації та автоматизації процесів [7].

Гарним прикладом українського успіху є застосунок «Дія», завдяки якому вдалося досягти чи не найбільшого прогресу. За допомоги сервісу значна частина державних послуг була перенесена в онлайн-режим та стала на користь під час масової евакуації населення у перші дні війни [8].

Як повідомляють у Міністерстві захисту довкілля та природних ресурсів, за майже півтора року війни росіяни пошкодили та зруйнували майже 60 тис. об'єктів. Найбільше постраждала житлова забудова – 48 тисяч будівель. Станом на початок літа кількість будівельного сміття України склала 450 тисяч тонн. На початку літа 2023 року кількість будівельного сміття сягнула 450 тис тонн, повідомили ЕП в Міндовкілля. Найбільше сміття внаслідок російського терору накопичилося на Київщині, Житомирщині, Сумщині, Миколаївщині, Херсонщині, Чернігівщині та Харківщині [8].

У 2022 році уряд затвердив «Порядок поводження з відходами, що утворилися у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків», який регулює питання поводження з відходами. Порядок, зокрема, класифікує та обліковує відходи, встановлює вимоги до поводження з

ними, до місць тимчасового їх зберігання та особливостей їх повторного використання. Документ відповідає нормам Євросоюзу. Одне з головних завдань урядового акта – зменшити негативний вплив відходів на навколишнє природне середовище та здоров'я людини [9].

У липні 2023 р. набрав чинності закон «Про управління відходами» [10], покликаний сприяти підготовці відходів до повторного використання, рециклінгу і відновлення. Закон є одним із кроків до виконання угоди про асоціацію між Україною та ЄС.

В Україні набувають популярності ідеї широкого використання 3D-друку для відбудови. Серед переваг технології цементного 3D-друку називають доступність (вартість будівництва мінімум на 20% дешевше), швидкість (у 10 разів швидше за традиційні методи будівництва), екологічність, ефективність (наприклад, залити фундамент таким принтером можна за кілька днів), гнучкість дизайну (за допомогою 3D-принтера можна створювати вигнуті стіни та неповторні фасади) [8].

У таблиці 1 систематизовані цифрові інструменти, які Україна може використовувати при відновленні інфраструктури міст

У Європі за допомогою цементного 3D-друку планують здешевити не тільки житло, а й будівництво вітряків та інших установок відновлюваної енергії. У США розглядають застосування 3D-друку для будинків перших космічних колонізаторів [8].

У сучасних реаліях України центральне місце у питаннях розвитку «розумних міст» відводиться питанням безпеки. Для прикладу вже зараз в Україні працюють такі елементи безпеки в розумних містах: сповіщення про надзвичайні ситуації, кнопки екстреного реагування, камери спостереження, сенсори якості повітря [8].

Таблиця 1 – Цифрові інструменти, які Україна може використовувати при відновленні інфраструктури міст

Цифровий інструмент/технологія	Напрям, особливості та приклади використання
3D-друк	Завдяки 3-D друк будинок створюється за 1 день, а нова школа – за тиждень. Зараз на обладнанні датської компанії COBOD будується школа, яка стане найбільшим навчальним закладом в Європі, побудованим з використанням 3D-друку
Цифрові двійники	віртуальних двійників можна широко застосовувати в Україні для моделювання зруйнованих міст перед їх відбудовою, щоб знайти оптимальні рішення для оновлення інфраструктури, прогнозування розвитку міста або об'єкту через 10-20 років.
ВІМ-технології (будівельно-інформаційне моделювання)	Кожну стадію будівництва можна змоделювати. ВІМ-технології комплексно поєднують в одному проєкті зведення, оснащення, забезпечення подальшої експлуатації та ремонту будівлі. Вони дають змогу точно розраховувати матеріали і витрати, зменшувати кількість помилок під час розроблення проєкту і залучати до процесу проєктування одразу кілька команд фахівців
Система інтелектуальних датчиків	Такі датчики використовуються для спрощення паркування, оптимізації вуличного руху, управління вуличним освітленням, утилізації сміття, оцінювання якості повітря тощо
Відкриті дані та хмарні обчислення	Завдяки використанню концепції відкритих даних стануть відкритими більшість даних про управління та витрати містами, формування бюджетів, державні закупівлі, публічні заходи. Громадянам використання відкритих даних та хмарних обчислень надає інформацію про новини, законодавство, споживання електроенергії, забруднення, дозволяє отримати весь спектр послуг і забезпечує швидку взаємодію між громадянами та владними органами
Система автоматичного регулювання освітлення міст	Подібна система у Амстердамі дозволяє дистанційно регулювати рівень яскравості світла, виходячи з поточних потреб громадян і органів управління. При цьому вуличні ліхтарі оснащені світлодіодною технологією та живляться від сонячних панелей і вітряних турбін
Система автоматичного зчитування лічильників води	Широкомасштабна AMR – діагностика інтенсивності використання води та попередження клієнтів про можливі її витoki. Так, впровадження подібної системи у Нью-Йорку зменшило рахунки за воду для мешканців на суму понад 73 млн дол. США
Відеоаналітика	Допомога у виявленні правопорушень, моніторинг стану дорожнього руху. Використання машинного навчання та штучного інтелекту для виявлення типової та незвичної активності по відеофрагменту

