

УДК 330

DOI: 10.31891/2307-5740-2022-302-1-45

БАБЕНКО В. О.

<https://orcid.org/0000-0002-4816-4579>

e-mail: vitalinababenko@karazin.ua

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

МАЦЕНКО О. М.

<https://orcid.org/0000-0002-1806-2811>

e-mail: amatsenko@econ.sumdu.edu.ua

ЧОРНА Я. В.

e-mail: slava.chernaya.99@gmail.com

Сумський державний університет

ТРОЙНИКОВА В. А.

e-mail: victoriatroinykova@gmail.com

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

ПРОРИВНІ ІННОВАЦІЇ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ КОНЦЕПЦІЇ «SMART CITIES»: ДОСВІД ЄС ТА МОЖЛИВОСТІ УКРАЇНИ

У реаліях сьогодення широти сфер застосування та обертів набирає впровадження технологій блокчейн, IoT, ШІ. Найбільшого успіху з усіх видів транспорту, на які вплинув ШІ, досягли безпілотні автомобілі, проте обмежувальні норми та нестандартизовані правила дорожнього руху змушують європейські компанії на розробку своїх автономних прототипів поза континентом. Місцевим дозволам на безпілотне водіння не вистачає стандартизації, що полегшило б застосування європейської промисловості своїх інновацій у великих масштабах. Відсутність ясності в правовій базі з питань відповідальності випадок збоїв, а також проблеми координації в ЄС ще більше ускладнюють проблему. При чому дана проблема актуальна і для українських реалій транспортного регулювання, особливо тієї його сфери, що апелює до перетворення міст на інтелектуальні середовища.

Дана стаття підкреслює важливість введення інтелектуальних систем регулювання транспортних потоків як фактору підвищення конкурентоздатності міст у довгостроковій перспективі, виокремлює проблему необхідності стандартизації протоколів smart-систем (V2V, V2I, V2G) для підвищення однорідності та ефективності транспортного сектора країн ЄС. Окремим напрямом виступає дослідження можливостей кооперації України з Європейським Союзом в даному напрямі, її гальмуючих чинників та перспектив.

Ключові слова: інновації, SMART CITIES, транспортні потоки, інтелектуальне середовище

VITALINA BABENKO

V.N. Karazin Kharkiv National University

OLEKSANDR MATSENKO, YAROSLAVA CHORNA

Sumy State University

VIKTIRIYA TROYNIKOVA

V.N. Karazin Kharkiv National University

BREAKTHROUGH INNOVATIONS IN IMPLEMENTING THE «SMART CITIES» CONCEPT: EU EXPERIENCE AND UKRAINE'S OPPORTUNITIES

In today's realities, the introduction of blockchain, IoT, AI technologies is gaining momentum. Of all the modes of transport affected by AI, drones have been the most successful, but restrictive regulations and non-standard traffic rules are forcing European companies to develop their own autonomous prototypes outside the continent. Local unmanned driving licenses lack standardization, which would make it easier for European industry to innovate on a large scale. The lack of clarity in the legal framework on liability in the event of failure, as well as the problem of coordination in the EU, further complicate the problem. Moreover, this problem is relevant for the Ukrainian realities of transport regulation, especially its sphere, which appeals to the transformation of cities into intellectual environments.

This article emphasizes the importance of introducing intelligent traffic control systems as a factor in increasing the competitiveness of cities in the long run, highlights the need to standardize protocols for smart systems (V2V, V2I, V2G) to increase the homogeneity and efficiency of the EU transport sector. A separate area is the study of the possibilities of cooperation between Ukraine and the European Union in this area, its inhibitory factors and prospects.

Key words: innovations, SMART CITIES, transport flows, intelligent environment

Постановка проблеми у загальному вигляді

та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Різноманіття підходів подання дефініцій при формулюванні суті поняття «smart-місто» підсумовується такою характеристикою: розумне місто реалізує комплекс стратегічних заходів щодо вирішення найбільш актуальних завдань та підвищення конкурентоспроможності регіону, заснований на використанні ІКТ (ІСТ) для покращення якості життя та доступності міської інфраструктури, що забезпечує стійкий економічний, соціальний та екологічний розвиток. Як бачимо, цей концепт тісно пов'язаний із стратегіями стійкого розвитку, що вводяться розвинутими країнами ЄС для підвищення своїх позицій на

міжнародній арені, підтримки економічного зростання, забезпечення добробуту своїх громадян. Варто мати на увазі, що ефективно організовані транспортні мережі підтримують зв'язки між країнами, що вважається однією з рушійних умов для реалізації країнами програм свого піднесення. При цьому саме активна інтеграція національних мереж транспортного сполучення країн ЄС стимулює як регіональну, так і міжнародну кооперацію.

Національні уряди країн Європейського Союзу прагнуть відігравати стимулюючу роль у підтримці введення інноваційних рішень, нарощування потенціалу та масштабування. Вони розуміють, що розгортання концепту інтелектуальних урбаністичних середовищ стосується не лише самих міст чи приватного сектора [7]. Крім цього, адміністрації та мерії розуміють, що ефективність реалізації таких смарт-програм в першу чергу забезпечується комплексним підходом впровадження інновацій, який зображено на рис.1 як модель трьох рівнів еволюції інтелектуальних середовищ в містах. Нині актуалізується твердження про те, що, аспекти розумного міста, які доповнюють один одного, включають ефективність, технологічний прогрес, стійкість, соціальну інклюзивність та перехід до бізнесу, що враховує погляди всіх зацікавлених сторін [13].

Тіснота взаємозв'язку транспортної сфери як фактору підвищення кооперації міжнародного рівня із рівнем розвитку технологій, на яких будуються сучасні рішення функціональності та підтримки даного сектора щороку неухильно зростає [5]. Тепер як ніколи уряди зацікавлені в новітніх розробках, нестандартних підходах до вирішення буденних проблем: лідери думок проголошують ці аспекти в своїх кампаніях та прагнуть до «включення» приватного сектора, соціуму в процес поліпшення ситуації. Найголовніше: уряди готові інвестувати величезні суми в цей розвиток, що окупиться лише в довготривалому часовому відрізьку або не матиме аспекту прибутковості взагалі. Що ж впливає на таку зміну політики урядами країн ЄС?

