

Вакуленко К. Є., Соколова Н. А., Шилле Н. В., Грекова А. В.
Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова

УДОСКОНАЛЕННЯ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ У МІСТАХ ЧЕРЕЗ ВПРОВАДЖЕННЯ ЛОГІСТИЧНОЇ КОНЦЕПЦІЇ "ЧАСОВЕ ВІКНО"

Робота присвячена удосконаленню вантажних перевезень у містах через впровадження логістичної концепції «часове вікно». Війна в Україні створила низку перешкод для нормального функціонування транспортної та логістичної системи, кардинально змінила логістичні ланцюги постачань у міжнародному, державному, міському та міжміському сполученнях. Переміщення людей на більш безпечні території призвело до утворення негативних транспортних ефектів. Так на 2020 р. населення Валківської громади складало 30791 осіб та у зв'язку з воєнними діями на території України кількість мешканців громади за рахунок переселенців збільшилась на 20 000 осіб. Така ситуація загострила існуючі транспортні проблеми: підвищення рівня автомобілізації, масове хаотичне паркування транспортних засобів, неналежне паркування та розвантаження вантажних автомобілів тощо в підсумку сприяло перевантаженню центральної частини міста, несвоєчасності доставки товарів, перешкодам та обмеженню руху міського, міжміського, особистого, спеціалізованого транспорту, впливаючи на зниження рівня безпеки руху, підвищення рівня забруднення навколишнього середовища. Все це вплинуло на зниження якості життя та невдоволення мешканців м. Валки.

Головна мета функціонування міста – підвищення якості життя його мешканців та гостей. Тому забезпечення безперервних поставок товарів та вантажів є життєво необхідним для задоволення їх потреб. Запропоновано вирішення існуючих проблем організації руху міських вантажопотоків в м. Валки, що впливають на якість життя населення міста, шляхом впровадження логістичної концепції «часове вікно». Проведене моделювання функціонування транспортної мережі при застосуванні логістичної концепції «часове вікно» та отримана зміна параметрів міських вантажопотоків свідчать, доцільність застосування даної концепції.

Годинні обмеження, що впроваджуються в рамках концепції «часове вікно» можуть призвести до позитивних ефектів, а також можуть сприяти виникненню проблем для бізнесу з точки зору гнучкості у плануванні поставок та експлуатаційних витрат. Знаходження балансу між цими чинниками має значення для створення стійких та ефективних міських логістичних систем.

Ключові слова: вантажний транспорт, транспортна мережа, логістична концепція «часове вікно», вантажонапруженість, транспортна робота.

ВСТУП

Міський вантажний транспорт (далі МВТ) важливий для функціонування міського господарства: доставка документів, посилок та інших предметів постачання до офісів, вивезення побутових відходів з міських територій, поповнення запасів продуктів харчування та інших роздрібних товарів у магазинах, МВТ грає важливу роль в економічному добробуті міст і, отже, підтримує міську економіку [1].

Війна в Україні створила низку перешкод для нормального функціонування транспортної та логістичної системи, кардинально змінила логістичні ланцюги постачань у міжнародному, державному, міському та міжміському сполученнях. Переміщення людей на більш безпечні території призвело до утворення негативних транспортних ефектів: підвищення рівня автомобілізації, масове хаотичне паркування особистих транспортних засобів, неналежне паркування та завантаження/розвантаження вантажних транспортних засобів тощо, що в підсумку спричиняючи перевантаження центральних частин міст, впливаючи на безпеку руху, забруднення навколишнього середовища та якості життя в цілому.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Ефективна доставка товару в розумно стислі терміни є одним з найважливіших завдань для логістичної компанії, щоб досягти мети комплексної логістики та задовольнити потреби клієнтів, необхідні своєчасні, недорогі, високоякісні послуги з доставки вантажів. На практиці доставка товарів із кількох складів до торгових точок (наприклад, мережних магазинів) за обмеженням у часовому вікні (тобто врахування своєчасної доставки) є ключовим питанням під час управління логістичними системами, такими як роздрібні корпорації, поштові служби, компанії зі збору сміття та служби шкільних автобусів. Таким чином, ефективне вирішення проблеми маршрутизації транспортних засобів за допомогою часових вікон може зменшити річні витрати на розподіл матеріального потоку, що становлять значну частку загальних операційних витрат у логістичній системі [1, 2]. Логістична концепція "часове вікно" у вантажних перевезеннях полягає в тому, щоб забезпечити доставку вантажу в певний часовий проміжок, що задається контрактом або угодою між сторонами. Ця концепція передбачає встановлення оптимального часового інтервалу для перевезення вантажу, щоб забезпечити максимальну ефективність та економічність у виконанні логістичних операцій (рис.1) [1].

«Часові вікна» можуть впливати на параметри вантажопотоків. Впровадження «часових вікон» для вантажних автомобілів, що здійснюють доставку вантажів по місту, може призвести до зменшення заторів на дорогах в години пікового навантаження на транспортну мережу, збільшення швидкості руху, зменшення

негативного впливу на довкілля, підвищення продуктивності та зниження логістичних витрат, що призводить до покращення якості обслуговування та задоволеності клієнтів [3, 4].

