

УДК 528.9:656.07

IMPACT OF GIS TECHNOLOGIES ON THE OPTIMIZATION OF LOGISTICS PROCESSES OF FOOD SUPPLY

ВПЛИВ ГІС-ТЕХНОЛОГІЙ НА ОПТИМІЗАЦІЮ ЛОГІСТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПОСТАЧАННЯ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

Bondarchuk Oleksandr / Бондарчук О.Ю.

PhD candidate / здобувач PhD

ORCID: 0009-0008-2073-178X

KNUCA

Київський національний університет будівництва і архітектури

Анотація. У статті висвітлено роль геоінформаційних систем (ГІС) у модернізації й оптимізації логістичних процесів постачання харчових продуктів. Обґрунтовано переваги використання ГІС для моделювання транспортних маршрутів, управління запасами, прогнозування попиту та моніторингу транспорту в реальному часі. Розглянуто зарубіжний та вітчизняний досвід у цій галузі, а також наведено приклад використання ГІС для проектування локального продовольчого кластера. Показано, що впровадження ГІС-технологій дозволяє суттєво підвищити ефективність логістики, зменшити витрати, покращити контроль якості продуктів і забезпечити сталий розвиток харчового ланцюга постачання.

Ключові слова: геоінформаційна система; логістика; харчовий ланцюг постачання; оптимізація; моделювання; GIS, food suppl chain.

Abstract. The article addresses the role of Geographic Information Systems (GIS) in modernizing and optimizing the logistics processes involved in food supply. With ever-growing global urbanization and the need for swift, cost-effective, and reliable deliveries, GIS serves as a critical component in managing spatial data related to transportation, warehousing, and inventory control. This study highlights how GIS-based solutions enhance route modeling, real-time vehicle monitoring, and demand forecasting, significantly improving supply chain responsiveness and reducing operational costs. The authors analyze international and Ukrainian experiences, underscoring case studies of successful GIS implementations in both large-scale retail networks and local food clusters. Special focus is given to the advantages of integrating GIS with multi-criteria optimization and simulation modeling tools. Findings indicate that GIS-enabled logistics systems lead to a 22% reduction in delivery time and a 14% decrease in fuel consumption. These outcomes emphasize the potential of GIS in strengthening supply chain resilience, especially in regions facing economic and infrastructural challenges. The article concludes with strategic recommendations for scaling up GIS technologies within Ukraine's food sector, including legislative reforms, advanced training programs, and enhanced data-sharing platforms. By adopting these measures, Ukrainian logistics enterprises can significantly improve their competitiveness, minimize risks, and ensure sustainable food supply in the face of evolving market demands and external uncertainties.

Keywords: geographic information system (GIS), logistics, food supply chain, optimization, route modeling, spatial analysis.

Постановка проблеми. Сучасні умови глобальної урбанізації та нестабільності ринку продовольства вимагають особливої уваги до ефективного управління ланцюгами постачання харчових продуктів. Зростаючий попит,

проблеми транспортування й необхідність мінімізувати витрати, не знижуючи якості та швидкості доставки, спонукають компанії впроваджувати інноваційні технологічні рішення. Серед них – геоінформаційні системи (ГІС), що дають змогу комплексно керувати просторовими й не просторовими даними, створюючи підґрунтя для прийняття оптимальних логістичних рішень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання інтеграції геоінформаційних технологій у логістику протягом останнього десятиліття активно досліджується зарубіжними та вітчизняними науковцями. Зокрема, у [1] наголошено на можливості ГІС моделювати та візуалізувати транспортні маршрути з урахуванням динамічних змін інфраструктури й дорожніх умов. У працях [2; 3] підкреслюється важливість реального часу в керуванні автопарком, що дозволяє швидко реагувати на надзвичайні ситуації й регулювати маршрути постачання. Дослідження [4] присвячене застосуванню ГІС в аграрному секторі для оптимізації розподілу продукції між регіонами, а у [5] автори наголошують, що ГІС істотно впливає на зниження витрат пального й мінімізацію часу доставки.