Виклад основного матеріалу

Щодня понад 180 тис. людей переїжджає жити до міста. Організація економічного Співробітництва та розвитку (ОЕСР) прогнозує, що до 2050 року населення світу досягне 9 мільярдів людей, з яких 70% житимуть у міських центрах. Мегаліси споживають понад 75% світового виробництва енергії та виробляють 80% викидів парникових газів. Чимало міст вирішили перефокусуватися на стратегічну рециклічність виробництва (замкнутий цикл) та вводити повсемісні цифрові трансформації у відповідь на деякі з найбільших проблем глобального значення: зростання населення, забруднення навколишнього середовища, нестача ресурсів, управління водними ресурсами та енергоефективність [14].

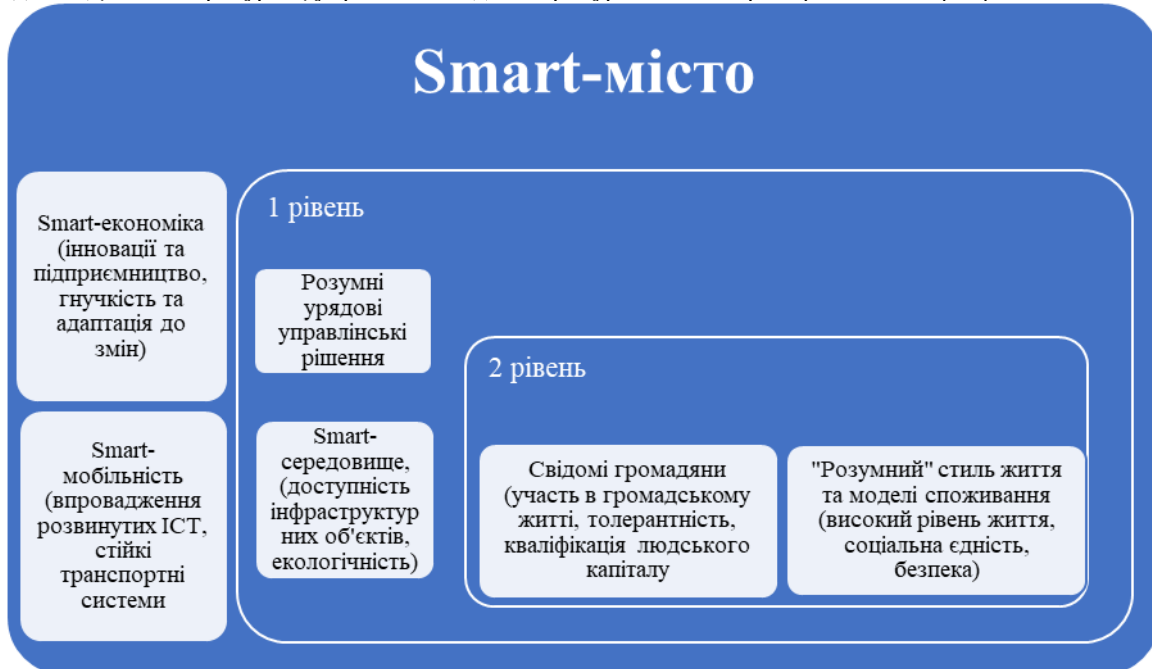


Рис. 1. Трьохрівнева модель еволюції розумного міста, що демонструє показники smart-мобільності (розроблено автором на основі [5; 16; 18])

Саме завдяки інноваційним технологіям справді можливо наділити існуючі міські інфраструктури новими інтелектуальними можливостями: перевести системи на цифрові технології та з'єднати їх так, щоб вони могли ефективно взаємодіяти, передавати інформацію один одному, збирати та самостійно аналізувати дані, щоб оперативнo та максимально коректно реагувати на змінні умови [1]. Така реструктуризація систем та, як наслідок їх «інтелектуалізація» дозволяють містам зростати та забезпечувати стабільну якість життя мешканців за рахунок ефективної організації потоків дорожнього руху, функціонування суспільної та

екологічної системи безпеки та автоматизація процесів управління містом, що, зрештою, допоможе полегшити урбанізацію та залучити нові інвестиції.

Концепція інтелектуальних міст має тісний зв'язок з двома її критично важливими технологіями:

- Інтернет речей (IoT): обчислювальна концепція, що описує ідею повсякденних фізичних об'єктів, підключених до Інтернету та здатна ідентифікувати себе на інші пристрої;
- Великі дані (Big Data): дуже великі набори даних, які можна аналізувати комп'ютеризованим шляхом, щоб виявити закономірності, тенденції та асоціації, особливо щодо людської поведінки та взаємодії.

До основних технологій розумного міста сьогодні відносяться бездротові сенсорні мережі, різні онлайн-платформи, датчики (наприклад, для моніторингу трафіку, рівня забруднення повітря тощо), електронні карти та програми. Відповідно до більшості загальних концепцій, розумне місто має сім основних структурних компонентів:

1. Розумна економіка.
2. Розумна фінансова система.
3. Управління розумним містом.
4. Розумний громадський транспорт.
5. Розумна інфраструктура.
6. Розумне висвітлення (енергоспоживання).
7. Розумні жителі [14].

Концепція інтелектуальних міст є фундаментом для імплементації автоматизації у різні сфери життєдіяльності міст та областей. Практично необмежена кількість систем та проєктів можуть бути збудовані на її принципах [6]. Сукупність управління системами дозволяє їм збільшувати свою ефективність у кілька разів.