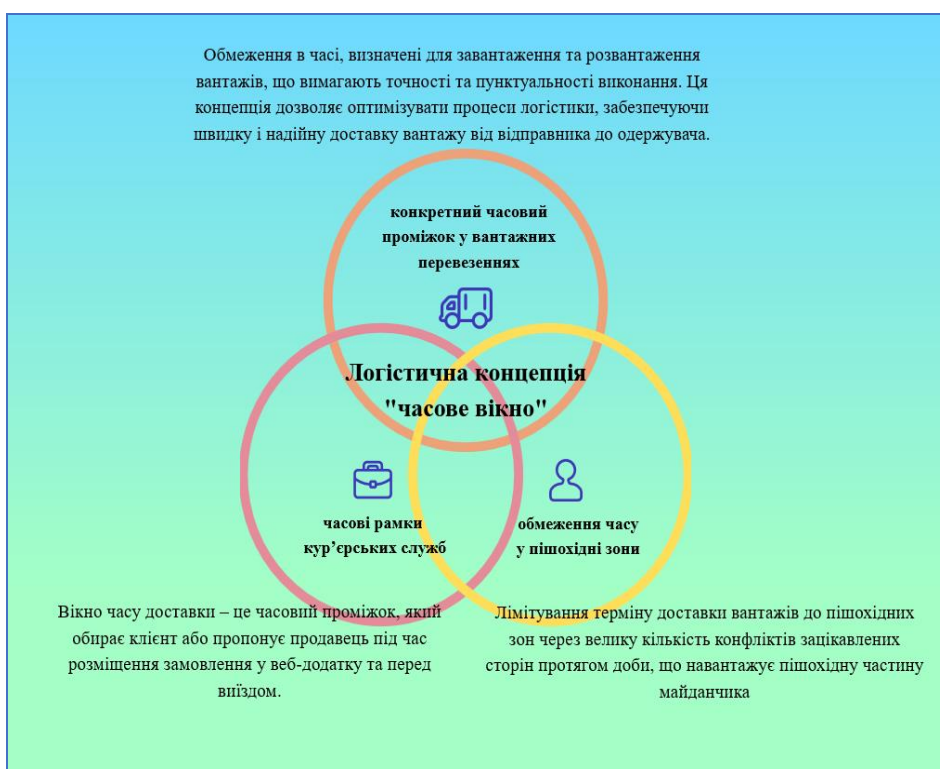


Рисунок 1 - Різновиди методу часового вікна при організації міських вантажних перевезень

Часові обмеження міських вантажних перевезень можуть мати як позитивний, так і негативний вплив на логістику та транспортування [5, 7, 8]. В якості негативного впливу можна розглядати проблеми для бізнесу, особливо для малих та середніх підприємств. Обмеження їх гнучкості у плануванні поставок та самовивозі може призвести до збільшення експлуатаційних витрат або труднощів задоволення попиту клієнтів. Адаптація до нових графіків постачання в деяких випадках може вплинути на структуру зайнятості та життєздатність бізнесу [5, 9].

Аналіз закордонного досвіду втілення заходів з удосконалення міської логістики показав, що логістична концепція «часове вікно» впроваджена у містах: Беллуно, Падуя, Ровіго, Тревизо, Венеція, Верона, Віченца (Італія) та в місті Любляна (Словенія) [3, 9]. Під час проведення аналізу розглянуто унікальне дослідження з запровадження логістичної концепції «часове вікно» на початку епідемії COVID-19 у м. Чунцін (Китай) та український досвід, що був здійснений у м. Київ.

У 2019 році, у зв'язку з розповсюдженням вірусу COVID-19, уряд Китаю закрити зони спалаху, щоб зменшити ризик передачі вірусу. Основним викликом для уряду став розподіл предметів першої необхідності серед жителів закритих територій, для цього були створені «Маршрути екстреної допомоги». Було здійснено дослідження, результати якого свідчили про те, що стратегія логістичної концепції «часове вікно» та аналізу розподілення зможуть зменшити ризик передачі вірусу COVID-19 та максимізувати використання транспортних засобів [5, 6]. Україна також має досвід запровадження «часових вікон» у період епідемії COVID-19 у м. Києві під час пікового навантаження на дорогах. Запровадження часових вікон дозволило покращити екологічну ситуацію й забезпечило розвантаження вулично-дорожньої мережі, створило додатковий простір для руху міського пасажирського транспорту, підвищило рівень пропускної спроможності вулиць та доріг столиці України.

Дослідження щодо удосконалення вантажних перевезень через впровадження концепції «часове вікно» проводилось для м. Валки, Богодухівського району, Харківської області. Історично сформована забудова м. Валки, наявна інфраструктура, особливо у центральній частині міста, має низьку пропускну спроможність та не передбачає інтенсивного руху вантажного транспорту. На 2020 р. населення Валківської громади складало 30791 осіб. У зв'язку з воєнними діями на території України кількість мешканців громади за рахунок переселенців збільшилась на 20 000 осіб, що загострило існуючі транспортні проблеми: зростання кількості автомобілів на дорогах, масове хаотичне паркування транспортних засобів, неякісна інвентаризація місць для паркування, не налагоджений механізм притягнення порушників до відповідальності, які в підсумку спричиняють перевантаження центральної частини міста, перешкоди та обмеження руху міського, міжміського, особистого та спеціалізованого транспорту та впливають на безпеку руху (рис. 2).

