



Co-funded by the
European Union

Робота виконана в рамках проєкту Жана Моне:
“Empowering Ukraine through European Digital
Advancements and Transformation” № 101175328
“ELEVATE-U: U”- ERASMUS-JMO-2024

УДК 352/354: 620.91: 004.9

DOI: <https://doi.org/10.18664/btie.91.343299>

ЦИФРОВА ТРАНСФОРМАЦІЯ В КОНТЕКСТІ КОНЦЕПЦІЇ SMART CITY: ВИКЛИКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ НА ПРИКЛАДІ МІСТА ХАРКОВА

Калініченко Л.Л., д.е.н, професор (ХНУ ім. В.Н. Каразіна),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9847-8448>

Лисогор Д.Я., здобувач вищої освіти (ХНУ ім. В.Н. Каразіна),

Бобко О.А., здобувач вищої освіти (ХНУ ім. В.Н. Каразіна)



У статті розглядається концепція Smart City в контексті післявоєнної відбудови міст України, зокрема на прикладі Харкова. Визначено основні складові та пріоритети цифровізації міського управління, з акцентом на кібербезпеку, фізичну безпеку громадян і енергетичну автономію. Проаналізовано основні виклики, що постають перед містами у зв'язку з руйнуваннями інфраструктури та зміною пріоритетів цифрових трансформацій через військову агресію. Зокрема, розглянуто необхідність модернізації системи відеоспостереження, адаптації енергетичних рішень, а також впровадження відновлювальних джерел енергії в умовах енергетичної нестабільності. Окремо підкреслено важливість створення децентралізованих енергетичних рішень, таких як міські сонячні станції та мікромережі для забезпечення енергетичної стійкості. Зроблено висновок, що в умовах війни необхідно переглянути стратегії впровадження смарт-рішень, спрямовуючи зусилля на безпеку, стійкість та сталий розвиток міської інфраструктури. Стаття надає практичні рекомендації щодо забезпечення стабільного функціонування та розвитку Smart City у післявоєнний період, що може стати основою для відновлення та сталого розвитку українських міст у майбутньому.

Ключові слова: Smart City, цифрова трансформація, енергетична автономія, сталий розвиток, інноваційні технології.

DIGITAL TRANSFORMATION IN THE CONTEXT OF THE CONCEPT SMART CITY: CHALLENGES AND PROSPECTS ON THE EXAMPLE OF THE CITY OF KHARKIV

Kalinichenko L.L., Doctor of Economics, Professor

(V.N. Karazin Kharkiv National University),

Lysogor D.Y., higher education student (V.N. Karazin Kharkiv National University),

Bobko O.A., higher education student (V.N. Karazin Kharkiv National University)

This article explores the concept of Smart City within the context of post-war reconstruction in Ukrainian cities, with a focus on Kharkiv. It identifies key components and priorities for the digitalization of urban management, emphasizing cybersecurity, physical

security of citizens, and energy autonomy. The analysis highlights the challenges faced by cities due to the destruction of infrastructure and the shift in priorities for digital transformations caused by military aggression. Specifically, the article discusses the need for the modernization of video surveillance systems, the adaptation of energy solutions, and the integration of renewable energy sources in the context of energy instability.

The paper underscores the importance of decentralizing energy solutions, such as the installation of urban solar power stations on the roofs of critical infrastructure buildings (e.g., schools, hospitals, and public administrative centers), and the use of microgrids for local energy distribution. These solutions are proposed as effective ways to ensure energy resilience in the face of ongoing energy supply disruptions caused by the war.

Moreover, the article examines how the military conflict in Ukraine has altered the strategic priorities for Smart City development, shifting from a focus on improving the quality of life and urban management efficiency to addressing urgent security concerns and ensuring the continuity of critical services. The impact of this shift on urban planning and technological innovation is thoroughly analyzed. The study also proposes a set of practical measures to address these challenges, including the implementation of mobile energy solutions that can provide power to critical urban infrastructure during blackouts, and the development of more robust cybersecurity protocols for municipal systems to prevent and mitigate cyber-attacks.

Furthermore, the article discusses the role of international partnerships and investment opportunities for rebuilding Smart City infrastructure in Ukraine, with an emphasis on long-term sustainability and resilience. The potential for Smart City technologies to contribute to post-war reconstruction is explored, particularly in terms of fostering innovation, improving economic recovery, and enhancing the quality of life for urban populations.

In conclusion, the article emphasizes that in the context of war, the strategies for implementing Smart City solutions must be revised to prioritize security, resilience, and sustainable urban development. The recommendations provided are aimed at supporting the restoration of Ukrainian cities, ensuring their long-term functionality, and facilitating their transition into modern, resilient, and energy-efficient Smart Cities post-conflict.

Keywords: Smart City, digital transformation, energy autonomy, sustainable development, innovative technologies.

Постановка проблеми. Концепція Smart City передбачає інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для підвищення ефективності управління міською інфраструктурою та покращення якості життя мешканців. Сучасні тенденції показують, що цифрова трансформація міст є невід'ємною частиною їхнього сталого розвитку (Batty, 2012) [1]. Впровадження IoT-рішень дозволяє автоматизувати процеси у сферах транспорту, енергетики, безпеки та муніципального управління (Nam & Pardo, 2011) [2]. Зокрема, у країнах ЄС створення «розумних» міст є частиною стратегії Green Deal (European Commission, 2020) [3]. В Україні передові технології Smart

City активно розвивалися у Києві, Львові та Харкові. Однак виклики воєнного часу змінили пріоритети цифровізації міст.

