

Шапенко Є.М.

Національний транспортний університет

Котова С.О.

Національний транспортний університет

Білоног О.В.

Національний транспортний університет

Ярошевський В.В.

Національний транспортний університет

РОЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ У РОЗВИТКУ МІСЬКОЇ ЛОГІСТИКИ В УМОВАХ КОНЦЕПЦІЇ SMART CITY

Стаття присвячена дослідженню використання інтелектуальних транспортних систем (ІТС) у міській логістиці в контексті концепції Smart City. У статті розкрито основні проблеми, спричинені урбанізацією та постійним зростанням інтенсивності міських транспортних потоків, зокрема затори, високі витрати на транспортні перевезення, нерівномірний розподіл транспортних ресурсів і забруднення навколишнього середовища. Визначено, що використання інтелектуальних транспортних систем (ІТС) у міській логістиці в контексті концепції Smart City обумовлене збільшенням транспортного навантаження та необхідністю оптимізації управління міською інфраструктурою. Сучасні міста стикаються з такими викликами, як затори, забруднення навколишнього середовища, дисбаланс у використанні транспортних ресурсів і високі витрати на логістичні операції. ІТС є ключовим інструментом для інтеграції технологій, покращення управління перевезеннями, оптимізації транспортних маршрутів і забезпечення мобільності населення. З'ясовано, що їх впровадження сприяє підвищенню ефективності міських логістичних процесів, раціональному використанню ресурсів та створенню сталих транспортних систем, що відповідають принципам розумного міста. Головним завданням дослідження є аналіз можливостей впровадження інтелектуальних транспортних систем у міську логістику в контексті концепції Smart City, що сприятиме оптимізації управління транспортними потоками, зниженню витрат, покращенню мобільності населення та забезпеченню сталого розвитку міської інфраструктури. У статті обґрунтовано ефективність використання ІТС для підвищення продуктивності міських логістичних процесів і створення сталих транспортних систем, які відповідають принципам розумного міста. Інтелектуальні транспортні системи забезпечують оптимізацію управління перевезеннями, раціональне використання ресурсів та сприяють розвитку сталої міської інфраструктури. Їх інтеграція у концепцію Smart City дозволяє покращити ефективність міських транспортних систем та підвищити якість життя населення.

Ключові слова: інтелектуальні транспортні системи, пасажиропотоки, Smart City, розумні міста, логістика міста, урбанізація, мобільність, пасажирські перевезення.

Постановка проблеми. Сучасні міста стикаються з численними викликами, пов'язаними із зростанням кількості населення та інтенсивності руху транспорту. У таких умовах ключову роль у створенні комфортного, безпечного та екологічно чистого міського середовища відіграють інтелектуальні транспортні системи (ІТС). Вони стають невіддільною складовою концепції Smart City, сприяючи ефективному управлінню міською логістикою. Завдяки використанню новіт-

ніх інформаційних технологій, ІТС трансформують транспортну інфраструктуру, підвищуючи її ефективність, знижуючи негативний вплив на довкілля та створюючи нові можливості для інтеграції транспортних послуг.

Урбанізація та стрімке зростання транспортних потоків у містах значно ускладнюють функціонування міської логістики, створюючи низку нагальних проблем. Затори, дисбаланс у використанні транспортних ресурсів, забруднення навко-

лишнього середовища та високі витрати на логістичні операції перешкоджають забезпеченню ефективного перевезення пасажирів і вантажів. Традиційні методи управління транспортною інфраструктурою вже не відповідають сучасним вимогам міського розвитку, що зумовлює необхідність впровадження нових технологічних рішень.

В умовах концепції Smart City, яка передбачає інтеграцію цифрових технологій у різні аспекти міського життя, інтелектуальні транспортні системи стають невід'ємним інструментом вирішення цих проблем. Використання ІТС дозволяє оптимізувати управління перевезеннями, підвищувати мобільність населення, скорочувати витрати ресурсів і зменшувати негативний вплив транспорту на довкілля.

