О.П. Калініченко

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДОСТАВКИ ШВИДКОПСУВНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ВАНТАЖІВ У МІЖМІСЬКОМУ СПОЛУЧЕННІ

У статті запропоновано застосування трьох транспортно-технологічних схем доставки швидкопсувних вантажів у міжміському сполученні, що можуть застосовуватись в залежності від відстаней перевезень та вимог замовників щодо збереження якісних властивостей вантажу, а також формалізовано процес доставки вантажів за запропонованими схемами.

Ключові слова: швидкопсувні вантажі, схема доставки, витрати, якість продукції, маршрути.

Постановка проблеми

Доставка швидкопсувних сільськогосподарських вантажів з мінімальними витратами на транспортний процес, та з мінімальними втратами споживчих якостей таких вантажів є важкою задачею, що має багато нюансів. І навіть найдосвідченіший виробник, який знаходиться на ринку продажу таких продуктів досить довгий час, може припуститися глобальних помилок. Вони можуть призвести до втрати прибутку підприємства через те, що неправильним чином буде організовано сам транспортно-технологічний процес доставки швидкопсувних вантажів.

Актуальність задач підвищення ефективності доставки такого роду вантажів пояснюється тим, що при перевезенні швидкопсувних сільськогосподарських вантажів, а саме фруктів, застосовується таке поняття як ризик втрати доходів підприємства при можливому зменшенні кінцевої вартості товару на ринку за рахунок збільшення часових параметрів доставки вантажу, особливо це стосується такого тендітного виду продукції як персики, що транспортується на значні відстані у міжміському сполученні.

За оцінками фахівців, щороку 14 відсотків продуктів харчування псується ще до появи на прилавках магазинів – під час зберігання зібраного врожаю та його транспортування [1]. Саме високий відсоток втрат сільськогосподарської продукції харчування під часу збору врожаю та транспортуванні є головним важелем по розробці нових та удосконаленню існуючих технологій збору та перевезення сільськогосподарської продукції.

Таким чином, для підвищення ефективності доставки швидкопсувних сільськогосподарських вантажів у міжміському сполученні необхідно розробляти такі комплексні транспортно-технологічні схеми збору та доставки вантажу, що враховують

вплив комплексу негативних факторів саме при організації збору врожаю, його складуванні, виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт та саме транспортуванні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

На теперішній час сільське господарство є одним із найзначніших секторів розвитку української економіки, частка у валовому внутрішньому продукті складає майже 10 відсотків. Саме продукція рослинництва складає більшу частину у структурі продукції сільського господарства, та сягає значення 80 відсотків. Отже збереження кількості та якості такої продукції є однією із головних задач економіки.

Перевезення фруктів, а саме персиків, відноситься до категорії перевезень швидкопсувних вантажів. Псування продукції зазвичай трапляється під впливом негативних факторів під час всього процесу доставки вантажу, починаючи з процесу збору врожаю до кінцевих операцій у вантажоодержувачів. Виявлення таких негативних факторів та рівня їх впливу є першочерговим завданням при формуванні транспортно-технологічних схем доставки. В багатьох роботах науковців головним чинником на який спрямовані заходи щодо удосконалення виступає час доставки вантажів [2, 3].

В роботі [2] запропоновано розділяти такі фактори у п'ять груп, що дозволяє розробляти заходи щодо усунення негативного впливу на різних рівнях – від локальних фермерських до державних. У якості таких груп запропоновано наступні :

1. «Інфраструктура» – чинники що впливають на час виконання перевезень. Фактори, що лежать в основі цієї групи, безпосередньо пов'язані з інфраструктурою. Це погані дорожні умови, затори та пробки, погане дорожнє сполучення.
2. «Необачність» – чинники що теж впливають на час виконання перевезень та безпосередньо пов'яза-

ні з недбалістю водіїв. Це «недотримання часу, запланованого для перевезення» та «безвідповідальне та недбале керування».

3. «Перевірка та огляд» – чинники що впливають на час виконання перевезення, та безпосередньо пов'язані з проблемами перевірки вантажівок у різних місцях на шляху прямування.

4. «Транспортна мережа» – чинники, що визначають недостатній розвиток та кількість шляхів прямування транспортних засобів та пов'язаною з цим невідповідною маршрутизацією.

5. «Транспортні засоби» – чинники, що впливають на час транспортування, та пов'язані з відсутністю необхідних транспортних засобів або їх недостатньою кількістю.