Харків, як один із найбільш урбанізованих центрів України та важливий науково-технологічний хаб, до війни демонстрував значний прогрес у впровадженні Smart City-рішень. Місто активно розвивало цифрові платформи для управління міською інфраструктурою, системи відеоспостереження, автоматизацію транспортних потоків та екологічний моніторинг. Проте внаслідок військової агресії значна частина міської інфраструктури зазнала руйнувань, що поставило під загрозу подальшу цифровізацію та ефективність

управлінських процесів. Це вимагає перегляду стратегічних підходів до впровадження Smart City у Харкові, з урахуванням відбудови критичної інфраструктури, безпекових викликів та адаптації до нових соціально-економічних умов.

Аналіз досліджень та публікацій. У сучасних умовах цифрової трансформації міського управління концепція Smart City стає ключовим напрямом розвитку урбаністичних просторів. Аналізовані публікації демонструють різні аспекти впровадження концепції Smart City, починаючи від організаційно-економічних механізмів та управлінських стратегій, і закінчуючи питаннями безпеки та інфраструктурного розвитку. Автори Медведкова Н. С., Шарков М. Д. (2023) [4] розглядають теоретико-методичні підходи до застосування державно-приватного партнерства у смарт-містах. Андрієнко А. (2023) [5] досліджує концепції Smart City у контексті українських реалій. Порожня І. М., Ляхно В. А. (2019) [6] розглядають методи кластерного аналізу надзвичайних ситуацій у Smart City. Радченко К. В. (2022) [7] проводить порівняльний аналіз дефініцій Smart City у міжнародному контексті. Науковці Бельтюков Є., Дискіна А., Ткачук Т. (2020) [8] досліджують роль інноваційних технологій у соціально-економічному розвитку Smart City. Автори Унінець І. М. (2022) [9] та Олежко А. А. (2023) [10] досліджують економічні стратегії післявоєнного відновлення України, використовуючи концепцію Smart Есопому та пропонує можливі сценарії розвитку країни через цифровізацію та смарт-рішення. Дослідження охоплюють широкий спектр тем: від управління та партнерства до безпеки та відновлення міст.

Аналізовані публікації демонструють різні аспекти впровадження концепції Smart City, але існує потреба у подальшому аналізі викликів та перспектив розвитку на прикладі Харкова, який є одним із провідних міст України у сфері

впровадження технологій Smart City та водночас зазнав значних руйнувань унаслідок війни. Дослідження цього кейсу може надати висновки для розробки стратегії відновлення інших міст країни.

Мета дослідження – проаналізувати розвиток концепції Smart City на прикладі Харкова, оцінити виклики та перспективи впровадження цифрових технологій у міське управління.

Виклад основного матеріалу. Smart City — це комплексний підхід до міського управління, що використовує передові технології та інновації для підвищення ефективності послуг і міського планування, щоб зменшити витрати та ресурси, які використовуються містом і цільовою групою населення.

Концепція "Розумного міста" охоплює багатогранний підхід до розвитку міської інфраструктури, послуг і соціальної взаємодії. Місто, що стає "розумним", активно використовує технології, інновації та ефективне управління для створення сталого, комфортного та безпечного середовища для життя громадян. Кожна категорія в рамках концепції "Розумного міста" має свою мету і специфічний набір інструментів для досягнення високої якості життя та сталого розвитку (табл. 1).

До 2022 року місто Харків був одним із лідерів України у впровадженні Smart City. Основні ініціативи включали:

Цифрові муніципальні сервіси:

- мобільний застосунок «Мій Харків», який дозволяє оплачувати комунальні послуги, записуватись до електронної черги в ЦНАП, використовувати систему електронного паркування;

- електронний документообіг у муніципальних органах.

Інтелектуальні транспортні системи:

- додаток CityBus дало можливість мешканцям у реальному часі відстежувати рух громадського транспорту.

- розумні світлофори для оптимізації трафіку.

Таблиця 1

Категорії розвитку Розумного міста

Категорія	Опис	Приклад/Мета
Розумне місто	Місто, що використовує передові технології для підвищення ефективності послуг і міського планування з метою зменшення витрат та оптимізації ресурсів.	Створення гарного, сучасного міста з високою якістю життя для жителів, участю бізнесу та людей у розвитку міста.
Розумна економіка	Місто, що застосовує цифрові технології для створення ефективних економічних систем і управління навколишнім середовищем.	Розумне сільське господарство, розумний туризм, створення економічних систем з доданою вартістю, сталий розвиток.
Розумна енергетика	Місто, яке ефективно управляє енергією, створює баланс між виробництвом і споживанням енергії для забезпечення стабільної енергетики і зменшення енергозалежності.	Встановлення систем відновлювальних джерел енергії, використання смарт-мереж, ефективне енергозбереження.
Розумне управління	Місто з прозорою системою державних послуг, де доступ до урядової інформації полегшується завдяки цифровим технологіям.	Залучення громадян до процесу прийняття рішень, покращення доступу до новин та урядових послуг через цифрові платформи.
Розумне життя	Місто, яке забезпечує хорошу якість життя і здоров'я громадян, включаючи інклюзивний дизайн та безпеку.	Створення доступного житла, інфраструктури для здоров'я та добробуту мешканців, безпечне середовище для життя.
Розумна мобільність	Місто, яке розвиває інтелектуальні транспортні системи для покращення ефективності транспорту, зручності і безпеки подорожей.	Використання смарт-технологій для управління рухом, оптимізація громадського транспорту, зменшення трафіку та забруднення.
Розумні люди	Місто, яке інвестує в розвиток знань, навичок і можливостей для навчання протягом усього життя, щоб зменшити соціальні і економічні нерівності.	Забезпечення рівного доступу до освіти, стимулювання інновацій, підтримка креативних ініціатив, інтеграція цифрових технологій для навчання.