Розглянемо приклад транспортної сфери міста, де нагальною проблемою сьогодення є стабільно зростаючий попит на транспорт, що відображається у заторах на дорогах, а також у підвищенні енергоспоживання та пов'язаних із цим викидів. На CO₂ (діоксид вуглецю) припадає 75% глобального забруднення парниковими газами, і, за прогнозами, він залишиться найбільшим джерелом глобальних викидів до 2050 року. Транспорт також є основним джерелом викидів (22%), при чому автомобільний транспорт спричиняє 75% викидів CO₂ у всьому світі, 70% у ЄС, в деяких країнах і до 98% [24]. Так, декарбонізація транспорту – невід'ємна частина уповільнення кліматичних змін, і є предметом багатьох дослідницьких проєктів.

Питання зміни клімату та декарбонізації транспорту відображено в багатьох стратегічних планах, прийнятих в розвинених країнах. Зокрема, серед найважливіших в ЄС — «Пакет клімату та енергії» та «Європа 2020: Європейська стратегія розумного, сталого та інклюзивного зростання», обидві прийняті у 2010 році. «Дорожня карта для переходу до конкурентоспроможної низьковуглецевої економіки до 2050 року» є одним із ключових стратегічних документів щодо сталого розвитку ЄС [10; 16].

У ЕІР також наголошується важливість використання узгоджених стандартів, протоколів та загальних форматів даних, які сприяють взаємодії між системами, запобігають прив'язці до постачальника та заохочують конкуренцію. Важлива і доступність даних для третіх осіб (при повному дотриманні конфіденційності споживачів та захисту законних ділових інтересів), щоб сприяти розробці та впровадженню нових додатків.

Гострота питань конфіденційності та захисту персональних даних підвищується чи не щодня. Передбачається, що однією із головних загроз може стати саме використання даних, котрі вважають одним із найцінніших активів у сучасному світі. Вони відкривають перед smart-містами фундаментальні можливості використання у майбутньому; але це також може бути вузьким місцем у містах, які мають слабкі системи обробки масивів інформації, та загрозою для конфіденційності, що впливає з великої кількості даних, які генеруються в мережах smart-міста.

Звідси актуалізується характеристика пружного до зовнішніх потрясінь урбаністичного smart-середовища країн ЄС, схематичне зображення якої можемо подати на рисунку 2.

Саме стійкість транспортної системи Smart-міста як здатності системи протистояти кризовим явищам різного роду з неіснуючим або мінімальним обмеженням швидкості руху, можливостей та безпеки, що дозволяє адаптувати маршрути та засоби руху, ресурси, навички та інфраструктуру для мінімізації необхідного часу для відновлення порушених обмежень руху та відновлення скопрометованих функцій транспортної системи, зазвичай вважають ключовим фактором конкурентоздатності міст [9; 17].

Звідси, хоча місцеві органи влади, громадяни та інші зацікавлені сторони розумного міста стикаються з низкою проблем в процесі впровадження додатків ІІІ, їх імплементація є критично важливою для ефективного функціонування як транспортної системи, так і всього середовища smart-міст. Крім цього, такі інновації мають позитивний вплив на розширення прав та можливостей, стійкості спільнот у розумних містах.

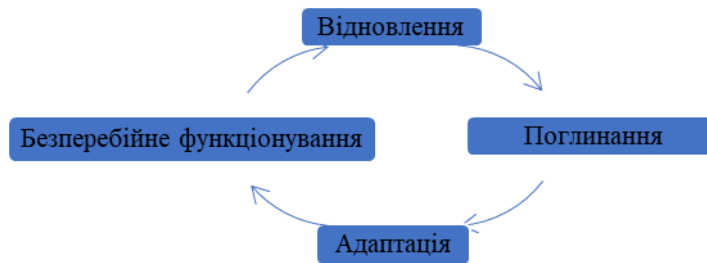


Рис. 2. Критично важливі характеристики стійкого середовища smart-міст [12]

Обсяг світового ринку розумних міст стрімко зростає. Очікується, що він зросте з приблизно 410,8 млрд. доларів у 2020 році до понад 820 млрд. доларів у 2025 році [4]. У свою чергу, третє видання щорічного індексу smart-міст IMD-SUTD (SCI) показало, що на сприйняття городянами того, як технології допомагають вирішувати міські проблеми, дуже вплинула пандемія та прискорення цифрової трансформації. Зокрема, в 2021 році трійку лідерів зайняли Сінгапур (1 місце), Цюріх (2) та Осло (3). Швейцарія посіла 3 місце у першій десятці, Лозанна посіла 5-е місце, а Женева – 8-е [20].

За оцінками Міжнародної корпорації даних (IDC), витрати ЄС на «розумні» міста сягали 19 мільярдів доларів (15 мільярдів фунтів стерлінгів) з 2018 року, і континент добре представлений у рейтингу розумних міст, складеному Eden Strategy Institute, сінгапурською громадською організацією інноваційного консультування.

Якими є драйвери успішного впровадження містами концепції “Smart City”? Розглянемо приклади успішних міст, основні їх напрями дій в даній сфері. Наступні smart-міста Європи посіли місця у списку Eden Strategy Institute показано в таблиці 1.

Таблиця 1

Діяльність сфери створення smart-міст в Європі [4; 22; 23]