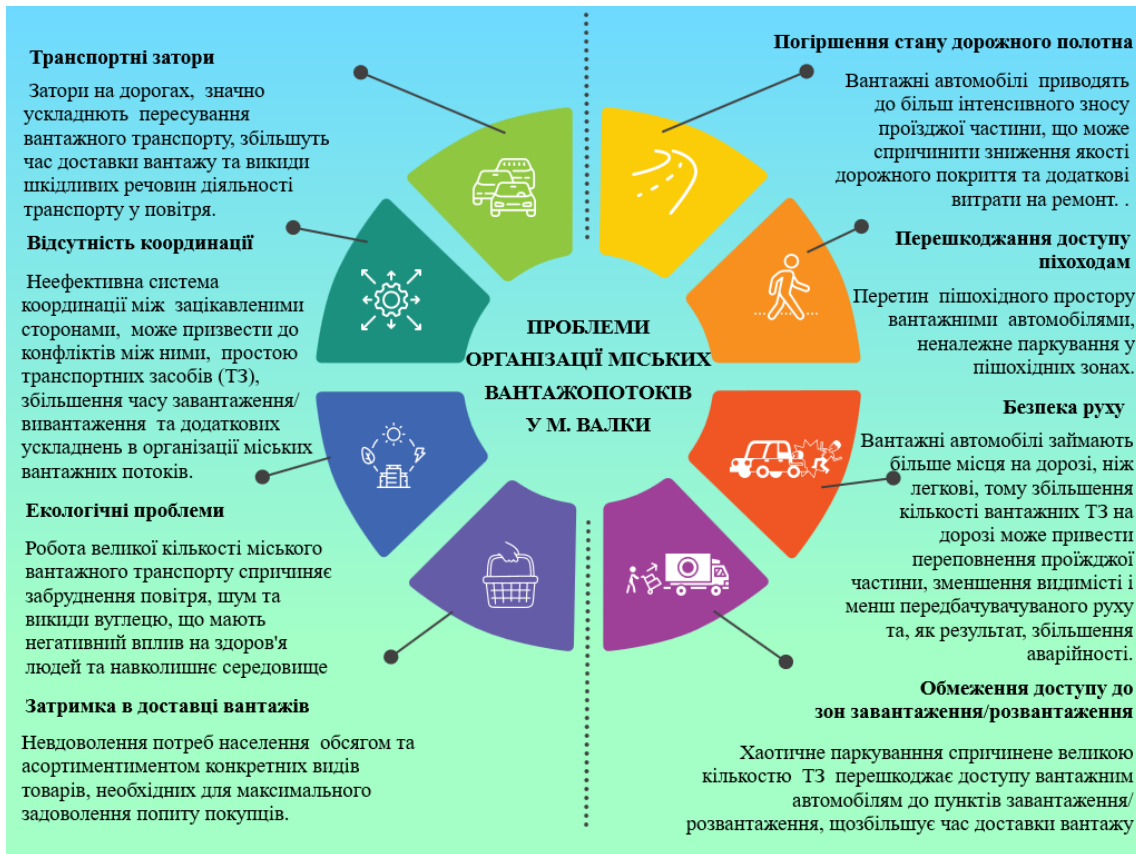


Рисунок 2 - Проблеми організації руху міських вантажопотоків в м. Валки

Така ситуація має значний негативний вплив на громаду, бізнес та владу: *для громади*: відсутність вільних місць для паркування та неправомірні дії водіїв; перешкоди для руху машин швидкої допомоги, пожежної охорони, поліції тощо, які обслуговують не тільки м. Валки, а й низку сіл та селищ Валківської громади; *для бізнесу*: ситуація призводить до нерентабельності, неможливості підвозу, розвантаження продукції; *для влади* – це безумовно зниження надходжень до бюджету.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

В рамках дослідження було сформовано мету – доцільність впровадження логістичної концепції "часове вікно" для удосконалення вантажних перевезень у містах на прикладі м. Валки (Україна).

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні задачі:

- аналіз вантажопотоків та основних транспортних проблем у м. Валки;
- оцінка впливу «часових вікон» на параметри міських вантажопотоків.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У м. Валки зосереджується привабливий комерційний центр, оточений житловими районами, роздрібними та оптовими торговельними підприємствами (рис. 3, 4). У місті розташовані підприємства виробничої діяльності: Валківський завод будівельних матеріалів, хлібозавод «Валки-Хліб», молокозавод, м'ясокомбінат. Культурний центр розміщує в собі музей та парки, культурні пам'ятки і є привабливим середовищем для мешканців міста та громади. Місто має розвинену мережу роздрібної торгівлі, мережу закладів громадського харчування, що мають значний вплив на економіку міста, заклади освіти, лікарню (рис. 3, 4). Найбільша концентрація роздрібних магазинів, ринків, адміністративних будівель зосереджена у центральній частині міста, саме ці об'єкти слугують центрами тяжіння для мешканців міста, сіл та селищ громади, що прагнуть здійснити культурно-побутові та трудові поїздки. Для задоволення попиту покупців та забезпечення функціонування роздрібних підприємств необхідна своєчасна та регулярна робота вантажного транспорту (рис. 4).