Складено за [11-13]

Smart-медицина:

- запровадження електронної медичної системи HELSI.me. Місто стало одним із перших в Україні, що інтегрувало систему HELSI.me, яка забезпечує онлайн-запис до лікаря, ведення електронних медичних карток та управління медичними ресурсами [14]

- розвиток телемедицини.

Цифрова безпека:

- розширення мережі камер відеоспостереження;

- впровадження біометричних систем контролю доступу як у державних установах, так і в приватних компаніях.

Ці системи забезпечують високий рівень безпеки, оскільки ідентифікація базується на унікальних фізіологічних характеристиках особи, таких як відбитки пальців, сітківка ока або форма обличчя [15].

Російська воєнна агресія та незаконне вторгнення на територію України значно вплинули на підходи до цифрової трансформації міських просторів

в країні. До 2022 року основна увага приділялася підвищенню комфорту та ефективності управління містами (табл. 1), проте в умовах війни пріоритети

змістилися на забезпечення кібербезпеки, фізичної безпеки громадян та енергетичної автономії.

Таблиця 2

Рівень впровадження Smart City-рішень у містах України до 2022 року

Напрямок розвитку	Харків	Київ	Львів
Діджиталізація послуг	Мобільний додаток «Мій Харків»	Київ Цифровий	Львів ID
Smart-транспорт	CityBus Харків	GPS-моніторинг транспорту	Інтелектуальні світлофори
Smart-медицина	HELSI.me	eHealth	Електронний медичний кабінет
Безпека	Відеоспостереження, аналітика даних	Камери на основі AI	Система «Безпечне місто»
ЖКГ	Smart-лічильники, онлайн-контроль споживання	Розумне освітлення	Енергоефективні будинки

Складено за [16-21]

Війна призвела до значних пошкоджень цифрової інфраструктури міст. У цьому контексті виникають численні виклики, а також потреба в пошуку ефективних шляхів їх вирішення в умовах воєнного часу.

Одним з найважливіших небезпек у сучасних міських екосистемах, що базуються на цифрових технологіях, є ризики кібератак на муніципальні системи.

Smart City - це інфраструктура, що залежить від безперебійного функціонування мережевих систем, що обробляють великі обсяги чутливих даних. Проте цифровізація міст також підвищує рівень вразливості до кібератак, які можуть мати руйнівний вплив на критичну інфраструктуру. Російські хакерські групи, зокрема Sandworm, APT29 та Armageddon, регулярно здійснюють кібератаки на критичну інфраструктуру України, зокрема на енергетичні, телекомунікаційні та державні системи [22]. Згідно з CERT-UA (2023) [23], кількість атак на державні та муніципальні інформаційні ресурси України зросла на 250% у порівнянні з 2021 роком, що свідчить про зростання

інтересу зловмисників до цифрових активів міст. Українські міста, зокрема Харків, стикаються з постійними атаками з боку організованих хакерських груп, таких як Sandworm, APT29 та Armageddon. Згідно з дослідженнями Cyber Dimensions of the Armed Conflict in Ukraine (2023) [24], ці групи використовують передові методи, включаючи фішингові атаки, експлойти вразливостей програмного забезпечення та DDoS-атаки, спрямовані на телекомунікаційні та енергетичні мережі. Це створює серйозні загрози для муніципальних баз даних, зокрема для реєстрів житлово-комунального господарства, електронного документообігу та міських сервісів. Витік даних мешканців, реєстрів ЖКГ та електронних сервісів (наприклад, «Мій Харків») може спричинити значні соціальні та економічні наслідки. Дослідження IBM reports (2023) [25] свідчить, що середня вартість витоку даних у державному секторі становить \$2,07 млн.

Масовані кібератаки на онлайн-платформи міського управління можуть призводити до дестабілізації їхньої

роботи, що ставить під загрозу ефективність функціонування цифрової інфраструктури міста. Злам таких систем створює ризики несанкціонованого доступу до персональних даних мешканців, що є однією з найсерйозніших загроз у сфері кібербезпеки. Крім того, в умовах військового конфлікту активно застосовуються DDoS-атаки, які перевантажують цифрові платформи, критично важливі для забезпечення життєдіяльності міста. Це може спричинити їхню недоступність, що, у свою чергу, ускладнює надання адміністративних послуг населенню та порушує роботу муніципальних сервісів.

Для подолання цих викликів необхідно впроваджувати ряд заходів. Одним із рішень є створення розподіленої інфраструктури зберігання даних, зокрема перенесення критичних даних на хмарні платформи, розташовані за межами України, таких як AWS, Azure, Google Cloud, а також використання технології блокчейн для захисту транзакцій та реєстрів. Важливо також підвищувати рівень кіберзахисту муніципальних систем, зокрема через впровадження двофакторної аутентифікації (2FA) для доступу до міських сервісів і шифрування даних під час їх передачі та зберігання, використовуючи сучасні протоколи, як-от TLS 1.3 та AES-256. З метою зміцнення кібербезпеки також необхідно налагоджувати взаємодію з міжнародними партнерами, підключаючи українські міста до глобальних ініціатив з кібербезпеки, таких як NATO Cooperative Cyber Defence Centre of Excellence, та проводити спільні навчання із кібербезпеки між муніципалітетами, бізнесом і силовими структурами. Крім того, необхідно забезпечити резервні цифрові платформи для критичних міських сервісів, які можуть працювати в умовах масових кібератак, що забезпечить безперервність функціонування міст навіть під час агресії.