| Місто | Ініціативи в сфері інтелектуалізації міських середовищ |
|------------|--|
| Амстердам | 1) Амстердам Smart City (ASC), - B2G-партнерство (органи державної влади, бізнес, університети та громадян) для розробки цифрових рішень соціальних, економічних та екологічних проблем. 2) 40 різних проектів віртуального енергетичного заводу, який об'єднує виробництво та споживання сонячної енергії: накопичує вироблений людьми надлишок локально, а технологія Vehicle-to-Grid, яка дозволяє е-мобілям діяти як тимчасові батареї для живлення домогосподарств під час відключень. |
| Барселона | 1) Інвестиції в інфраструктуру Wi-Fi та Інтернет речей (IoT), що за прогнозами Cisco надасть акумулятивну економічну вигоду в 970 мільйонів дол. США до 2026 року. 2) Установка Smart LED-світильників, які заощаджують енергію, реагуючи на рух. 3) Використання суперкомп'ютерів для інтелектуальної мобільності. |
| Берлін | VeMobility, програма з прогнозованим бюджетом понад 9 млрд. євро з метою розгортання е-каршерингу та парку е-мобілів, а також збільшення кількості зарядних станцій. |
| Відень | мережа зарядки електромобілів і працює випробування прокату електровелосипедів і схем спільного використання електрокарів. |
| Дублін | 1) Відкриті дані та перетворення мегаполісу на випробувальний стенд для нових міських рішень (спільна робота DCC, Intel та CONNECT центру), для пом'якшення наслідків майбутніх повеней. Датчики опадів та рівня річок (на базі Sigfox та стільникового зв'язку). 2) Проекти розумного уряду, мобільності. Нові способи міської мобільності (велосипеди, різноманітні шерингові сервіси в умовах обмеженого руху громадського транспорту), посилені пандемією. |
| Копенгаген | 1) Центральна ціль стратегії розумного міста - стати вуглецево-нейтральною столицею до 2025 р. Місто хоче, щоб принаймні половина його населення їздила на роботу на велосипеді, і інвестує в Інтелектуальні транспортні системи (ITS). У світлофорах на перехрестях встановили сотні контролерів, для оптимізації сигналів у реальному часі, віддаючи перевагу велосипедному та автобусному трафіку над автомобілями. 2) Проводяться моделювання, щоб перевірити різні моделі контролю дорожнього руху. |
| Париж | 1) Проект фірми Vincent Callebaut гідродинамічних веж, які використовують рослинність як біокондиціонування повітря, гідро-електричні насоси, які перетворюють дощову воду в чисту енергію. 2) Програма обміну електромобілями Autolib і краудсорсинг подальших стійких ідей. 3) Ведеться підготовка до заміни всього автобусного парку е-мобілями (інвестиції 100 млн. євро в адаптацію інфраструктури для полегшення масового розгортання підключених та автономних засобів керування. |
| Рейк'явік | Намагається залучити громадськість до своїх планів через Better Reykjavik, онлайн консультативний форум, де всі громадяни можуть представити свої ідеї щодо послуг та операційної діяльності міста, зокрема і питання розподілу бюджету, екології, стійкого розвитку. |
| Стокгольм | Перспективний підхід до свого прогресу як розумного міста, використовуючи метод дослідження під назвою Design Fiction для створення спекулятивних сценаріїв майбутнього. Фокус міста на екологічну сферу приніс йому першу нагороду ЄС «Зелена столиця». Крім цього, шведська столиця має сильну репутацію в галузі цифрового управління, посівши перше місце в опитуванні міст Рутгерського університету з питань конфіденційності даних та безпеки громадян. |
| Хельсінкі | 1) Орієнтація на потреби громадян, відкритість уряду, прозора політика та обмін знаннями з 5 ін. фінськими містами на відкритій інноваційній платформі «Стратегія шести міст». 2) Smart-район під назвою Каласатама, який прагне заощадити одну годину часу кожного громадянина щодня за допомогою послуги розумного управління рухом. 3) Ініціативи від фонду Smart & Clean Helsinki Metropolitan. 4) Smart-мер, який веде прямі веб-трансляції засідань міської ради. |

Варто зазначити, що акцент розвитку розумного міста робиться саме на транспортних технологіях і став глобальною тенденцією. Обертів набирає і концепція «уряду в смартфоні», що лише підтверджує тезис про всеосяжну цифровізацію.

Більшість аналітиків виділяють від трьох до п'яти проривних технологічних мегатенденцій, що формують майбутнє транспорту. Всі списки мегатенденцій можна звести до наступних чотирьох пунктів:

- Оцифрування,
- Автоматизація,
- Стійкість
- Спільна (шерингова) економіка.

Цифровізація охоплює всі види інтеграції цифрових технологій у транспорт. Це означає, що вона також охоплює автономне водіння (підключене та автономне водіння - CAD).

Стійкість часто обмежується лише електрифікацією транспортних засобів (електронна мобільність). Проте мобільність – це лише одна з актуальних тенденцій альтернативних силових агрегатів. Інші технології, наприклад, водневі – також розробляються, тестуються та впроваджуються, що свідчить про те, що вплив на навколишнє середовище транспорту переживає швидке переосмислення у бік сталого розвитку. Шерингова економіка транспорту в ЄС означає зміну ставлення до володіння автомобілем та мобільності загалом. Популярність каршерингових послуг, що зберігається, означає появу послуги «Мобільність як послуга» (MaaS) в якості альтернативи володінню автомобілем. Цікавим прикладом тут слугує Німеччина, де вже змінюють і правове поле з врахуванням змін в сприйнятті: новий закон, що недавно був ухвалений парламентом, переносить акцент із приватної власності на «автономні автомобілі» на державну експлуатацію «транспортних засобів». В результаті повністю автономні шатли (без фізичного водія у транспортному засобі) можна буде використовувати з 2022 року для регулярної роботи (у певних робочих зонах) на дорогах загального користування. Згідно з новим законом, контроль над кожним автономним транспортним засобом буде здійснюватись віддаленим «технічним керівником», особою, яка в окремих випадках може відключати або дозволяти маневри за межами транспортного засобу [22].

Тенденції сталого розвитку та економіка спільного споживання мають багато аспектів, аналіз розглядає лише ті з них, які безпосередньо пов'язані з використанням ШІ на транспорті, а саме:

- Стійкість;
- Енергоефективність транспортних засобів;
- Електронна мобільність;
- Спільна економіка;
- Спільна поїздка;
- Спільне використання транспортних засобів або, у загальному плані, зміна моделей володіння та використання транспортних засобів.

У міру того, як спільне використання стає більш зручним та поширеним в країнах ЄС, а також з'являються нові способи розвитку транспорту – індивідуальне володіння автомобілями може скоротитися, зокрема через автономні автомобілі, які, ймовірно, будуть дорожчими, особливо на початку.