Отже, постає проблема необхідності глибокого дослідження можливостей впровадження ІТС у міські логістичні процеси та оцінки їх впливу на сталий розвиток міської інфраструктури в рамках концепції Smart City. Це дозволить запропонувати оптимальні шляхи модернізації транспортної системи міста, що сприятимуть покращенню якості життя мешканців та забезпеченню стійкості транспортних мереж.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У дослідженні [1, стр. 5] розглядається вплив сучасної транспортної інфраструктури на розвиток регіонів у країнах Центральної та Східної Європи. Автори пропонують концепцію динамічної просторової послідовності, яка інтегрує інвестиції в транспортну інфраструктуру з процесами регіонального та міського розвитку.

Науковці [2, стр. 6] розробили інтелектуальну транспортну систему, яка базується на веб-геопросторовій інформаційній платформі та використовує переваги Інтернету. Ця система поєднує традиційні методи збору динамічних даних із використанням апаратних модулів. Додатково інтелектуальна транспортна система була інтегрована з технологіями інтелектуальних технологій та Інтернету речей [3, стр. 12], гібридними хмарними рішеннями та соціальними мережами, застосовуючи підхід нечіткої логіки [4, стр. 4]. У роботах [5, стр. 3] також обговорюються обмеження використання великих даних у міському плануванні та розробці політики, що вимагає активної співпраці між різними зацікавленими сторонами [6, стр. 4].

Науковці [7, стр. 80] проаналізували наявні дослідження, що стосуються застосувань Інтернету речей (IoT). Їхні роботи охоплюють такі сфери, як охорона здоров'я, логістика харчових

продуктів, мінеральна та переробна промисловість, моніторинг транспортних засобів, управління будівлями та інфраструктурою, а також реагування на надзвичайні ситуації.

Цей огляд демонструє міждисциплінарний характер інтелектуальних транспортних систем, а також їхнє значення для оптимізації міської логістики та розвитку концепції Smart City.

Постановка завдання. Дослідження умов розвитку міської логістики в рамках концепції «Smart City» з акцентом на важливості застосування ІТС, як результат – забезпечення сталого розвитку, оптимізація управлінських процесів і підвищення рівня життя мешканців міст.

Виклад основного матеріалу. Сучасні міста щоденно стикаються із низкою складних викликів, які потребують балансу між соціальною привабливістю та комфортом проживання мешканців, динамічним розвитком виробництва та дотриманням екологічних стандартів, інтеграцією транспортної й виробничої інфраструктури з сучасними інформаційними технологіями. У цьому контексті міста виступають не лише економічними центрами, а й платформами для впровадження соціальних та технологічних інновацій, а також осередками освіти, культури та суспільного прогресу.

Рівень автомобілізації міст вважається один з найважливіших показників добробуту, оскільки чим вище рівень добробуту населення, тим більша імовірність придбання автомобіля.

Концепція Smart City, яка базується на використанні інтелектуальних технологій, сприяє переосмисленню традиційних функцій міста. Ці технології забезпечують вирішення актуальних проблем, оптимізують міське управління та створюють умови для розвитку як окремих громадян, так і міста загалом. Інноваційні підходи до управління сприяють зростанню інвестиційної привабливості міст, підвищенню ефективності використання ресурсів, створенню нових бізнес-напрямків і покращенню якості життя громадян.

Використання інтелектуальних транспортних систем (ІТС) є ключовим елементом у реалізації концепції Smart City, оскільки вони забезпечують ефективне управління міською мобільністю, інтеграцію різних видів транспорту та зниження негативного впливу транспорту на екологію. ІТС включають у себе комплекс технологій, спрямованих на автоматизацію та оптимізацію транспортних процесів, таких як управління дорожнім рухом, моніторинг трафіку, планування маршру-

тів, а також створення безпечного й комфортного середовища для учасників дорожнього руху.

Діапазон впливу інтелектуальних транспортних систем можна поділити [1, стр. 6] на три категорії (рисунок 1):

У рамках концепції Smart City інтелектуальні транспортні системи сприяють наступному:

- підвищення безпеки дорожнього руху стає можливим з використанням сенсорів, камер і систем автоматичного сповіщення дозволяє знижувати кількість аварій та оперативно реагувати на надзвичайні ситуації;

- оптимізація трафіку за рахунок використання алгоритмів для аналізу даних у реальному часі забезпечують адаптивне регулювання світлофорів, мінімізуючи затори та скорочуючи час у дорозі;

- розвиток громадського транспорту – ІТС підтримують інтеграцію громадського транспорту в загальну систему міської мобільності, забезпечуючи точне планування маршрутів, прогнозування часу прибуття та комфорт для пасажирів;

- зниження впливу на екологію можливе завдяки ефективнішому використанню ресурсів та зменшенню викидів CO₂, ІТС допомагають містам рухатися до цілей сталого розвитку.