Другим важливим викликом є фізична безпека, яка включає модернізацію системи відеоспостереження та оповіщення про загрози. Дослідження European Court of Auditors (ECA) та World Bank Group підтверджує, що міста, які активно впроваджують системи відеоспостереження з аналітикою на основі штучного інтелекту та автоматизовані системи оповіщення, демонструють на 40% вищу ефективність у реагуванні на кризові ситуації. Такі технології сприяють швидкому виявленню загроз, координації дій екстрених служб та мінімізації негативних наслідків надзвичайних ситуацій [26, 27].

Ці висновки підтверджуються й іншими міжнародними дослідженнями. Наприклад, згідно з аналітикою McKinsey Global Institute, впровадження «розумного» відеоспостереження дозволяє скоротити час реагування на надзвичайні події до 30%, а використання систем аналізу поведінки громадян у громадських місцях сприяє зниженню рівня злочинності на 20–25% [28,29].

Умови війни ставлять перед міськими органами влади завдання раннього виявлення загроз, що потребує значного розширення функціоналу систем відеоспостереження для ефективного виявлення підозрілих об'єктів та дронів. Застарілі звукові сирени, що використовуються для оповіщення про небезпеку, не завжди ефективно доносять важливу інформацію до мешканців, що ще більше ускладнює управління в умовах надзвичайних ситуацій. Крім того, відсутність комплексного моніторингу міста, який об'єднує відеоспостереження, датчики руху, розпізнавання облич та аналіз поведінки, обмежує можливості для своєчасного реагування на загрози.

Одним із можливих рішень є розгортання системи «Розумне відеоспостереження», яка включатиме камери з функцією розпізнавання номерних знаків та облич, подібно до системи «Безпечне місто» в Києві.

Система міського відеонагляду "Безпечне місто" [30].

Використання AI-алгоритмів для аналізу поведінки, таких як виявлення залишених предметів або підозрілих маршрутів руху, дозволить значно підвищити ефективність виявлення загроз. Також необхідно підключити камери до єдиного міського дата-центру для інтеграції даних у реальному часі. Модернізація системи оповіщення є ще одним важливим кроком, що включає запуск автоматизованих push-сповіщень у мобільних застосунках, таких як «Мій Харків» [31], а також впровадження розумних сирен, які адаптують гучність сигналу залежно від місцезнаходження людей. Інтеграція оповіщень через телеграм-боти та Viber-канали дозволить охопити широку аудиторію в різних ситуаціях.

Також важливим є розвиток технологій дрон-моніторингу, зокрема використання дронів для повітряного патрулювання міста та застосування тепловізорів для виявлення загроз у темний час доби. У цьому контексті перспективним є створення мобільних укриттів з інтелектуальними сенсорами, що включають системи автономного освітлення, датчики рівня вуглекислого газу та автоматизовані двері, які можуть забезпечити більшу безпеку під час аварійних ситуацій та підвищити рівень захисту громадян [34].

Третім, критично важливим викликом для стійкості Smart City є енергетична безпека. Війна значно загострила цю проблему, спричинивши руйнування енергетичної інфраструктури. За даними Міненерго України, унаслідок атак на енергосистему відключення електроенергії стали регулярними, а рівень забезпечення відновлюваними джерелами енергії в Харкові не перевищує 10%.

Енергетична автономія є одним із важливих викликів для міських об'єктів в умовах війни та енергетичної

нестабільності.

З початку повномасштабного вторгнення в Харкові та області зафіксовано значні пошкодження енергетичної інфраструктури. За опублікованими даними [35], в області було пошкоджено або знищено 660 об'єктів електропостачання. Трансформаторні підстанції та ТЕЦ: У Харкові зруйновано всі трансформаторні підстанції та ТЕЦ, що призвело до значного дефіциту енергії в регіоні [36].

Руйнування суттєво вплинули на енергетичну інфраструктуру міста та області, ускладнюючи забезпечення стабільного електропостачання для мешканців та підприємств. Ця ситуація підкреслює низький рівень локальної генерації енергії, оскільки у містах наразі недостатньо відновлюваних джерел енергії, що забезпечують автономне функціонування інфраструктури. В умовах такої нестабільної енергетичної ситуації виникає потреба в мобільних енергетичних рішеннях, які можуть забезпечити енергопостачання для критичних об'єктів міської інфраструктури.

Одним із ключових рішень є децентралізація енергопостачання, зокрема встановлення міських сонячних станцій на дахах важливих об'єктів, таких як школи, лікарні та ЦНАПи, а також використання мікромереж (microgrids) для локального розподілу енергії між будівлями. Це дозволяє значно знизити залежність від централізованого енергопостачання і забезпечити автономність функціонування міських об'єктів та скоротити витрати міського бюджету на 1,5 млн грн на рік [37,38].

Окрім того, важливим є запуск муніципальних акумуляторних станцій, зокрема впровадження систем збереження енергії (ESS - Energy Storage Systems) для підтримки критичної інфраструктури [39].

Підключення акумуляторів, таких як Tesla Powerwall, до важливих об'єктів, як школи, лікарні та бомбосховища, дозволяє

забезпечити надійне живлення в умовах відключень електроенергії [40].

Гібридні енергетичні рішення, що поєднують ВДЕ та резервні дизель-генератори, а також використання теплових насосів для оптимізації опалення, можуть стати ефективним інструментом для забезпечення енергетичної автономії в умовах обмеженого постачання електроенергії. Інтеграція цих рішень у Smart City передбачає створення єдиної енергетичної платформи для аналізу споживання енергії

та ефективного розподілу електроенергії по всіх міських об'єктах. Впровадження розумних лічильників, які дозволяють динамічно регулювати навантаження на мережу, дозволить ще більш ефективно управляти енергетичними ресурсами в місті, знижуючи витрати та підвищуючи стійкість до енергетичних криз.

На рисунку 1 представлені основні виклики, з якими зіштовхуються міста під час воєнного конфлікту, а також можливі рішення для їх подолання в контексті концепції Smart City.