Після виявлення факторів негативного впливу, визначаються можливі шляхи зниження рівня такого впливу, та можливі заходи, щодо підвищення ефективності виконання перевезень. В наукових роботах [6, 7] розглядаються заходи, щодо удосконалення транспортних засобів з точки зору встановлення на них обладнання, що дозволяє підтримувати необхідні температурні режими при перевезенні швидкопсувних вантажів.

Автори розглядають можливість зниження витрат палива, а отже і шкідливих викидів [8], при виконанні перевезень швидкопсувних вантажів в умовах невизначеного попиту, за рахунок розробки раціональних маршрутів та визначення раціональної кількості транспортних засобів [9] для різних транспортних умов руху при змінній інтенсивності та застосуванням проміжних складів [10].

Одним з найбільш поширених напрямків досліджень є дослідження ланцюгів постачань швидкопсувних вантажів. В роботі [11] запропоновано підхід до формування ланцюга постачань швидкопсувного товару в умовах невизначеності попиту та використання штрафних санкцій за пошкодження вантажу, пов'язаного зі збільшенням часу доставки. Автори пропонують стратегію прийняття рішень, що поєднує метод моделювання з урахуванням якості та підхід розподіленого управління. Ця стратегія розроблена для координації дій декількох учасників ланцюга поставок швидкопсувних товарів з невідзначеністю.

В деяких роботах розглядається питання спільного перевезення різних видів швидкопсувних товарів та підвищення рівня їх збереження за рахунок раціонального пакування та використання спеціально обладнаних додатковими засобами автомобілів [12].

Велика кількість досліджень спрямована на розробку раціональних маршрутів доставки швидкопсувних вантажів [13,14], що дозволяють скоротити час перебування вантажів у кузові автомобіля [3]. В таких роботах також пропонуються нові алгоритми

та методи побудови маршрутів з урахуванням часових вікон доставки певних видів вантажу [4, 5].

Формулювання мети статті

Метою даної роботи є визначення раціональних схем доставки швидкопсувних вантажів, а саме персиків, при різних відстанях доставки та вимогах на поставку від замовників вантажу. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити задачі:

- сформулювати транспортно-технологічні схеми доставки швидкопсувних вантажів для різних відстаней перевезень та вимог замовників;
- розробити маршрути перевезень рухомого складу для різних відстаней перевезень та вимог замовників, та визначити необхідну кількість транспортних засобів для різних транспортно-технологічних схем;
- визначити доцільність застосування запропонованих схем доставки за критерієм загальних витрат на доставку вантажу та втрат від пошкодження.

Виклад основного матеріалу

Організація та плани перевезень повинні забезпечувати задоволення потреб споживачів у перевезеннях при високій їх якості і можливо менших витрат. Ефективність перевезень залежить від багатьох факторів, що ускладнюють визначення критерію оптимальності в загальному вигляді.

Серед комплексу критеріїв оптимальності, які використовуються при вирішенні різних завдань організації перевезень, найбільший інтерес представляють:

- продуктивність транспортних засобів;
- продуктивність навантажувально-розвантажувальних механізмів;
- своєчасність доставки фруктів;
- втрати продуктів у процесі транспортування (для фруктів норма втрати в теплий період року становить 0,15-0,25%);
- питома трудомісткість комплексу транспортно-технологічних операцій;
- енергоємність комплексу транспортно-технологічних операцій і її складова – енергоємність перевезень;
- приведені виробничі витрати і її складова – собівартість перевезень;
- прибуток автотранспортного підприємства.

Тривалість доставки характеризується часом перебування вантажів в дорозі з моменту закінчення навантаження партії до початку вивантаження. Її величина впливає на тривалість періоду обороту матеріальних вантажів. Зменшення її дозволяє вивільнити частину вантажів для продуктивного використання і підвищити схоронність продукту.

Втрати продуктів у процесі транспортування необхідно враховувати при вирішенні таких завдань, як обґрунтування доцільності спеціалізованого рухомого складу, вибір без перевантажувального способу перевезень, а також при виборі найбільш раціональних схем доставки. Збиток в результаті втрат вантажу зазвичай враховується за величиною фактичних втрат і вартості вантажу.

Для досягнення поставленої мети запропоновано три схеми збору та доставки персиків з місць збору до кінцевого споживача.