Рисунок 3 - Діаграма відношення інфраструктурних об'єктів

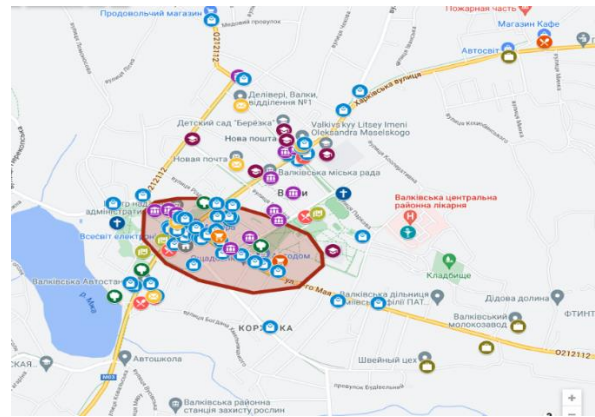


Рисунок 4 - Ділянка, де спостерігається найбільше накопичення автомобілів

Проаналізувавши години роботи підприємств, пропонується ввести декілька «часових вікон» задля безперешкодного доступу вантажного транспорту на частині вул. 1-го Травня, де спостерігається найбільша концентрація транспортних засобів у м. Валки: «6:00 – 8:45» і «20:00 – 22:45», що зменшить навантаження на транспортну мережу, зведе до мінімуму кількість негативних ефектів та конфліктів між зацікавленими сторонами.

В рамках проведеного дослідження було сформовано SWOT-аналіз впровадження логістичної концепції «часове вікно» у м. Валки (рис. 5).



Рисунок 5 – SWOT-аналіз впровадження логістичної концепції «часове вікно» у м. Валки

Для оцінки впливу «часових вікон» на параметри міських вантажопотоків проведено моделювання функціонування транспортної мережі до та після впровадженні логістичної концепції «часове вікно» за допомогою програмного забезпечення PTV Visum.

На першому етапі моделювання функціонування транспортної мережі (ТМ) в центральній частині міста визначено дуги мережі, що мають критично неприйнятні рівні обслуговування (Е, F) під час максимального навантаження на ТМ (ранковий час пік) (рис. 6).

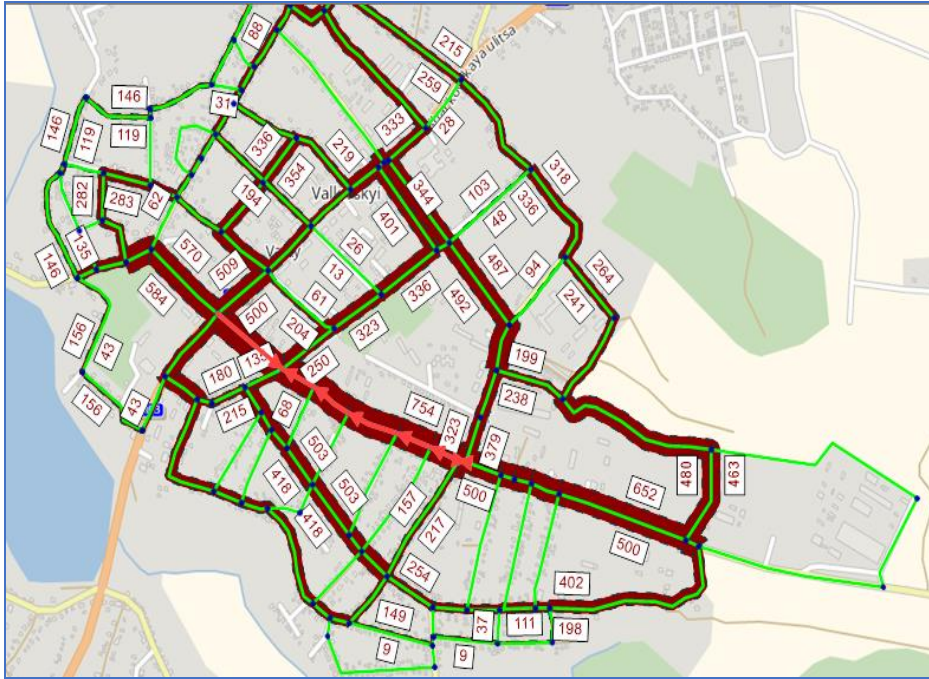


Рисунок 6 - Дуги мережі з критично неприйнятними рівнями обслуговування

Показники функціонування транспортної мережі, отримані за допомогою програмного забезпечення PTV Visum Uni 2023 (табл. 1), доводять, що стан найбільшого завантаження транспортної мережі та найбільшої роботи вантажного транспорту – ранковий час пік. Отримані результати моделювання вказують на можливість впровадження «часових вікон» в період найменшого завантаження ТМ, що збігається з запропонованими періодами впровадження «часових вікон»: з 6:00 до 8:45 та з 20:00 до 22:45.