- підтримка інновацій, оскільки інтелектуальні системи сприяють розвитку автономного транспорту, впровадженню електромобілів та інтеграції з відновлюваними джерелами енергії.

Дослідження [2, стр. 3] стверджує, що застосування ІТС забезпечує такі позитивні результати, як:

- збільшення пропускної спроможності вуличної мережі на 20–25%;
- скорочення кількості ДТП на 40–80%;
- зниження часу в дорозі та енергоспоживання на 45–70%;

- покращення екологічних показників (зменшення викидів на 30–50%);

- підвищення комфорту подорожей для всіх учасників дорожнього руху.

Загалом, ІТС є основою для створення розумної мобільності, яка поєднує технології, екологічність і комфорт, забезпечуючи високий рівень якості життя в сучасних містах.

Розвиток сучасних технологій у сфері управління розвитком міст стає важливим чинником для забезпечення сталого економічного розвитку, формування нових можливостей для інвесторів і підвищення конкурентоспроможності міст на глобальному рівні. Інтеграція розумних систем у міське середовище дозволяє трансформувати ключові процеси життєдіяльності, сприяє впровадженню інноваційних підходів до управління, а також створює умови для сталого розвитку громад та комфортного проживання населення.

Ця тема набуває особливої актуальності для України, оскільки процес впровадження концепції Smart City в українських містах розпочався відносно недавно. У контексті глобалізації та інтеграції, які активно впливають на розвиток сучасного світу, система Smart City вже стала ключовим елементом трансформації міського середовища в країнах з розвиненими економіками та у державах Європейського Союзу.

Концепція Smart City відіграє важливу роль у всебічному розвитку міської інфраструктури та суспільного життя. Вона впливає не лише на повсякденний побут громадян, але й сприяє модернізації систем державного та місцевого управління, покращенню громадської безпеки, підвищенню ефективності роботи промисловості, транспорту, охорони здоров'я, енергетики, а також вирішенню екологічних викликів. Ці трансфор-

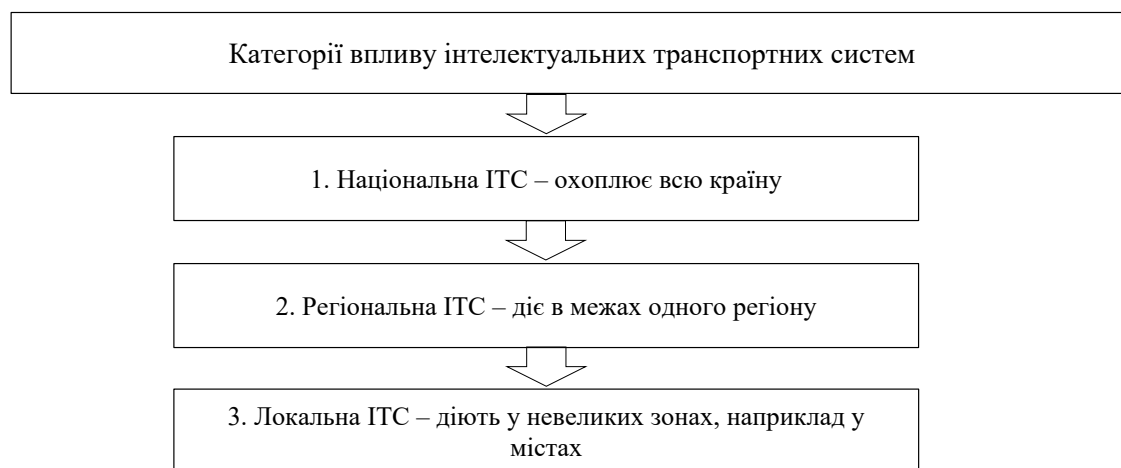


Рис. 1. Категорії впливу інтелектуальних транспортних систем

мації відчутно змінюють якість життя громадян як на локальному, так і на національному рівнях, забезпечуючи інтеграцію інноваційних рішень у ключові аспекти життєдіяльності.