Зрозуміло, що щоб повною мірою скористатися перевагами додатків ШІ, потрібна добре розвинена та відповідна дорожня інфраструктура у транспорті. Щоб виконати обіцянки безпечних та ефективних перевезень без заторів, аварій, дорожня інфраструктура має працювати як добре інтегрована система. Щоб забезпечити рівність безпечного автономного водіння, фізична інфраструктура має бути значно розширена та покращена, що передбачає зокрема і додаткову розробку та встановлення датчиків для збору інформації про дороги та трафік, її обробку та обмін нею з транспортними засобами.

В процесі еволюції європейських smart-міст, забезпечення надійного інтер-автомобільного «спілкування» стає дедалі важливішим. Спеціальні автомобільні мережі (VANET) як найбільш перспективна нова технологія в автомобільному сполученні, продовжує свій розвиток, що підтверджується в тому числі зростаючим попитом на програми безпеки, які покладаються на надійну та ефективну файлову передачу VANET у міському середовищі.

Нині саме зв'язок є критичним елементом більш високих рівнів автоматизації транспортних систем в країнах ЄС [10]. Так як транспортні засоби повинні мати можливість позиціонувати себе на ряду з іншими засобами пересування, широкого розповсюдження набувають технології зв'язку V2V, що допомагає планувати поїздку і орієнтуватися за маршрутами. Це забезпечує зв'язаність, миттєву та достатню для одночасної підтримки кількох транспортних засобів [3; 12].

При цьому для розвитку smart-інфраструктури необхідною є стандартизація протоколів передачі, адже технологія V2V не є єдиним достатнім елементом. Зв'язок V2V дозволяє автомобілям отримувати доступ до інформації про швидкість та місцезнаходження інших транспортних засобів за допомогою V2V, що оточують їх, використовуючи протокол бездротового зв'язку, що допомагає знизити кількість аварій та заторів на дорогах. У свою чергу дана технологія «вплітається» в наступний рівень організації транспортних smart-систем, – Vehicle-to-Infrastructure, що забезпечує з'єднання транспортного засобу з інфраструктурою, збирає дані, зокрема, про завантаженість доріг, прогнози погоди, рівні дозволу на мости, статус світлофора, а потім передає їх бездротовою мережею, щоб інформувати водіїв про поточні умови, для підвищення

безпеки (рис. 3). Інтелектуальні світлофори на базі V2I допомагають водіям оцінити точний час прибуття. Майбутнє V2I може призвести до створення більш досконалих систем, таких як інтелектуальне паркування, автономні транспортні засоби, що покращать майбутнє міське планування смуг руху, парковок та ін. [9].

Іншим ступенем організації є V2X (Vehicle-to-Everything), що координує попередні технології. Даний рівень організації транспортного smart-середовища підвищує безпеку дозволяючи засобам пересування «спілкуватися» з транспортною системою, включаючи інші автомобілі та інфраструктуру. V2X скорочує час реакції, необхідний водієві для відповіді на умови навколишнього середовища. V2X спрощує процес водіння, автоматизуючи платежі за проїзд та паркування. Подібно до технологій V2I і V2V, V2X буде найбільш ефективним, коли кожна вантажівка, автобус, автомобіль, мотоцикл і навіть велосипед матиме стандартизацію щодо підключення цієї технології підключених транспортних засобів [9].

Важливо підкреслити, що вищенаведені технології організації та координування транспортного smart-середовища досягли популярності в сфері технологій підключених засобів пересування. На даний час країни ЄС активно розвивають та тестують рішення та мережі, що підтримують розвиток всієї галузі (Vehicle-to-Network (V2N), Vehicle-to-Grid (V2G), Brain-to-Vehicle (B2V), Платонінг чи Групування (Platooning)). Яскравим прикладом слугує Барселона, що вже використовує інтелектуальну систему управління дорожнім рухом, але планує використати V2X у майбутньому. Зокрема, місто інвестує в інфраструктуру 5G та лабораторію Living Lab, яка є лідером у розробці підключених та автономних транспортних засобів [4].

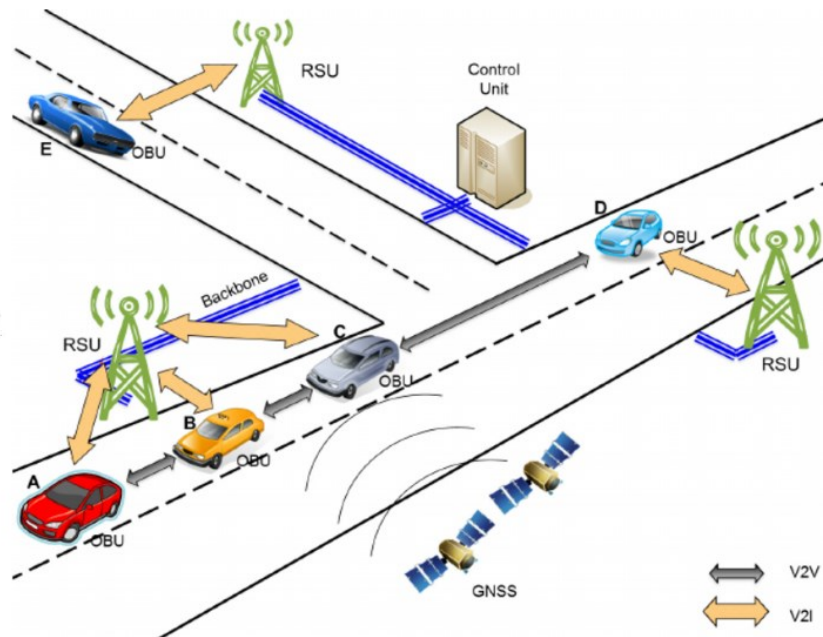


Рис. 3. Архітектура оцінки автотранспортної завантаженості на основі комбінованої взаємодії зв'язків V2V та V2I [19]

В рамках своєї політики та планах розвитку до 2030 та 2050 рр. ЄС підкреслює важливість піднесення сфери транспорту та виведення його систем на принципово новий рівень, що дозволило б у найбільш повній мірі реалізувати концепцію урбаністичного smart-середовища [16]. Пам'ятаємо, що ефективно організовані транспортні мережі підтримують зв'язки між країнами, а це вважають однією з рушійних умов для реалізації сталого економічного розвитку, благополуччя громадян. Активна інтеграція національних мереж транспортного сполучення країн ЄС стимулює як регіональну, так і міжнародну кооперацію.