Таблиця 1 – Показники функціонування транспортної мережі

Стан ТМ	Ранковий час пік	Мінімальне навантаження на ТМ	Вечірній час пік	
Кількість ланок розрахунку, од.	291	291	291	
Кількість автомобілів різної вантажопідйомності, авт.	3т	5127	1335	6076
	5т	3695	788	3583
	10т	3534	753	3428
	20т	2570	548	2493
Обсяг перевезень на ділянці, т	108536,4	23791,5	108255	
Сумарна довжина ТМ, км	51,56	51,56	51,56	
Транспортна робота, ткм	5596137	1226689,74	5581612	
Вантажна напруженість, т/км	2105,05	461,43	2099,59	
Коефіцієнт динамічного використання вантажопідйомності	0,9	0,9	0,9	

На наступному етапі дослідження проведено моделювання функціонування ТМ під час впровадження логістичної концепції «часове вікно» (рис. 8 - 10).

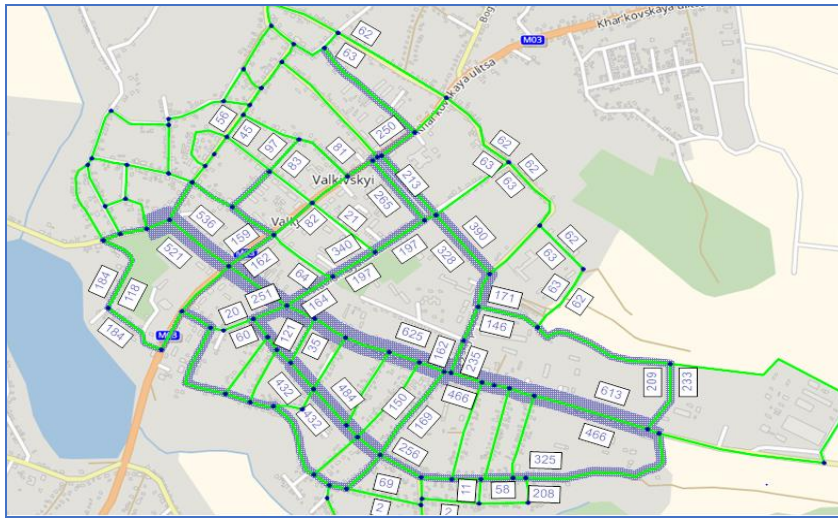


Рисунок 8 - Моделювання навантаження на ТМ під час дії «часового вікна»

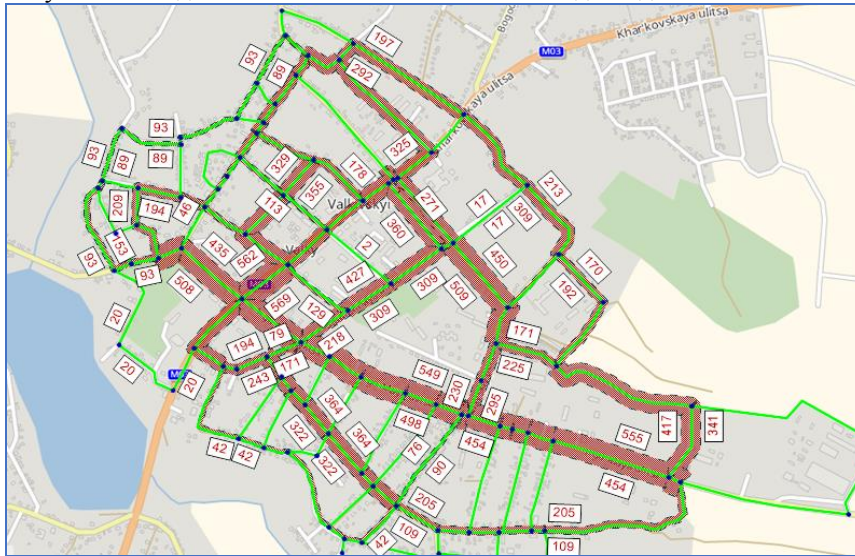


Рисунок 9 - Моделювання ТМ з заборотою на пересування вантажних автомобілів у транспортних районах, з рівнем обслуговування Е, F, у час максимального навантаження рухом