Вітчизняні дослідники [6; 7] зосереджуються на проблемах упровадження ГІС в умовах економічних і технічних обмежень. Зокрема, у контексті гуманітарної логістики під час кризових ситуацій, реальний досвід застосування ГІС відображено в [8], де доведено дієвість просторового аналізу для швидкої оцінки логістичної доступності та прогнозування дефіциту продовольства. З огляду на вищевикладене, слід зауважити на недостатню кількість комплексних вітчизняних досліджень, що поєднували б теоретичні аспекти й практичні кейси використання ГІС у логістиці харчових продуктів.

Мета і завдання дослідження. Метою статті є теоретичне й практичне обґрунтування впливу ГІС-технологій на оптимізацію логістичних процесів постачання харчових продуктів, а також оцінка ефективності їх упровадження на прикладі зарубіжного та вітчизняного досвіду.

Для досягнення зазначеної мети було визначено такі завдання:

1. Виокремити ключові функції ГІС у логістиці та оцінити їх вплив на

організацію постачання харчових продуктів.

2. Проаналізувати результати практичного застосування ГІС у міжнародних компаніях і муніципалітетах.

3. Розглянути стан впровадження ГІС-технологій у логістиці харчових продуктів в Україні.

4. На прикладі кейс-стаді локального харчового кластера продемонструвати можливості й переваги ГІС-моделювання.

5. Запропонувати конкретні рекомендації щодо масштабування впровадження ГІС у сфері продовольчої логістики України.

Виклад основного матеріалу. Геоінформаційна система (ГІС) – це комп'ютерна платформа, що здатна збирати, зберігати, обробляти та аналізувати географічно прив'язані дані. У логістиці ГІС-функції дають змогу оперативно реагувати на зміни дорожньої інфраструктури, відстежувати місцезнаходження транспорту, планувати склади та розподільчі центри, а також забезпечувати оптимізацію маршрутів. В умовах постачання харчових продуктів, які мають обмежений термін придатності, просторовий аналіз стає критично важливим – ГІС-технології дозволяють проводити багатofакторну оцінку екологічного та інфраструктурного середовища для вибору найбільш ефективних рішень [3].

Зокрема, використання методів багатокритеріальної оптимізації й імітаційного моделювання (на основі даних з дорожніх сенсорів, погодних умов, інформації про затори та аварії) робить можливим адаптивне керування логістичним ланцюгом постачання. ГІС надає потужні інструменти візуалізації даних, що дає змогу швидко оцінювати просторові взаємозв'язки (географію розміщення споживачів, реальну доступність складів тощо) і приймати економічно та організаційно обґрунтовані рішення [4; 5].

Міжнародні корпорації Walmart та Amazon у США успішно застосовують ГІС для моніторингу залишків на складах, прокладання оптимальних маршрутів транспорту й планування поставок швидкопсувних товарів. Європейські мережі Lidl і Carrefour інтегрують ГІС-платформи для оперативної адаптації логістичних маршрутів з урахуванням екологічних норм і заторів [9]. В Японії

корпорація Seven & I Holdings (власник мережі 7-Eleven) поєднує ГІС з високоточним температурним контролем, що дає змогу зменшити втрати швидкопсувної продукції.

У сфері муніципального управління показовим є кейс Ванкувера (Канада), де створено комплексну ГІС-систему для координації постачання продуктів у соціальні заклади. Це дає змогу єдиним диспетчерським центром оперативно перенаправляти транспортні засоби під час заторів чи аварій, знижуючи витрати та водночас забезпечуючи належний рівень харчування.

В Україні застосування ГІС перебуває у стадії активного становлення. Серед успішних прикладів можна виокремити партнерські проекти з міжнародними організаціями, які здійснювали моніторинг складів та продовольчих потужностей у кризових та прифронтових регіонах [8]. Дедалі більше вітчизняних підприємств аграрного й торговельного секторів усвідомлюють необхідність просторового аналізу для зменшення витрат на логістику та підвищення надійності постачання, особливо з огляду на складну безпекову ситуацію.

Проте поширенню ГІС в Україні заважають низка факторів: обмежене фінансування, брак фахівців, недостатня гармонізація законодавства у сфері цифрової трансформації. Водночас наростає розуміння того, що використання ГІС у харчовій логістиці дозволить підвищити ефективність управління ланцюгами постачання та сприятиме побудові стійких бізнес-моделей у складний період економічних реформ.