Очевидно, що орієнтація України на поглиблення відносин з Європейським Союзом та відповідні інтеграційні процеси відносяться в тому числі й до оптимальної організації транспортних систем, наближуючи їх до прикладів smart-середовищ, що в свою чергу допомогло зекономити як фінансові, часові, так і людські ресурси на їх обслуговування.

В Україні діє Програма розвитку муніципальної інфраструктури України (ПРМІУ, UMIP), в рамках якої відбувається субсидування і Smart City. Але швидкість розвитку цього напрямку бажає кращого. Щороку пропонуються ініціативи, зокрема в столиці України, що покликані автоматизувати процеси, підвищити рівень безпеки та комфорту в сфері транспорту. З 2015 року київська міська влада прагне аби системи моніторингу трафіку та управління громадським транспортом, системи якості повітря та води, інструменти електронного управління, розумне освітлення, вільний доступ до Wi-Fi, збір та аналіз BigData, безпека персональних даних, е-послуги населенню зрештою стали реальністю для киян. Відповідно, було розроблено програми, націлені на прогресивні зміни, зокрема «Kyiv Smart City», концептуальні складові якої зображено на рисунку 4.

При цьому варто відзначити, що розуміння суті концепції «інтелектуальне місто» міською владою все ж відрізнялось, про що свідчили насамперед неясні статті витрат в звітності. Примітними були намагання столичної влади підвищити рівень безпеки шляхом відеоспостереження та відповідним встановленням близько 7000 відеокамер для фіксації номерних знаків, аналізу трафіку, фіксації швидкості, хмарного сховища. У цю сферу місто вклало близько 450 млн. грн. Були позитивні зрушення: система відеоспостереження довела свою ефективність, злочинність у місцях розташування камер впала більш ніж на 56% [2].

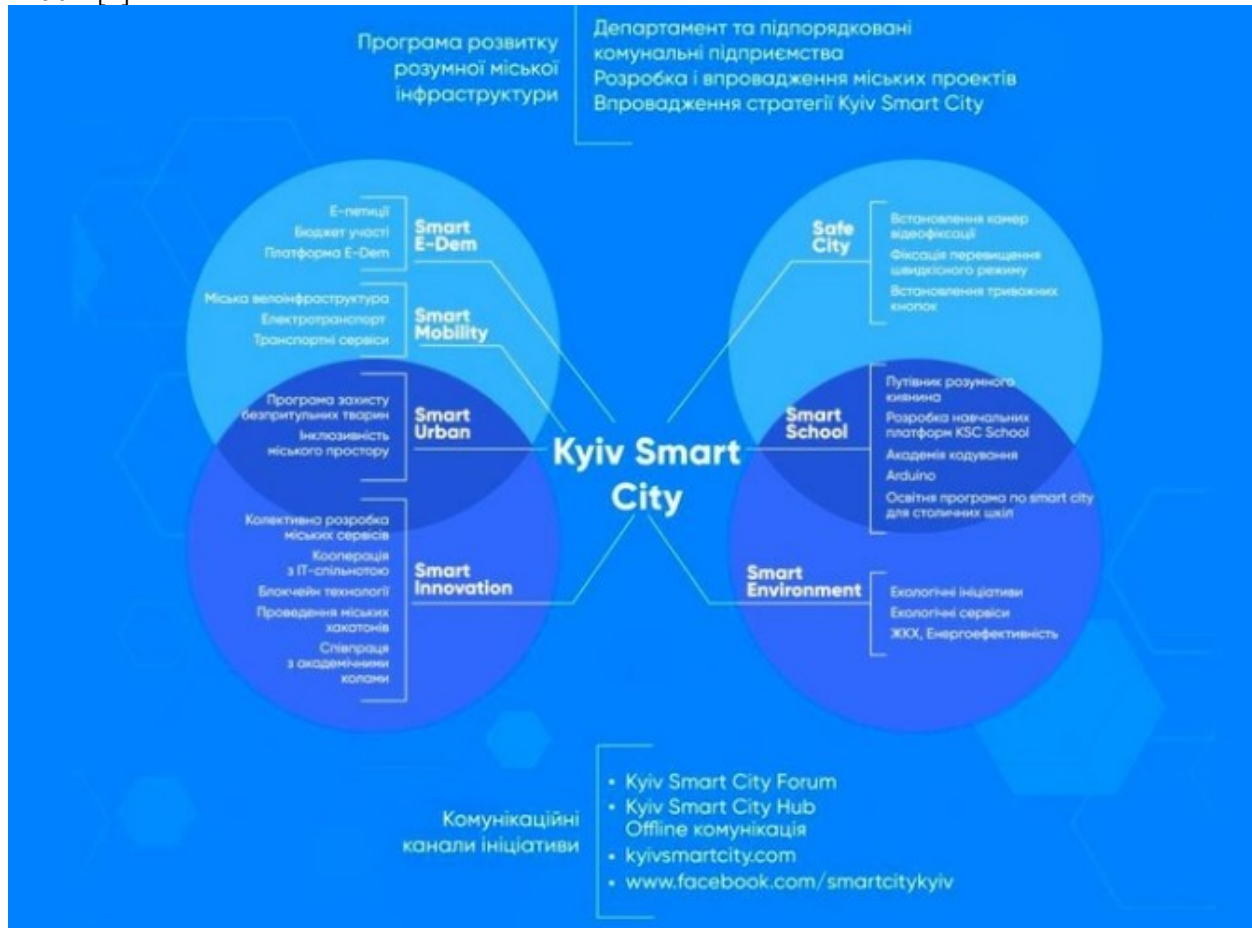


Рис. 4. Концепція та напрямки програми Kyiv Smart City [2]

Однак, на сьогодні ініціативи імплементації інтелектуальних систем управління транспортними потоками скоріше знаходяться на етапах планування, аніж активного введення. Відповідуючи на питання перешкод розвитку, аналітики наводять наступні фактори [2]:

відсутність чіткого позиціонування (на локальному та глобальному рівнях), що заважає в тому числі жителям міста розуміти свою роль у цьому процесі. Є міста для туристів, підприємців, індустріальні міста, мультикультурні та багатонаціональні хаби. Є міста-сателіти, міста із індустріальними парками. Незважаючи на це, що базові потреби у всіх містах однакові (чисте повітря, безпека, паркування тощо), решта потреб може відрізнятися. Тому спочатку містам потрібно визначитися зі своїм позиціонуванням. Приклад: якщо місто позиціонує себе як туристичне, то там органічно почнуть з'являтися готелі, бари, ресторани, розважальні комплекси, а підприємці будуть схильні створювати туристичні послуги та додатки.