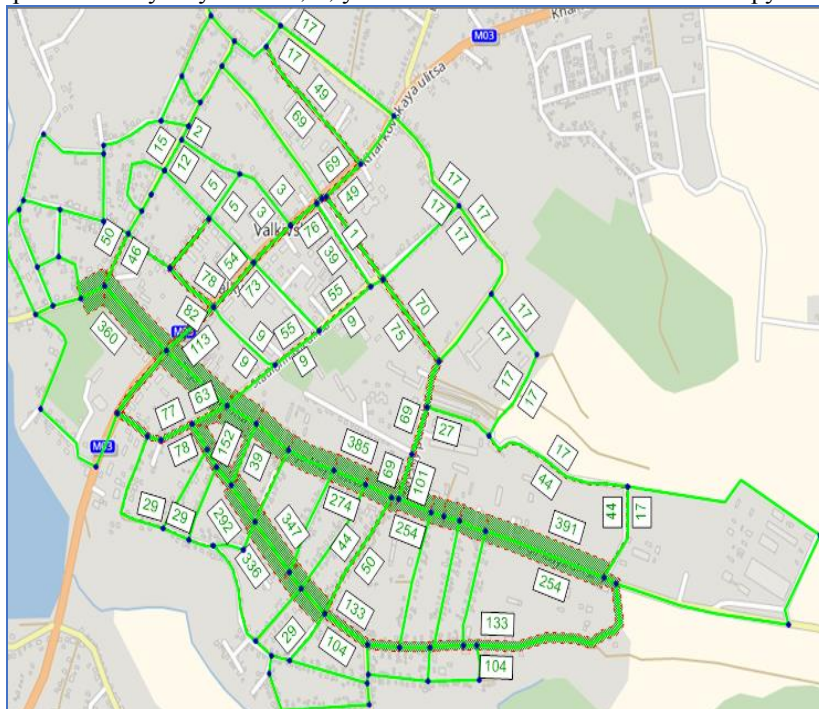


Рисунок 10 - Модель руху вантажопотоку у дозволені часові інтервали

Під час дії «часових вікон» 264 ділянки руху припадає під коефіцієнт рівня завантаження А, 8 - В, 3 - С, 16 - D, коефіцієнти Е та F відсутні, у години заборони на пересування вантажного транспорту у 1-4-х транспортних районах 259 ділянок руху відносяться до рівня завантаження А, 15 - В, 14 - С, 2 D, коефіцієнти Е та F відсутні. Стан транспортної мережі після впровадження логістичної концепції «часове вікно» покращився.

Тенденція зміни транспортної роботи «до» та «після» застосування «часових вікон» представлена на рис. 11.

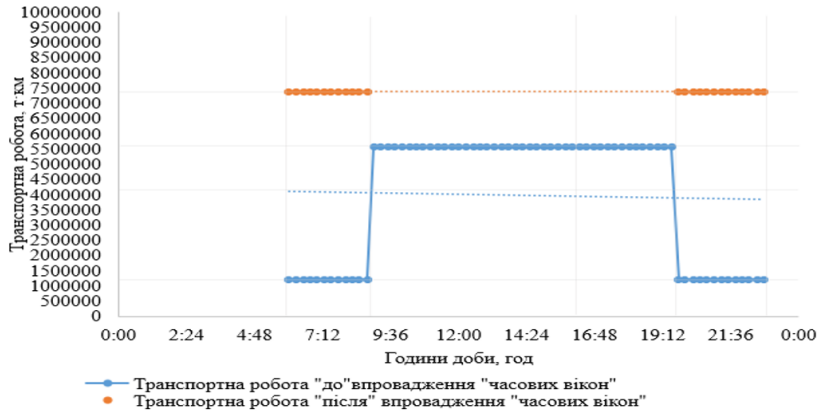


Рисунок 11 - Тенденція зміни транспортної роботи до та після впровадження «часового вікна»

Тенденція зміни вантажонапруженості «до» та «після» застосування «часових вікон» представлена на рис. 12.

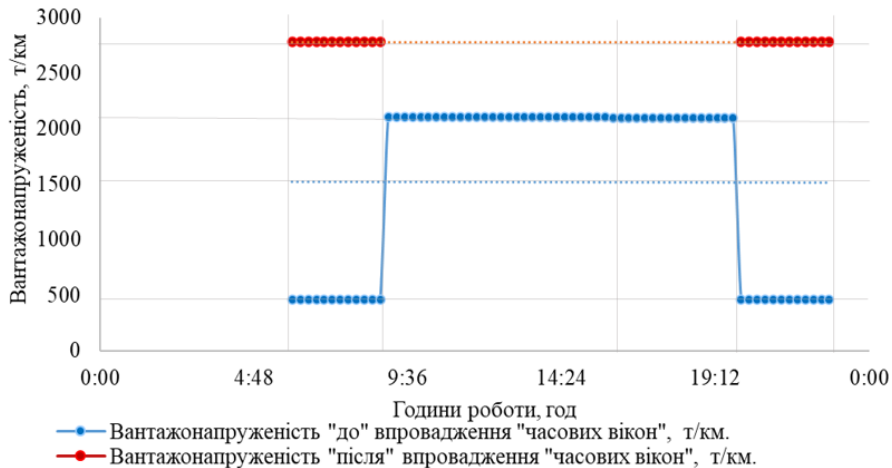


Рисунок 12 - Тенденція зміни вантажонапруженості до та після впровадження «часового вікна»

Застосування логістичної концепції «часове вікно», впливає на завантаження транспортної мережі протягом доби: перерозподіл роботи вантажного транспорту в періоди мінімального навантаження рухом транспортної мережі сприяє зменшенню інтенсивності руху транспортних засобів в години пік, уникнення критично негативних коефіцієнтів завантаження рухом (Е, F), що доводить доцільність застосування даної концепції.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Аналіз світового досвіду впровадження концепції "часове вікно" для удосконалення міських вантажних перевезень показує, що введення такої ініціативи має позитивний вплив на зменшення транспортних проблем, сприяє зменшенню транспортних заторів, оптимізації роботи транспортної інфраструктури та покращенню якості життя мешканців. В рамках визначеної мети та задач дослідження, проведено аналіз основних транспортних проблем міста, досліджено рух та склад транспортних потоків, визначені найбільш завантажені ділянки транспортної мережі, проаналізовані години роботи підприємств, що дозволило сформувати SWOT-аналіз впровадження логістичної концепції «часове вікно» в м. Валки. Аналіз сильних (S) та слабких (W) сторін, можливостей (O) та