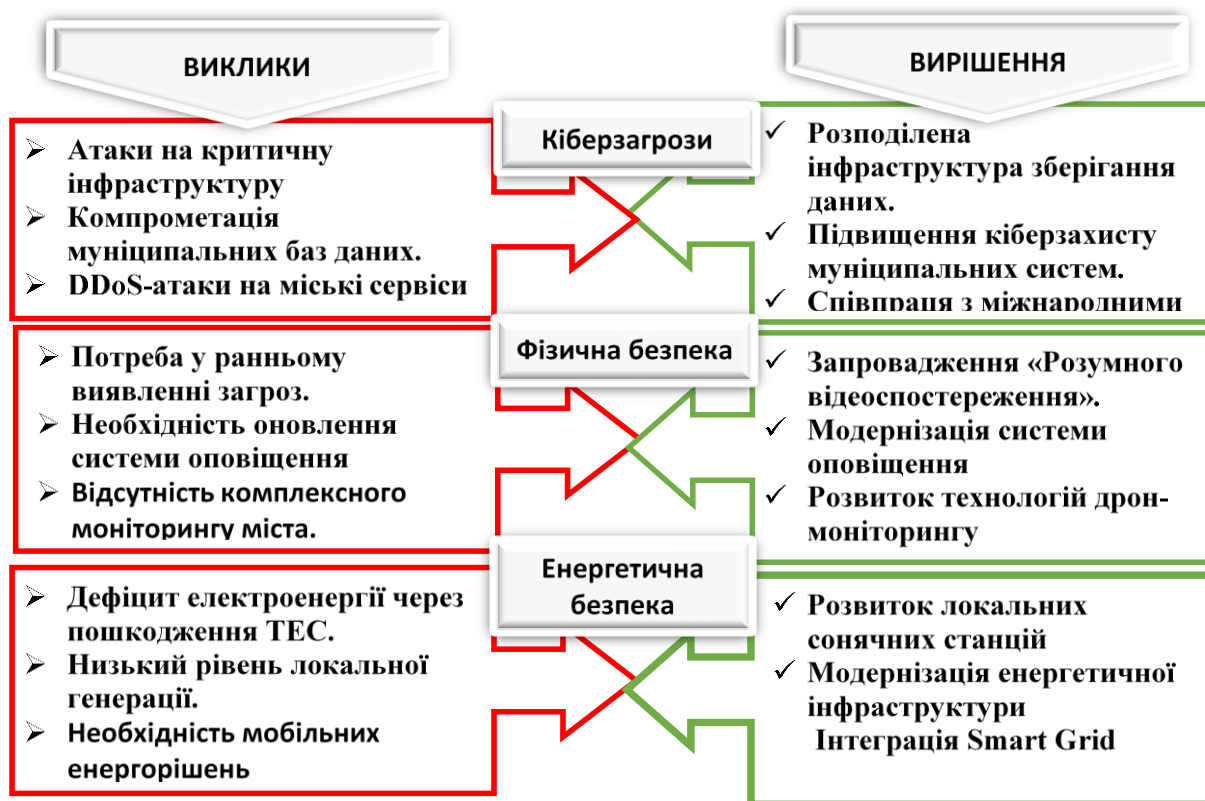


Рис.1 Виклики та рішення для їх подолання контексті концепції Smart City (складено авторами)

Висновки. Концепція Smart City, що передбачає інтеграцію інформаційно-комунікаційних технологій для підвищення ефективності управління міською інфраструктурою та покращення якості життя мешканців, є ключовою складовою сталого розвитку міст. В Україні, зокрема у Харкові, до війни було здійснено значний прогрес у впровадженні

інноваційних рішень у рамках цієї концепції, однак виклики воєнного часу суттєво змінили пріоритети та підходи до цифровізації міського управління.

Російська агресія спричинила значні руйнування інфраструктури та цифрових систем, що поставило під загрозу подальший розвиток Smart City в умовах війни. У цьому контексті важливою

задачею є відновлення та модернізація критично важливих міських систем, зокрема у сфері кібербезпеки, фізичної безпеки та енергетичної автономії. Зокрема, пріоритетними завданнями є посилення захисту муніципальних платформ від кібератак, модернізація систем відеоспостереження для оперативного реагування на загрози, а також забезпечення енергетичної стійкості міста через впровадження мобільних енергетичних рішень і використання відновлювальних джерел енергії.

Цифровізація в умовах післявоєнної перебудови міста повинна зосереджуватися на інтеграції новітніх технологій, які забезпечать не лише відновлення інфраструктури, а й підвищення її стійкості до нових викликів. Враховуючи реальні загрози та потреби, доцільно спрямувати зусилля на децентралізацію енергетичного постачання та розвиток мікромереж, що дозволить забезпечити енергетичну незалежність критичних об'єктів.

В умовах війни необхідно також переглянути стратегії впровадження смарт-рішень, з акцентом на захист інформаційних ресурсів і безпеку громадян, зокрема шляхом використання інноваційних систем відеоспостереження, що можуть допомогти виявляти потенційні загрози та своєчасно реагувати на них. Важливим аспектом є також забезпечення інтеграції відновлюваних джерел енергії, що дозволить знизити залежність від централізованих енергетичних систем та підвищити стійкість міста.