Зведення розуміння концепції Smart City як лише технології, в той час як це також має на увазі дані та сервіси на їх основі. Наявність якісних відкритих наборів даних означає, що з'являтимуться сервіси від технічної та бізнес-спільноти.

Smart City тісно пов'язане з державно-приватним партнерством, B2G, B2G2C та Civic tech, що слабо розвинуті в Україні, або існують точно не за кошти від місцевих бюджетів.

Концепт передбачає обробку великих обсягів даних, а отже для реалізації проектів потрібна якісна інфраструктура.

Застарілість законодавства в Україні в IT-сфері та повільні зміни, що затримують запровадження будь-якого рішення і до 5–10 років. Часті судові позови та кримінальні справи.

Тендерна процедура для продажу комерційних продуктів в сфері транспортного підприємництва місту: нечасто створюються грамотні технічні завдання, які є тими документами, на основі яких можна хоча б приблизно розрахувати вартість проекту. IT-фахівці, які зазвичай працюють на західний ринок, отримують

винагороду з прив'язкою до валюти. В умовах українських тендерів через прив'язку до гривні вони вимушені закладати у вартість додаткові ризики, пов'язані зі змінами курсу, а це унеможливорює виграти [2].

Аналізуючи гальмуючі фактори, можемо дійти висновку, що перед Україною стоїть важлива і комплексна процедура реформації та оновлень в багатьох сферах, які на перший погляд слабо зв'язані із транспортним сектором. Проте цей процес безумовно буде виправданим. Країни, що займаються імплементацією передових технологій, оновленням регуляторної бази, в тому числі в сфері транспортних систем, спостерігають значні зрушення: прирости продуктивності, зростання ВВП, зменшення впливів деструктивних сил.

Таким чином, зміни необхідні в першу чергу в правовому полі в Україні щодо регулювання сфери ІКТ. Увагу необхідно приділити і створенню спеціалізованих середовищ, інкубаторів (екосистем) для введення інноваційних рішень та пілотних проектів, де ініціативи б мали можливість корегуватися до потреб конкретних міст, зокрема і в сфері транспорту. Очевидним залишається питання фінансування імплементації передових технологій у транспортні системи України: уряд має акцентувати увагу на перевагах співробітництва в даній сфері з ЄС і планувати бюджет з врахуванням необхідності розвитку своїх мереж.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Дана стаття проводить аналіз становища та передумов розвитку smart-міст, оглядає успішні ініціативи країн ЄС в сфері транспортного регулювання в smart-середовищі, проблеми, вирішення яких стає ймовірним завдяки імплементації подібних smart-технологій. Крім того, досліджено потенційні можливості, деструктивні сили і перешкоди в Україні для успішної імплементації передових технологій в сфері автотранспортних систем, які нині активно розвиваються в Європейському Союзі.

В ході дослідження визначено унікальні характеристики концепції Smart City, сфери її імплементації та впливу, підкреслено стимулюючу роль національних урядів у підтримці введення інноваційних рішень та розвитку інтелектуальних міст. Крім цього, актуалізовано ключову роль передових технологій ІІТ, ІoT, BigData в розвитку європейських міських smart-інфраструктур. Зокрема, зазначено, що акцент розвитку розумного міста робиться саме на транспортних технологіях і став глобальною тенденцією. Обертів набирає і концепція «уряду в смартфоні», що лише підтверджує тезис про всеосяжну цифровізацію.

Іншим напрямом роботи був аналіз європейського підходу до реалізації концепції Smart City, насамперед проаналізовано транспортний сектор та технології адаптивного та гнучкого регулювання транспортних потоків. Для країн ЄС актуальною проблемою залишається стандартизація цих систем, що дозволило б ефективніше вбудовувати ті ж технології V2V в складніше організовані V2I та V2X, що підвищило б мобільність та безпеку в містах.

Фінальним етапом роботи було доведення важливості розвитку та імплементації smart-інфраструктур, зокрема і в Україні, що в перспективі підвищує добробут мешканців, має економічні переваги, сприяючи реалізації сталого економічного розвитку. На даному етапі розвитку українських міст ініціативи імплементації smart-систем управління транспортними потоками скоріше знаходяться на етапах планування, аніж активного введення, що визначено багатьма факторами. Однак, країни, що займаються імплементацією передових технологій, оновленням регуляторної бази, в тому числі в сфері транспортних систем, спостерігають значні зрушення в позитивний бік: прирости продуктивності, зростання ВВП, зменшення впливів деструктивних сил. Даний тезис було підтверджено шляхом з'ясування залежності рівня розвитку технологій транспортної системи міста із рівнем його конкурентоспроможності та добробуту громадян як результатних та факторних показників із застосуванням регресійного аналізу. Базою для визначення цих показників були ефективні інноваційні рішення в досліджуваній сфері, прийняті країнами ЄС (наведені зокрема в табл. 1). Звідси, обґрунтована необхідність та співпраця України з Європейським Союзом в даному напрямі.