Сьогодні концепція «Smart City» сприймається як цілісний підхід до інтеграції інформаційних і комунікаційних технологій для управління міською інфраструктурою та її моніторингу. Мета цього підходу полягає у покращенні якості життя мешканців шляхом підвищення комфорту, безпеки, ефективності послуг і раціоналізації витрат на використання ресурсів. Smart City спрямоване на модернізацію міської інфраструктури, що відкриває нові можливості для муніципального управління, надання сучасних послуг та забезпечення безпеки.

Інфраструктура Smart City охоплює широкий спектр інновацій, які впроваджуються завдяки інтелектуальним технологіям:

- альтернативні способи енергозабезпечення та водопостачання;
- сучасні системи сортування та переробки відходів;
- використання немоторизованого транспорту;
- створення широкої мережі відеоспостереження та відеоаналітики;
- контроль якості повітря.

На основі застосування ІТС концепція Smart City об'єднує датчики, системи освітлення, лічильники та відеокамери, які забезпечують високий рівень якості логістичних послуг. Додатково, використання сенсорів і моніторингових

систем сприяє підвищенню безпеки за рахунок ефективного збору та аналізу даних.

Дослідники [5, стр. 2] розглядають Smart City як модель майбутнього, яка змінює стандарти життя, спрощує щоденні справи мешканців та допомагає ефективніше використовувати час. У цифрову епоху трансформація розумного міста розпочинається з модернізації управлінських підходів і запровадження інтелектуальних рішень, що включає:

- перебудову бізнес-моделей і створення нових цінностей у міському середовищі;
- впровадження інструментів для підвищення ефективності використання ресурсів;
- залучення інвестицій для вдосконалення цифрових технологій та інформаційно-комунікаційних систем.

Основними характеристиками Smart City є технологічна інфраструктура, ефективне управління ресурсами, орієнтація на економічну доцільність і сервісність міського середовища, комфортне й безпечне життя, а також акцент на людині. Реалізація цих принципів забезпечується активним використанням сучасних цифрових і технічних рішень у сфері ІТС.

Згідно з європейською концепцією «Smart City», вітчизняні вчені пропонують визначати «розумні міста» за шістьма ключовими характеристиками, які відповідають класичним теоріям розвитку урбаністичних територій. Ці характеристики базуються на принципах регіональної конкурентоспроможності, використанні транспортних



Рис. 2. Основні характеристики Smart City



Рис. 3. Перелік послуг ІТС в рамках концепції Smart City

і інформаційно-комунікаційних технологій, ефективному управлінні економікою та природними ресурсами, розвитку людського і соціального капіталу, покращенні якості життя та залученні громадян до управління містом.

Ці складові забезпечують комплексний підхід до створення міста, орієнтованого на сталий розвиток, комфорт, безпеку та активну взаємодію мешканців із владою.

Сучасний стан ринку інтелектуальних транспортних систем у містах характеризується наступними особливостями:

- відсутність загальнодержавних стандартів;
- розгалуженість та фрагментарність систем;
- недостатньо розвинуті й нестабільні зв'язки з міжнародними асоціаціями у цій сфері.

Розробка й запровадження українських інтелектуальних транспортних систем сприятиме підвищенню ефективності управління перевезеннями, зниженню витрат на транспортування пасажирів і вантажів, а також стимулюватиме розвиток національної транспортно-комунікаційної та інформаційно-економічної інфраструктури.

Розглянемо більш детально послуги, що пропонуються ІТС (рисунок 3) та можуть надаватися користувачам у містах:

Головною метою використання даних послуг користувачами пасажирських та вантажних перевезень в містах є отримання актуальної інформації в режимі реального часу для підвищення ефективності, продуктивності та зменшення шкідливого впливу на екологічну ситуацію в містах.

Висновки. Методологія, представлена у статті, ґрунтується на дослідженні розвитку міської логістики в рамках концепції «Smart City» з акцентом на важливості застосування ІТС.

Впровадження інтелектуальних транспортних систем у міському управлінні як вантажними, так і пасажирськими перевезеннями відкриває можливості для вирішення нагальних проблем, таких як оптимізація використання ресурсів, забезпечення громадської безпеки та зменшення негативного впливу на довкілля. В умовах обмежених ресурсів і потреби у швидкому відновленні, впровадження «розумних» рішень стає життєво необхідним.

