

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-569-3-29>

## **INTEGRATION OF TRACKING TECHNOLOGIES IN SUPPLY CHAIN MANAGEMENT**

### **ІНТЕГРАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТРЕКІНГУ В УПРАВЛІННЯ ЛАНЦЮГАМИ ПОСТАЧАННЯ**

В сучасних умовах глобалізації та цифровізації економіки все більшого значення набуває здатність компаній відстежувати переміщення товарів у реальному часі на всіх етапах ланцюга постачання. Технології трекінгу (від англ. *tracking technologies*) – це сукупність апаратних та програмних рішень, що забезпечують збір і передачу даних про місцезнаходження та стан товарно-матеріальних цінностей у ланцюзі постачання. Сюди відносять засоби автоматичної ідентифікації і збору даних, такі як радіочастотна ідентифікація (RFID), штрихкоди та QR-коди, системи глобального позиціонування (GPS) для моніторингу транспорту, датчики та інші пристрої, що генерують інформацію про рух і збереження продукції. Інтеграція таких технологій в процеси управління ланцюгами постачання надає можливість досягти повної прозорості та видимості переміщення товарів від постачальників сировини до кінцевих споживачів [1]. Підвищення рівня прозорості, в свою чергу, покращує контроль та координацію в ЛПП, знижує ризики та збільшує гнучкість і швидкість реагування на події [2].

Трекінг у ланцюзі постачання означає можливість відстежувати місцезнаходження та стан товарів, партій чи логістичних одиниць на всіх етапах руху – від виробництва до кінцевого споживання. Основу таких систем складають технології автоматичної ідентифікації та передачі даних. Найбільш розповсюдженими є штрихові коди та QR-коди, що наносяться на продукцію та зчитуються сканерами. Проте в контексті сучасних вимог до швидкості та точності даних традиційні штрихкоди мають обмеження (потребують ручного сканування, не містять динамічної інформації). Тому все ширше застосування знаходять радіочастотна ідентифікація (RFID), яка дозволяє зчитувати мітки безконтактно і автоматично, та супутникові навігаційні системи (GPS) для

відстеження транспорту в реальному часі. Комбінація цих технологій забезпечує реал-тайм видимість логістичних операцій. Наприклад, RFID-мітки на вантажних місцях можуть фіксуватися при проходженні через ворота складу або митниці, а GPS-трекери на транспортних засобах – передавати координати маршруту, що в сукупності дає цілісну картину руху товару.

У науковій літературі вживаються поняття *traceability* (простежуваність) та *transparencu* (прозорість) ЛП, тісно пов'язані з технологіями трекінгу. Простежуваність означає здатність отримати інформацію про історію продукту і його переміщення, тоді як прозорість – це доступність релевантної інформації для учасників ЛП у потрібний час [1]. Технології трекінгу виступають інструментом досягнення прозорості через реалізацію простежуваності. Як зазначають Khan та співавт. (2022), запровадження сучасних цифрових рішень для трекінгу (в тому числі сенсорних мереж та аналітичних систем) дозволяє підвищити прозорість і, зрештою, покращити результативність ЛП. Це особливо важливо в агропродовольчих ланцюгах, де простежуваність впливає на довіру споживачів і відповідність стандартам безпеки.

Окрім RFID та GPS, у літературі згадуються й інші рішення: системи управління транспортом (TMS) з функціями відстеження відправлень, складські системи WMS з модулем відстеження партій, технології хмарних платформ для обміну даними про переміщення (напр., сервіси типу порталу для відстеження контейнерів). Не зважаючи на різноманітність технологій, їх об'єднує мета – надати менеджерам єдине «джерело правди» про статус ланцюга постачання в режимі реального часу. Концепція *Logistics 4.0* описує саме таку інтегровану інфраструктуру: у «розумному» ланцюзі постачання інформація від датчиків та трекерів збирається, передається через інтернет, обробляється й відображається у вигляді аналітичних показників для підтримки рішень. У дослідженні показано, що у логістиці 4.0 різноманітні пристрої відстеження (від промислових RFID-міток до смартфонів водіїв) під'єднані до цифрової платформи, що дає змогу стейкхолдерам отримувати необхідні дані та генерувати підвищення ефективності, видимості, прозорості та безпеки операцій.