Висновком із проведеної роботи можемо навести твердження, що зміни необхідні в першу чергу в правовому полі в Україні щодо регулювання сфери ІКТ. Увагу варто приділити і створенню спеціалізованих екосистем, інкубаторів для введення інноваційних рішень та пілотних проектів, де ініціативи б мали можливість корегуватися до потреб конкретних міст, зокрема і в сфері транспорту. Очевидним залишається питання фінансування імплементації передових технологій у транспортні системи України: уряд має акцентувати увагу на перевагах співробітництва в даній сфері з ЄС і планувати бюджет з врахуванням необхідності розвитку своїх мереж.

References

1. Babenko V. O. (2018). Optimizatsiia mytnykh platezhiv z krainamy YeS. Herald of Khmelnytskyi National University. Ekonomichni nauky, № 3, Т. 3 (258). S. 273-280.
2. Podhaina Ye. (2021). «Rozumnyi» khaos: shcho ne tak iz Smart City v ukrainskykh mistakh. URL: <https://mind.ua/ru/publications/20221673-umnyj-haos-chto-ne-tak-so-smart-city-v-ukrainskih-gorodah>
3. Artificial intelligence in road transport. (2021). European Parliament. European Parliamentary Research Service. URL: <http://www.crid.be/pdf/public/8673.pdf>
4. Asiag J.J. (2021). 8 Smart Cities Lead the Way in Advanced Intelligent Transportation Systems. URL: <https://otonomo.io/blog/smart-cities-intelligent-transportation-systems/>

5. Babenko, V., Matsenko, O., Voronenko, V., Nikolaiev, S., Kazak, D. (2020). Economic Prospects for Cooperation the European Union and Ukraine in the Use of Blockchain Technologies. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: International Relations. Economics. Country Studies. Tourism*, vol. 12, pp. 8-17. <https://doi.org/10.26565/2310-9513-2020-12-01>
6. Babenko, V., Pasmor, M., Pankova, Ju., Sidorov, M. (2017). The place and perspectives of Ukraine in international integration space. *Problems and Perspectives in Management*, Vol. 15, Issue 1, pp. 80-92. doi: [http://dx.doi.org/10.21511/ppm.15\(1\).2017.08](http://dx.doi.org/10.21511/ppm.15(1).2017.08)
7. Babenko V., Sidorov V., Pankova Ju. (2017). Modern imperatives of the development of the integration of foreign economic policy of Ukraine in the modern world economic space: monograph, *International economic relations and sustainable development* [edited by Dr. of Economics, Prof. O. Prokopenko, Ph.D in Economics T. Kurbatova], Ruda Śląska: Drukarnia i Studio Graficzne Omnidium, pp. 51-70.
8. Bamwesigye D., Hlavackova P. (2019). Analysis of Sustainable Transport for Smart Cities. *Sustainability* 11, 2140
9. Bibri, S. E. (2020). Data-Driven Environmental Solutions for Smart Sustainable Cities: Strategies and Pathways for Energy Efficiency and Pollution Reduction. In: *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, Vol. 5, Iss. 3., pp. 6
10. Chumachenko, D., Derkach, T., Babenko, V., Krutko, M., Yakubovskiy, S., Rodionova, T. (2021). Development Prospects of Banking Sector in Central and Eastern European Countries in Terms of Financial Integration. *Estudios de Economía Aplicada*, 39 (7). <https://doi.org/10.25115/eea.v39i7.4949>
11. EC. (2015). Mapping Smart Cities in the EU, Brussels. URL: <http://smartcities.media.mit.edu/frameset.html>
12. Jafari M., Kavousi-Fard A., Niknam T., Avatefipour O. (2021). Stochastic synergies of urban transportation system and smart grid in smart cities considering V2G and V2S concepts. *Energy* 215. URL: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119054>
13. Lacinak M. (2021). Resilience of the Smart Transport System – Risks and Aims. *Transportation Research Procedia* (55). 1635–1640
14. Öberg C., Graham G. and Hennelly, P. (2017). Smart cities: a literature review and business network approach discussion on the management of organizations. *IMP Journal*, 11(3): 468–484. doi: 10.1108/IMP-06-2015-0024
15. Pashchenko A. F. (2021). Smart Management for Smart Cities – Synchronized Solutions. / *IFAC PapersOnLine* 54-13 (2021) 732–737
16. Podgorna, I., Babenko, V., Honcharenko, N., Sáez-Fernández, F. J., Fernández, J. A. S., Yakubovskiy, S. (2020). Modelling and Analysis of Socio-Economic Development of the European Union Countries through DP2 Method. *WSEAS Transactions on Business and Economics*, Volume 17, 2020, Art. #44, pp. 454-466. <https://doi.org/10.37394/23207.2020.17.44>
17. Pop M. D., Proştean O. (2018). A Comparison Between Smart City Approaches in Road Traffic Management. *Social and Behavioral Sciences* 238. 29 – 36
18. Rideamigos. (2020). What is transportation resilience? URL: <https://rideamigos.com/transportation-resilience/>
19. Ruohomaa H., Salminen V., Kunttu I. (2019). Towards Smart City Concept in Small Cities. *Technology Innovation Management Review* 9 (9)
20. Sanguesa J. A., Barrachina J., Fogue M., Garrido P. (2015). Sensing Traffic Density Combining V2V and V2I Wireless Communications. *Sensors* 2015, 15, 31794–31810; doi:10.3390/s151229889
21. Smart City Index 2021. Smart City Observatory. URL: https://www.imd.org/smart-city-observatory/home/#_smartCity
22. Theissen Ch. M., Filandrianou N. (2021). Smart cities: New power dynamics & intelligent transport systems. White & Case LLP. URL: <https://www.openaccessgovernment.org/smart-cities-new-power-dynamics-intelligent-transport-systems/112128/>
23. Top smart cities in Europe. (2020). Computerworld UK staff. URL: <https://www.computerworld.com/article/3412276/top-smart-cities-in-europe.htm#slide12>
24. Zawieska J., Pieriegud J. (2018). Smart city as a tool for sustainable mobility and transport decarbonisation. *Transport Policy* (63) 39–50

Надійшла / Paper received : 29.12.2021

Надрукована / Printed : 31.01.2022