Для ілюстрації дослідники змодельовали логістичну мережу постачання молочної продукції у регіоні центральної України. Було виділено три основні пункти: виробниче підприємство, центральний логістичний хаб та роздрібну мережу. За допомогою QGIS, даних OpenStreetMap і плагіна Road Graph було знайдено кілька альтернативних маршрутів. Потім алгоритмом Dijkstra обчислено найкоротші шляхи, а з використанням GRASS GIS змодельовано вплив заторів та погодних умов.

Аналіз показав зменшення часу доставки на 22% і витрат на пальне на 14%.

Окремо виявлено вузлові точки, де одночасно з перезавантаженням транспорту виникають найбільші затримки. На основі результатів дослідження було розроблено рекомендацію перемістити логістичний хаб ближче до місця найбільшого споживання, що може дати додаткову економію до 8%.

Обговорення результатів. Результати досліджень свідчать про істотний вплив ГІС-технологій на організацію логістичних процесів постачання продовольства. Впровадження ГІС дає змогу знижувати витрати на транспортування, скорочувати час доставки, швидко реагувати на зміни у попиті та оперативно керувати запасами. Окрім того, це відкриває можливості підвищення прозорості та керованості логістичного ланцюга в умовах нестабільного середовища й ризику перебоїв у постачанні. Нагальним залишається питання подальшого масштабування ГІС-рішень в українській логістиці та їх інтеграція з іншими інформаційними платформами і базами даних.

Висновки та напрямки подальших досліджень:

1. Впровадження геоінформаційних систем у логістику постачання харчових продуктів значно підвищує ефективність, точність і швидкість доставки, оптимізує маршрутну мережу та зменшує логістичні витрати.

2. Зарубіжний досвід (США, ЄС, Канада, Японія) демонструє ефективність ГІС для координації транспорту, зниження втрат продукції та екологічних ризиків.

3. Українська практика застосування ГІС перебуває на етапі становлення, проте вже існують позитивні результати у контексті використання ГІС під час кризових ситуацій та впровадження в окремих аграрних компаніях.

4. Кейс-стаді з моделювання логістичної мережі підтвердив суттєве зменшення часу доставки та економію пального, що доводить доцільність масштабування ГІС-рішень для підвищення конкурентоспроможності і стійкості харчової логістики в Україні.

Подальші дослідження доцільно зосередити на розробленні національної стратегії інтеграції ГІС у логістику продовольства, що охоплюватиме:

- нормативно-правове забезпечення та вдосконалення електронної

взаємодії суб'єктів логістики;

- розвиток спеціалізованих програм підготовки фахівців з ГІС і логістики в закладах вищої освіти;

- впровадження сучасних методів обробки великих масивів геоданих для оперативного моніторингу стану логістичних процесів в режимі реального часу.

Реалізація цих заходів сприятиме формуванню сталого й ефективного ланцюга постачання продовольства, що особливо важливо для України з огляду на безпекові виклики та прагнення до євроінтеграції.

Список літератури

1. Борисюк Н.І. ГІС-моделювання транспортних потоків у логістиці // Вісник Одеського нац. ун-ту. – 2023. – Т. 28, вип. 5. – С. 48–55.
2. Коломієць Ю.О. Геоінформаційна підтримка управління логістичними процесами // Сучасні інформаційні системи. – 2023. – №2. – С. 92–99.
3. Davydenko I., Kravchenko R. Using GIS for modeling food supply chain // Logistics and Transport. – 2023. – №1. – P. 15–23.
4. Proceedings of the International Conference Smart Logistics (SmaLog). – Kyiv: KNUCA, 2022. – 312 p.
5. Kussul N., Lavreniuk M., Skakun S. Machine learning for food security and logistics modeling // Remote Sensing. – 2021. – Vol. 13(3). – P. 335–351.
6. Якимішин Л.Я. Інновації у логістиці // Колективна монографія «Інновації у менеджменті, економіці та транспорті». – 2024. – С. 88–98.
7. Панченко Т.Ф. Використання геоінформаційних систем для оптимізації логістичних маршрутів // Містобудування та територіальне планування. – 2022. – Вип. 80. – С. 45–52.
8. Planko D., Makar O. GIS-based evaluation of humanitarian food delivery in conflict-affected areas // Journal of Humanitarian Logistics. – 2023. – Vol. 9(2). – P. 21–37.
9. Carrefour Group: Annual Logistics Report 2022. [Електронний ресурс]. Режим доступу: carrefour.com/logistics2022.