загроз (Т) свідчить про те, що успішне впровадження "часових вікон" в місті може бути ефективним рішенням для подолання транспортних проблем та покращенню якості життя населення. Такий підхід може принести значні вигоди як громаді, зменшуючи проблеми з паркуванням, покращуючи безпеку руху, так і бізнесу та владі, сприяючи підвищенню ефективності роботи та доходів малого та середнього бізнесу, що має вплив на економіку міста.

Для оцінки впливу «часових вікон» на параметри міських вантажопотоків проведено моделювання функціонування транспортної мережі до та після впровадженні логістичної концепції «часове вікно» за допомогою програмного забезпечення PTV Visum. Проведене моделювання функціонування транспортної мережі при застосуванні логістичної концепції «часове вікно» та отримана зміна параметрів міських вантажопотоків свідчать, що перерозподіл роботи вантажного транспорту впливає на завантаженість транспортної мережі протягом доби, сприяє зменшенню інтенсивності руху транспортних засобів в години пік, уникненню критично негативних коефіцієнтів завантаження рухом, що доводить доцільність застосування даної концепції.

ВИСНОВКИ

В роботі проаналізований позитивний та негативний досвіди країн світу щодо впровадження логістичної концепції «часове вікно», при вирішенні питань удосконалення вантажних перевезень в містах. Практичне застосування даної концепції представлено на прикладі м. Валки, Богодухівського району, Харківської області. Отримані тенденції зміни транспортної роботи, вантажонапруженості до та після впровадження «часового вікна» свідчить про те, що даний підхід сприяє удосконаленню вантажних перевезень в м. Валки.

Підсумовуючи, можна сказати, що, хоча обмеження часових вікон можуть призвести до позитивних ефектів, вони також можуть створювати проблеми для бізнесу з точки зору гнучкості у плануванні поставок та відповідних витрат. Знаходження балансу між цими чинниками має значення для створення стійких та ефективних міських логістичних систем.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1.Christopher M. Logistics and supply chain management. Pearson Uk, 2022.
- 2.Zhang D., He R., Li S., Wang Z. A multimodal logistics service network design with time windows and environmental concerns. *PLoS One*, 2017. Vol. 12(9). DOI: [10.1371/journal.pone.0185001](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185001)
- 3.Ольхова М. В., Рославцев Д. М. Оцінювання заходів міської логістики: моделювання потоку вантажних транспортних засобів: монографія. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2021. 99 с.
- 4.Gonzalez-Feliu J., Semet F., Routhier J. L. Sustainable urban logistics: Concepts, methods and information systems. *Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg*. 2014. URL: https://www.researchgate.net/publication/281249742_Sustainable_urban_logistics_Concepts_methods_and_information_systems (дата звернення 12.04.2024)
- 5.Liu X., Liu J., Zhang Y. Impacts of Time Window Restrictions on Freight Operations and Emissions in Urban Areas. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 2021. 95, 102823.
- 6.Fu X., Qiang Y., Liu X., Jiang Y., Cui Z., Zhang D., Wang J. Will multi-industry supply chains' resilience under the impact of COVID-19 pandemic be different? A perspective from China's highway freight transport. *Transport Policy*. 2022. Vol. 118, P. 165-178.
- 7.Huan N. C., Yi S. L., Jen. H. C. Two approaches to solving the multi-depot vehicle routing problem with time windows in a time-based logistics environment. *Production Planning & Control*. 2006. Vol. 17, P. 480-493. DOI: [10.1080/09537280600765292](https://doi.org/10.1080/09537280600765292)
- 8.Wang Y., Wang X., Fan J., Wang G., Zhen L. Emergency logistics network optimization with time window assignment. *Expert Systems with Applications*. 2023. Vol. 214, P. 119-145.
- 9.Wang Z., Dessouky M., Van Woensel T., Ioannou P. Pickup and delivery problem with hard time windows considering stochastic and time-dependent travel times. *Transportation Research Part B: Methodological*. 2016. Vol. 91, P. 598-618.
- 10.Yan Q., Zhang Q. The Optimization of Transportation Costs in Logistics Enterprises with Time-Window Constraints. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. 2015. Vol. 2015, P. 1-10. DOI: [10.1155/2015/365367](https://doi.org/10.1155/2015/365367)

REFERENCES

- 1.Christopher M. (2022) Logistics and supply chain management. Pearson Uk.