Дослідження і впровадження ІТС у міській логістиці є не лише теоретичною необхідністю, але й практичним кроком до сталого розвитку українських міст. Це сприятиме формуванню інноваційної інфраструктури, яка забезпечить краще майбутнє для мешканців.

Список літератури:

1. Komornicki, Tomasz, and Sławomir Goliszek. New Transport Infrastructure and Regional Development of Central and Eastern Europe. *Sustainability* 2023. Vol. 15 (6). P.1-24. DOI:10.3390/su15065263
2. Yusoff, Nik & Shafri, Helmi & Muniandy, Ratnasamy. An effective road management system using web-based GIS software. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2014. Vol. 20. P.1-8. DOI:10.1088/1755-1315/20/1/012025

3. Nayak J. et al. Intelligent Computing in IoT-Enabled Smart Cities: A Systematic Review. In: Sharma, R., Mishra, M., Nayak, J., Naik, B., Pelusi, D. (eds) *Green Technology for Smart City and Society. Lecture Notes in Networks and Systems*. 2021. Vol. 151. P. 1-21. DOI:10.1007/978-981-15-8218-9_1
4. K. Iqbal, M. A. Khan, S. Abbas, Z. Hasan, and A. Fatima. Intelligent transportation system (ITS) for smart-cities using Mamdani fuzzy inference system,” *Int. J. Adv. Comput. Sci.* 2018. Vol. 9 (2) DOI:10.14569/IJACSA.2018.090215
5. J. Kandt and M. Batty. Smart cities, big data and urban policy: Towards urban analytics for the long run. *Cities*. 2021. Vol. 109 (1). DOI:10.1016/j.cities.2020.102992
6. Razmjoo, A., Østergaard, P. A., Denäi, M., Nezhad, M. M., & Mirjalili, S. *Effective policies to overcome barriers in the development of smart cities. Energy Research & Social Science*. 2021. Vol. 79. DOI:10.1016/j.erss.2021.102175
7. M. Thibaud, H. Chi, W. Zhou, and S. Piramuthu. Internet of things (IoT) in high-risk environment, health and safety (EHS) industries: A comprehensive review. *Decision Support Systems*. 2018. Vol. 108. P. 79-95. DOI:10.1016/j.dss.2018.02.005

Shapenko Ye.M., Kotova S.O., Bilonoh O.V., Yaroshevskyy V.V. THE ROLE OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF URBAN LOGISTICS UNDER THE SMART CITY CONCEPT

The article is devoted to the study of the use of Intelligent Transportation Systems (ITS) in urban logistics within the framework of the Smart City concept. It highlights the key challenges caused by urbanization and the continuous increase in urban traffic intensity, including congestion, high transportation costs, uneven distribution of transport resources, and environmental pollution.

It has been established that the implementation of Intelligent Transportation Systems (ITS) in urban logistics, in the context of the Smart City concept, is driven by the growing transportation load and the need to optimize urban infrastructure management. Modern cities face challenges such as congestion, environmental pollution, an imbalance in transport resource utilization, and high logistics costs. ITS serves as a crucial tool for integrating technologies, improving transport management, optimizing routes, and ensuring population mobility. The study finds that the adoption of ITS enhances the efficiency of urban logistics processes, promotes rational resource utilization, and contributes to the development of sustainable transportation systems aligned with the principles of a Smart City. The main objective of the research is to analyze the opportunities for implementing Intelligent Transportation Systems in urban logistics within the Smart City framework, which would facilitate the optimization of traffic management, cost reduction, improved mobility, and the sustainable development of urban infrastructure. The article substantiates the effectiveness of ITS in improving the productivity of urban logistics processes and creating sustainable transportation systems that align with Smart City principles. Intelligent Transportation Systems ensure optimized transport management, efficient resource use, and contribute to the development of a sustainable urban infrastructure. Their integration into the Smart City concept allows for increased efficiency of urban transport systems and an improved quality of life for the population.

Key words: intelligent transportation systems, passenger flows, Smart City, smart cities, urban logistics, urbanization, mobility, passenger transportation.