Отже, технології трекінгу в ЛП охоплюють як фізичні засоби ідентифікації (мітки, датчики), так і інформаційні системи, що інтегрують потоки даних. Їх впровадження змінює підходи до

управління – перехід від реактивного до проактивного стилю, коли менеджер бачить аномалії (затримки, відхилення температурного режиму тощо) ще до того, як вони переростають у проблеми, і може негайно втрутитися. Далі розглянемо, які теоретичні моделі пояснюють процес інтеграції трекінгу в компанії та ланцюгах постачання.

Емпіричних робіт, спеціально присвячених впровадженню технологій трекінгу в Україні, поки що небагато. Однак ті, що є, а також загальні дослідження цифровізації, вказують на схожі виклики. Зокрема, встановили, що українські підприємства визнають важливість цифрових інновацій у ЛП, але рівень готовності до цифрової трансформації різниться: великі компанії більш схильні інвестувати, тоді як МСП часто бракує ресурсів [3]. Це узгоджується з глобальною тенденцією: більші компанії (особливо з міжнародним залученням) є локомотивами впровадження трекінгу, тоді як дрібні підрядники можуть відставати. Дослідження Chenyiman Lou демонструє прагнення українських агровиробників запровадити простежуваність з огляду на експортні можливості [4], проте вказує на існуючі проблеми: фрагментованість виробництва (багато малих фермерських господарств у молочній галузі), відсутність єдиних стандартів даних, вплив війни, що уповільнює інвестиції. Таким чином, для України можна рекомендувати державну підтримку і стимулювання впровадження технологій трекінгу (наприклад, через вимоги до простежуваності в харчовій промисловості, гранти на ІТ-інфраструктуру для МСП), щоб пришвидшити цифрову трансформацію ЛП і підвищити їх конкурентоспроможність.

Менеджерам ланцюгів постачання варто розглядати інвестиції в технології трекінгу як стратегічний крок, що забезпечує конкурентні переваги. Важливо починати з пілотних проектів у найбільш проблемних ділянках ЛП (наприклад, відстеження найбільш дорогіших вантажів або впровадження RFID на складі з високою часткою ручної роботи) і поступово масштабувати рішення. Необхідно також планувати організаційні зміни: призначити відповідальну команду, навчити персонал, відпрацювати нові процеси. Компаніям варто співпрацювати з партнерами по ланцюгу – обмінюватися даними, узгоджувати стандарти, можливо, розділяти витрати на спільні системи – це підвищить віддачу від трекінгу для всього ланцюга. Для українських підприємств корисно

орієнтуватися на міжнародний досвід та шукати підтримки (гранти, програми) для впровадження передових логістичних технологій.

### **Література:**

1. Khan M., Parvaiz G. S., Dedahanov A. T., Abdurazzakov O. S., Rakhmonov D. A. The Impact of Technologies of Traceability and Transparency in Supply Chains // *Sustainability*. – 2022. – Vol. 14, No. 24. – Article No. 16336. DOI: <https://doi.org/10.3390/su142416336>
2. Helo P., Thai V. V. Logistics 4.0 – digital transformation with smart connected tracking and tracing devices // *International Journal of Production Economics*. – 2024. – Vol. 275. – Article No. 109336. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109336>
3. Krykavskyy Y., Pokhylchenko O., Hayvanovych N. Supply chain development drivers in Industry 4.0 in Ukrainian enterprises // *Oeconomia Copernicana*. – 2019. – Vol. 10, No. 2. – P. 273–290. DOI: <https://doi.org/10.24136/oc.2019.014>
4. Lou C., Gorobec R., Samoilyk I., Trollman H. Traceable Dairy Supply Chain Implementation in Ukraine for Improved Export Potential // *Engineering Proceedings*. – 2023. – Vol. 40, No. 1. – Article No. 14. DOI: <https://doi.org/10.3390/engproc2023040014>