Джерело: сформовано авторами на основі [2-4, 6-8, 11]

На сучасному етапі розвитку українські міста можуть задіяти відео аналітику разом із технологією обробки великих даних. Так, Технологія Avigilon Appearance Search™ дозволяє операторам безпеки і співробітникам правоохоронних органів переглядати велику кількість записаного відео, щоб швидко знайти конкретну людину або транспортний засіб, що представляє інтерес [11].

Технологія виявлення незвичайного руху (UMD) використовує можливості машинного навчання штучного інтелекту для безперервного спостереження і кодування того, яка активність типова для даної сцени, щоб виявити будь-яке відхилення від цих норм. Ця функція не тільки виявляє події в режимі реального часу, які в іншому випадку залишилися б непоміченими співробітниками правоохоронних органів, але і значно зменшує час реагування, забезпечуючи миттєві оповіщення і виводячи рішення для спостереження, оснащені цією аналітикою, на новий рівень автоматизації [11].

Таким чином, в сьогоденнішніх реаліях України наявність Smart-концепції – це стратегічна необхідність для українських міст. Під час повоєнного відновлення країна має можливість не просто відновити повністю зруйновані міста, але й збудувати їх по-новому, з урахуванням сучасних тенденцій та світового досвіду. Крім цього, у майбутньому, дана концепція не тільки зробить Україну більш інноваційною, конкурентоспроможною та привабливою для українців та іноземних громадян, але й залучить до розвитку держави значно більшу кількість інвесторів.

Перелік джерел посилань

1. World Bank 3 Big Ideas to Achieve Sustainable Cities and Communities URL: <https://www.worldbank.org/en/news/immersive-story/2018/01/31/3-big-ideas-to-achieve-sustainable-cities-and-communities> (дата звернення: 8.11.2023).
2. Технічне регулювання у сфері стандартизації «розумних громад» та «розумних міст»: європейський досвід. Аналітична записка. URL: <http://old2.niss.gov.ua/articles/2338/> (дата звернення: 8.11.2023).

3. Захарова О., Козирєв Д. Концепція розумного міста як альтернативний підхід до відновлення міської інфраструктури України в повоєнний період *Збірник наукових праць ЧДТУ. Серія: Економічні науки*. 2022. № 67. С. 5-14.

4. Єршова О. Л., Бажан Л. І. Розумне місто: концепція, моделі, технології, стандартизація. *Статистика України*. 2020. № 2-3. С. 68-77.

5. Euroactiv. How many smart cities are in Europe? URL: <https://www.euractiv.com/section/smart-cities/infographic/how-many-smart-cities-are-there-in-europe/> (дата звернення: 8.11.2023).

6. Момот Т. В., Мураєв Є. В. Компаративний аналіз зарубіжних практик розвитку розумних міст та можливості їх імплементації в Україні. *Інфраструктура ринку*. 2020. Вип. 42. С. 232-237.

7. Севастьянов Р. В. Актуальні проблеми розвитку «розумних міст» (smart-city). *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2021. № 2. С. 170-175.

8. Smart City Ukraine: що це та як це працює в українських реаліях URL: <https://visitukraine.today/uk/blog/2183/smart-city-ukraine-shho-ce-ta-yak-se-prasyuje-v-ukrainskix-realiyah> (дата звернення: 10.11.2023).

9. Про затвердження Порядку поводження з відходами, що утворилися у зв'язку з пошкодженням (руйнуванням) будівель та споруд унаслідок бойових дій, терористичних актів, диверсій або проведенням робіт з ліквідації їх наслідків: Постанова Кабінету Міністрів України №416 від 28.04.2023. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1073-2022-%D0%BF#Text> (дата звернення: 12.11.2023).

10. Про управління відходами : Закон України від 13.12.2022 р. № 12849-IX. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2320-20#Text> (дата звернення: 12.11.2023)

11. Розумні міста України. Що таке смарт-сіті і як це працює. URL: <https://www.bezpeka-shop.com/ua/blog/obzor/umnye-goroda-ukrainy-chto-takoe-smart-siti-i-kak-eto-rabotaet/> (дата звернення: 10.11.2023).