2. Zhang, D., He, R., Li, S., & Wang, Z. (2017) A multimodal logistics service network design with time windows and environmental concerns. *PLoS One*, 12(9), e0185001. DOI: [10.1371/journal.pone.0185001](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185001)
3. Ol'khova M. V., Roslavtsev D. M. (2021) Otsinyuvannya zakhodiv mis'koyi lohistyky: modelyuvannya potoku vantazhnykh transportnykh zasobiv: monohrafiya, 99.
4. Gonzalez-Feliu J., Semet F., Routhier J. L. (2014) Sustainable urban logistics: Concepts, methods and information systems. *Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg*. URL: https://www.researchgate.net/publication/281249742_Sustainable_urban_logistics_Concepts_methods_and_information_systems (data zvernennya 12.04.2024)
5. Liu, X., Liu, J., & Zhang, Y. (2021) Impacts of Time Window Restrictions on Freight Operations and Emissions in Urban Areas. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 95, 102823.
6. Fu X., Qiang Y., Liu X., Jiang Y., Cui Z., Zhang D., Wang J. (2022) Will multi-industry supply chains' resilience under the impact of COVID-19 pandemic be different? A perspective from China's highway freight transport. *Transport Policy*, 118, 165-178.
7. Huan N. C., Yi S. L., Jen. H. C. (2006) Two approaches to solving the multi-depot vehicle routing problem with time windows in a time-based logistics environment. *Production Planning & Control*, 17, 480-493. DOI: [10.1080/09537280600765292](https://doi.org/10.1080/09537280600765292)
8. Wang Y., Wang X., Fan J., Wang G., Zhen L. (2023) Emergency logistics network optimization with time window assignment. *Expert Systems with Applications*, 214, 119-145.
9. Wang Z., Dessouky M., Van Woensel T., Ioannou P. (2016) Pickup and delivery problem with hard time windows considering stochastic and time-dependent travel times. *Transportation Research Part B: Methodological*, 91, 598-618.
10. Yan Q., Zhang Q. (2015) The Optimization of Transportation Costs in Logistics Enterprises with Time-Window. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2015, 1-10. DOI: [10.1155/2015/365367](https://doi.org/10.1155/2015/365367)

K. Vakulenko, N. Sokolova, N. Schille, A. Hrekova Improving freight operations in urban areas through the implementation of the "time window" logistics concept

The war in Ukraine has created a series of obstacles for the normal functioning of the transportation and logistics system, fundamentally altering the logistics supply chains in international, national, urban, and interurban connections. The displacement of people to safer territories has led to the formation of negative transportation effects. So, in 2020, the population of the city of Valky (Ukraine) community was 30,791 people, and due to military actions on the territory of Ukraine, the number of community residents increased by 20,000 people due to resettlement. This situation has exacerbated existing transportation problems: increased levels of motorization, massive chaotic parking of vehicles, improper parking and unloading of freight vehicles, timeliness of delivery of goods, etc., ultimately contributing to the overload of the central part of the city, hindrances, and restrictions on the movement of urban, interurban, personal, and specialized transport, affecting the decrease in the level of traffic safety, increasing the level of environmental pollution. All of this has led to a decrease in the quality of life and dissatisfaction among the residents of the city of Valky.

The main goal of the urban area functioning is to improve the quality of life of its residents and city guests. Therefore, ensuring uninterrupted supply of goods and cargo is vital to meet their needs. A solution to the existing problems of organizing the movement of urban freight flows in the city of Valk, which affects the quality of life of the city's population, is proposed by introducing the logistics concept of "time window". The conducted modeling of the functioning of the transport network when applying the logistics concept "time window", the resulting change in the parameters of urban freight flows indicates that the redistribution of freight transport work affects the congestion of the transport network during the day, helps reduce the intensity of vehicle traffic during peak hours, and avoids critically negative traffic load factors, which justifies the feasibility of introducing this concept. Hourly restrictions implemented under the time window concept can lead to positive effects but can also create challenges for the business in terms of flexibility in supply planning and operating costs. Finding a balance between these factors is important for creating sustainable and efficient urban logistics systems.

Key words: freight transport, transport network, logistics concept, time window, freight intensity, transport work.

ВАКУЛЕНКО Катерина Євгеніївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова e-mail: vakulenko.e@ukr.net. <http://orcid.org/0000-0003-0164-9437>

СОКОЛОВА Надія Анатоліївна, асистент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова e-mail: nad_s@ukr.net. <http://orcid.org/0009-0005-6832-0881>

ШИЛЛЕ Наталя Вікторівна, асистент кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова e-mail: natasha.shille@gmail.com

ГРЕКОВА Альона Вадимівна, магістр зі спеціальності 275 «Транспортні технології (за видами)» освітньо-наукова програми «Розумний транспорт та логістика для міст», Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова e-mail: grekovaa93@gmail.com

Kateryna VAKULENKO, associate professor of transport systems and logistics department, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv e-mail: vakulenko.e@ukr.net. <http://orcid.org/0000-0003-0164-9437>

Nadiia SOKOLOVA, assistant of transport systems and logistics department, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv e-mail: nad_s@ukr.net. <http://orcid.org/0009-0005-6832-0881>

Natalya SHILLE, assistant of transport systems and logistics department, O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv e-mail: natasha.shille@gmail.com

Alyona HREKOVA, master's degree in specialty 275 "Transport technologies (by type)" educational and scientific program "Smart transport and logistics for cities", O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv e-mail: grekovaa93@gmail.com

DOI 10.36910/automash.v1i22.1351