Таким чином, ефективна реалізація концепції Smart City в Україні після війни передбачає комплексний підхід до відновлення інфраструктури, впровадження інноваційних технологій та зміцнення безпеки міських екосистем, що дозволить створити комфортне та стале середовище для життя мешканців.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., ... & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481-518. <https://link.springer.com/article/10.1140/epjst/e2012-01703-3>.
2. Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. *Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research*, 282-291.
3. European Commission. (2020). *A European Green Deal: Striving to be the first climate-neutral continent*. Brussels. <https://ec.europa.eu/newsroom/know4pol/items/664852>; https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
4. Медведкова Н. С. Теоретико-методичні підходи до дослідження державно-приватного партнерства в контексті розвитку смарт-сіті / Н. С. Медведкова, М. Д. Шарков // Інвестиції : практика та досвід : наук.-практ. журн. – 2023. – № 5. – берез. – С. 91–98.
5. Андрієнко, А. (2023). Упровадження концепції «Smart City» в управління великими містами України: монографія. *Publishing House «UKRLOGOS Group»*, 196. <https://doi.org/10.36074/Andriienko-monograph.2023>
6. Порохня, і. М.; Лахно, В. А. Методи та інформаційні технології кластерного аналізу надзвичайних ситуацій в Смарт-Сіті. *Тези доповідей*, 2019, 60. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Інформаційна безпека та інформаційні технології”: тези доповідей, 24 – 25 квітня 2019 р. – Х.: ХНЕУ імені Семена Кузнеця, 2019. – 68 с.
7. Сучасні зарубіжні підходи до визначення поняття «розумне місто (smart

city) / К.В. Радченко // Управління економікою: теорія та практика: 36. наук. пр. — К: ІЕП НАНУ, 2022. — С. 174-188 <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/192145>

8. Бельтюков, С. Дискіна, А. Ткачук, Т. Смарт-інновації як важливий чинник у розвитку суспільства в умовах невизначеності. Conference Proceedings of the International Scientific Online Conference Topical Issues of Society Development in the Turbulence Conditions (May 30, 2020, Bratislava, Slovak Republic). The School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 2020; ISBN 978-80-89654-67-3; pp. 392.

9. Унінець, І. М. Перспективи післявоєнного відновлення в Україні на засадах розумної економіки. *Проблеми сучасних трансформацій. Серія: економіка та управління*, 2022, 1: 4. ДК 323 DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2022-4-02-01>

10. Олешко, А. А. Розбудова смарт-міст в перспективі післявоєнного відновлення України. *Економіка відновлення міст: збірник матеріалів Міжнародного урбаністичного форуму* (м. Київ, 22-23 березня 2023 року). Київ: КНЕУ, 2023, 343-345.

11. Smart City and its Components <https://www.scb.co.th/en/personal-banking/stories/life-style/smart-city>

12. Smart City: Definition, Components, and Translation into Real-World, Studio Projects 07 November 2024 <https://www.monash.edu/indonesia/news/what-is-smart-city-and-implementation-in-real-world>

13. Інтелектуалізація соціально-економічного розвитку України в перспективі післявоєнного відновлення : монографія / за наук. ред. О. В. Ольшанської, А. А. Олешко, З. Я. Шацької. – Київ : КНУТД, 2022. – 340 с. https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/20381/1/Intel_mono_2022.pdf

14. Медична інформаційна система HELSI.ME [https://3lik.city.kharkiv.ua/e-](https://3lik.city.kharkiv.ua/e-servisy/medychna-informacijna-systema-helsi-me/)

[servisy/medychna-informacijna-systema-helsi-me/](https://3lik.city.kharkiv.ua/e-servisy/medychna-informacijna-systema-helsi-me/)

15. Навчально-наукова лабораторія «Систем технічного захисту інформації (відеоспостереження, охоронні сигналізації і контроль доступу)» https://nure.ua/branch/navchalno-naukova-laboratoriya-sistem-tehnichnogo-zahistu-informatsiyi-videosposterezhennya-ohoronni-signalizatsiyi-i-kontrol-dostupu-nnl-stzi?utm_source=chatgpt.com

16. «Київ Цифровий» офіційний портал Київ КМР <https://kyivcity.gov.ua/news/kiv-tsifrovi-y-onovlyuye-dizayn-transportno-karti/>

17. Цифровізація Львівської громади: як змінюється життя мешканців <https://dyvys.info/2024/05/11/tsyfrovizatsiya-lvivskoyi-gromady/>

18. Citi Bus Kharkiv <https://citybus-kharkiv.ru.uptodown.com/android/download>

19. БЕЗПЕЧНЕ МІСТО: єдиний інформаційний системи безпеки простір громад https://www.datagroup.ua/storage/files/bezpechne-misto_1547629995.pdf

20. Цифровізація Харківщини. 2025 <https://kharkov-future.com.ua/uk/eternal-5358-czyfrovizacziya-harkivshhyny>

21. Харків Майбутнього, 2025 <https://kharkov-future.com.ua/uk>

22. CERT-UA, 2023 UAC-0200: Шпигунство за оборонно-промисловим комплексом за допомогою DarkCrystal RAT (CERT-UA#14045) <https://cert.gov.ua/articles>).

23. CERT-UA (2023) <https://cip.gov.ua/ua/news/uryadova-komanda-cert-ua-v-2023-roci-opracuyovala-2543-kiberincidenti>

24. Cyber Dimensions of the Armed Conflict in Ukraine (2023) https://cyberpeaceinstitute.org/wp-content/uploads/2023/12/Cyber-Dimensions_Ukraine-Q3-2023.pdf

25. IBM reports (2023) <https://www.ibm.com/reports/data-breach>

26. Special report 24 Smart cities Tangible solutions, but fragmentation

challenges their wider adoption
https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-24/SR-2023-24_EN.pdf

27. GLOBAL SMART CiTY PARTNERSHIP PROGRAM ENGAGEMENT GUIDANCE NOTE (2023)
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099062123072531895/pdf/P1744330d9e1a80d20b98a076e68bb32d8b.pdf>

28. Infrastructure technologies: Challenges and solutions for smart mobility in urban areas, 2023
<https://www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/infrastructure-technologies-challenges-and-solutions-for-smart-mobility-in-urban-areas>

29. Smart cities: Digital solutions for a more livable future

June 5, 2018 Report
<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future>

30. "Безпечне місто"
<https://infotech.com.ua/projects/sistema-bezopasnyy-gorod#>:

31. Цифровізація Харківщини. 2025
<https://kharkov-future.com.ua/uk/eternal-5358-czyfrovizacziya-harkivshhyny>

32. Харків Майбутнього, 2025
<https://kharkov-future.com.ua/uk>

33. Додаток міських сервісів «Мій Харків»
<https://www.city.kharkiv.ua/uk/news/miy-kharkiv-stav-dostupnim-dlya-android-45462.html>

34. Мобільне захисне укриття Волат
<https://bunker-ok.com.ua/ukryttia-do-10-osib-ua/fxps2421-ua>

35. Громадянська мережа ОПОРА https://www.oporaua.org/viyna/politichna-karta-harkivs-koyi-oblasti-tendenciya-dvoh-rokiv-viyni-25342?utm_source=chatgpt.com

36. Главком
https://glavcom.ua/longreads/oleh-sinjeubov-kharkiv-i-oblast-je-dlja-kremlja-prioritetom-993041.html?utm_source=chatgpt.com

37. У Харкові розвиватимуть сонячну енергетику 28 березня 2025
<https://www.city.kharkiv.ua/uk/news/u-kharkovi-rozvivatimut-sonyachnu-energetiku-57372.html>

38. Перспективи використання альтернативної енергетики в Харкові
<https://kharkov-future.com.ua/uk/eternal-perspektyvy-vykorystannya-alternatyvnoyi-energetyky-v-harkovi>

39. Ігор Терехов: Харків потребує створення «енергетичного острова», 2024
<https://www.city.kharkiv.ua/uk/news/igor-terekhov-kharkiv-potrebue-stvorenniya-energetichnogo-ostrova-56855.html>

40. Медзакладам Харківщини передали системи Tesla Powerwall, 2025
<https://kharkivoda.gov.ua/news/130454и>

REFERENCES:

1. Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. The European Physical Journal Special Topics, 214(1), 481-518.
<https://link.springer.com/article/10.1140/epjst/e2012-01703-3>.

2. Nam, T., & Pardo, T. A. (2011). Conceptualizing smart city with dimensions of technology, people, and institutions. Proceedings of the 12th Annual International Conference on Digital Government Research, 282-291

3. European Commission. (2020). A European Green Deal: Striving to be the first climate-neutral continent. Brussels.
<https://ec.europa.eu/newsroom/known4pol/items/664852> ;
https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en

4. Miedviedkova N. S. Teoretyko-metodychni pidkhody do doslidzhennia derzhavno-pryvatnoho partnerstva v konteksti rozvytku smart-siti / N. S. Miedviedkova, M. D. Sharkov // Investytsii : praktyka ta dosvid : nauk.-prakt. zhurn. – 2023. – № 5. – berez. – S. 91–98.

5. Andriienko, A. (2023). Uprovadzhennia kontseptsii «Smart City» v upravlinnia velykomy mistamy Ukrainy: monohrafiia. Publishing House «UKRLOGOS Group», 196. <https://doi.org/10.36074/Andriienko-monograph.2023>
6. Porokhnia, i. M.; Lakhno, V. A. Metody ta informatsiini tekhnolohii klasternoho analizu nadzvychnykh sytuatsii v Smart-Siti. Tezy dopovidei, 2019, 60. Materialy Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii “Informatsiina bezpeka ta informatsiini tekhnolohii”: tezy dopovidei, 24 – 25 kvitnia 2019 r. – Kh.: KhNEU imeni Semena Kuznetsia, 2019. – 68 s.
7. Suchasni zarubizhni pidkhody do vyznachennia poniattia «rozumne misto (smart city) / K.V. Radchenko // Upravlinnia ekonomikoiu: teoriia ta praktyka: Zb. nauk. pr. — K: IEP NANU, 2022. — S. 174-188 <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/192145>
8. Beltiukov, Ye. Dyskina, A. Tkachuk, T. Smart-innovatsii yak vazhlyvyi chynnyk u rozvytku suspilstva v umovakh nevyznachenosti. Conference Proceedings of the International Scientific Online Conference Topical Issues of Society Development in the Turbulence Conditions (May 30, 2020, Bratislava, Slovak Republic). The School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 2020; ISBN 978-80-89654-67-3; pp. 392.
9. Uninets, I. M. Perspektyvy pisliavoiennoho vidnovlennia v Ukraini na zasadakh rozumnoi ekonomiky. Problemy suchasnykh transformatsii. Seriia: ekonomika ta upravlinnia, 2022, 1: 4. DK 323 DOI: <https://doi.org/10.54929/2786-5738-2022-4-02-01>
10. Oleshko, A. A. Rozbudova smart-mist v perspektyvi pisliavoiennoho vidnovlennia Ukrainy. Ekonomika vidnovlennia mist: zbirnyk materialiv Mizhnarodnoho urbanistychnoho forumu (m. Kyiv, 22-23 bereznia 2023 roku). Kyiv: KNEU, 2023, 343-345.
11. Smart City and its Components <https://www.scb.co.th/en/personal-banking/stories/life-style/smart-city>
12. Smart City: Definition, Components, and Translation into Real-World, Studio Projects 07 November 2024 <https://www.monash.edu/indonesia/news/what-is-smart-city-and-implementation-in-real-world>
13. Intelektualizatsiia sotsialno-ekonomichnoho rozvytku Ukrainy v perspektyvi pisliavoiennoho vidnovlennia : monohrafiia / za nauk. red. O. V. Olshanskoi, A. A. Oleshko, Z. Ya. Shatskoi. — Kyiv : KNUTD, 2022. — 340 s. https://er.knutd.edu.ua/bitstream/123456789/20381/1/Intel_mono_2022.pdf
14. Medychna informatsiina systema HELSI.ME <https://3lik.city.kharkiv.ua/e-servisy/medychna-informacijna-systema-helsi-me/>
15. Navchalno-naukova laboratoriiia «System tekhnichnoho zakhystu informatsii (videosposterezhennia, okhoronni syhnalizatsii i kontrol dostupu) https://nure.ua/branch/navchalno-naukova-laboratoriya-sistem-tehnichnogo-zahystu-informatsiyi-videosposterezhennya-ohoronni-signalizatsiyi-i-kontrol-dostupu-nnl-stzi?utm_source=chatgpt.com
16. «Kyiv Tsyfrovyi» ofitsiinyi portal Kyiva KMR https://kyivcity.gov.ua/news/kiv_tsifrovyi_onovlyuye_dizayn_transportno_karti/
17. Tsyfrovizatsiia Lvivskoi hromady: yak zminiuietsia zhyttia meshkantsiv <https://dyvys.info/2024/05/11/tsyfrovizatsiya-lvivskoyi-gromady/>
18. Citi Bus Kharkiv <https://citybus-kharkiv.ru.uptodown.com/android/download>
19. BEZPEChNE MISTO: yedynyi informatsiinyi systemy bezpeky prostir hromad https://www.datagroup.ua/storage/files/bezpechne-misto_1547629995.pdf
20. Tsyfrovizatsiia Kharkivshchyny. 2025 <https://kharkov-future.com.ua/uk/eternal-5358-czyfrovizacziya-harkivshhyny>

21. Kharkiv Maibutnoho, 2025
<https://kharkov-future.com.ua/uk>
22. CERT-UA, 2023 UAC-0200: Shpyhunstvo za oboronno-promyslovym kompleksom za dopomohoiu DarkCrystal RAT (CERT-UA#14045)
<https://cert.gov.ua/articles>).
23. CERT-UA (2023)
<https://cip.gov.ua/ua/news/uryadova-komanda-cert-ua-v-2023-roci-opracuyvala-2543-kiberincidenti>
24. Cyber Dimensions of the Armed Conflict in Ukraine (2023)
https://cyberpeaceinstitute.org/wp-content/uploads/2023/12/Cyber-Dimensions_Ukraine-Q3-2023.pdf
25. IBM reports (2023)
<https://www.ibm.com/reports/data-breach>
26. Special report 24 Smart cities Tangible solutions, but fragmentation challenges their wider adoption
<https://www.eca.europa.eu/ECAPu>
26. Special report 24 Smart cities Tangible solutions, but fragmentation challenges their wider adoption
https://www.eca.europa.eu/ECAPublications/SR-2023-24/SR-2023-24_EN.pdf
27. GLOBAL SMART CiTY PARTNERSHiP PROGRAM ENGAGEMENT GUIDANCE NOTE (2023)
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/099062123072531895/pdf/P1744330d9e1a80d20b98a076e68bb32d8b.pdf>
28. Infrastructure technologies: Challenges and solutions for smart mobility in urban areas, 2023
<https://www.mckinsey.com/industries/infrastructure/our-insights/infrastructure-technologies-challenges-and-solutions-for-smart-mobility-in-urban-areas>
29. Smart cities: Digital solutions for a more livable future
June 5, 2018 Report
<https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/smart-cities-digital-solutions-for-a-more-livable-future>.
30. "Bezpechne misto"
<https://infotech.com.ua/projects/sistema-bezopasnyy-gorod#>:
31. Tsyfrovizatsiia Kharkivshchyny. 2025
<https://kharkov-future.com.ua/uk/eternal-5358-cyfrovizacziya-harkivshhyny>
32. Kharkiv Maibutnoho, 2025
<https://kharkov-future.com.ua/uk>
33. Dodatok miskykh servisiv «Mii Kharkiv»
<https://www.city.kharkiv.ua/uk/news/miy-kharkiv-stav-dostupnim-dlya-android-45462.html>
34. Mobilne zakhysne ukryttia Volat
<https://bunker-ok.com.ua/ukryttia-do-10-osib-ua/fxps2421-ua>
35. Hromadianska merezha OPORA
https://www.oporaua.org/viyna/politichna-karta-harkivs-koyi-oblasti-tendenciyi-dvoh-rokiv-viyni-25342?utm_source=chatgpt.com
36. Hlavkom
https://glavcom.ua/longreads/oleh-sinjehubov-kharkiv-i-oblast-je-dlja-kremlja-prioritetom-993041.html?utm_source=chatgpt.com
37. U Kharkovi rozvyvatymut soniachnu enerhetyku 28 bereznia 2025
<https://www.city.kharkiv.ua/uk/news/u-kharkovi-rozvivatimut-sonyachnu-energetiku-57372.html>
38. Perspektyvy vykorystannia alternatyvnoi enerhetyky v Kharkovi
<https://kharkov-future.com.ua/uk/eternal-perspektyvy-vykorystannia-alternatyvnoyi-energetyky-v-harkovi>
39. Ihor Terekhov: Kharkiv potrebuie stvorennia «enerhetychnoho ostrova», 2024
<https://www.city.kharkiv.ua/uk/news/igor-terekhov-kharkiv-potrebue-stvorennia-energetichnogo-ostrova-56855.html>
40. Medzakladam Kharkivshchyny peredaly systemy Tesla Powerwall, 2025
<https://kharkivoda.gov.ua/news/130454и>