Перша схема полягає у зборі урожаю персиків між рядами саду невеликими тракторами. Причепи завантажуються клітками з фруктами та переміщуються на навантажувальний пункт, який розташований на краю саду. Перевага такої схеми полягає в можливості застосування великовантажних автомобілів, з досягненням максимального використання коефіцієнта вантажопідйомності. Для перевезення використовуються бортові автомобілі загального призначення. По мірі збору врожаю відбувається накопичення вантажу в мобільному навантажувальному пункті. Таким чином, завантаження великовагових автомобілів займає мінімальну кількість часу. В результаті накопичення вантажу в пункті навантаження, скорочується час простою автомобіля, через зниження часу очікування підвозу вантажу. На наступному етапі виконується доставка кінцевому споживачу, на постійних маршрутах, або складування та збереження вантажу в холодильниках сховища.

Друга схема полягає у необхідності потокового завантаження автомобілів на полях підприємств. Застосовуються збірні маршрути для вантажних автомобілів та безпосереднє навантаження на полі. Для перевезення використовуються також, як і за першою схемою бортові автомобілі загального призначення. Застосування другої схеми виключає можливість використання великовагового транспорту, тому що рух буде виконуватись на ґрунтових дорогах. Необхідність потокового завантаження також виключає можливість застосування навантажувально-розвантажувальних механізмів. Відстань перевезення вантажу буде змінюватись, оскільки автомобілі працюють на збірних маршрутах, та відсутні постійні місця навантаження.

Третя схема доставки подібна до першої, але для перевезення пропонується використовувати спеціалізовані автомобілі з холодильною камерою.

Для досягнення поставленої мети, визначено в якості параметрів, що значним чином впливають на загальні витрати на доставку вантажу та на втрати від пошкодження вантажу об'єм вантажу Q , та довжина вантажної їздки L . Випадковими величинами прийнято час навантаження та розвантаження

автомобіля $t_{н\backslash p}$ та його технічна швидкість V_t . В якості граничного показника виступає час доставки вантажу, що не повинен перевищуватись за нормованими значеннями T_δ .

Математично завдання зводиться до знаходження аналітичного виразу, котрий як найкраще відображував би зв'язок факторних ознак з результативною, тобто знайти функцію. Кожна із схем має свою функціональну залежність

$$\sum B = B_{mp}^\phi + B_{\delta m} + B_m + S_{ne} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де B – витрати підприємства на доставку вантажу від саду до складу, грн.;

B_{mp}^ϕ – витрати на транспортування вантажу від саду до сховища, грн.;

$B_{\delta m}$ – витрати на експлуатацію додаткового транспорту для підвозу фруктів до навантажувального пункту, грн.;

B_m – витрати на використання тари, грн.;

S_{ne} – втрати вантажу при доставці його до складу, грн.

Система обмежень визначена на основі спостережень та має вигляд

$$\begin{cases} 1 \leq T_\delta \leq 3 \\ 33,19 \leq V_t \leq 56,21 \\ 0,88 \leq t_{н\backslash p} \leq 1,2 \end{cases} \quad (2)$$

Обмеження в часі збору врожаю ґрунтуються виходячи з типу фруктів. Той сорт персиків, що збирається підприємством являється раннім і тому час на збір обмежений. Максимальний період збору становить 3 дні, потім вантаж буде не транспортабельним, що приведе до значних витрат.

Фактичні витрати на транспортування розраховуються по формулі

$$B_{mp}^\phi = B_{mp} - S_{1\delta od} \cdot t_{об} \cdot n', \quad (3)$$

де B_{mp} – витрати на транспортування, грн.

$S_{1\delta od}$ – сумарні витрати на 1 годину роботи автомобіля, грн\год.;

$t_{об}$ – час обертів автомобіля на маршруті, год.;

n' – різниця між їздками автомобілів, од.

Витрати на транспортування розраховуються

$$B_{mp} = S_{1\delta od} \cdot A \cdot t_{об} \cdot n_{об}^m \cdot N_{авто\delta ni}, \quad (4)$$

де A – кількість автомобілів, необхідних для доставки всього об'єму вантажу, од.;

$n_{об}^m$ – можлива кількість обертів автомобіля за день, од.;

$N_{авто дні}$ – кількість робочих днів автомобілів, дні.

Так як вивіз врожаю з поля планується за 3 дні, то кількість авто днів розраховується в залежності від часу обертів автомобіля. Якщо $t_{об}$ менше 8 годин, то автомобіль працюватиме всі 3 дні. Якщо більше 8 годин, але менше 16 год., то автомобіль працюватиме 2 дні та 1 день, якщо більше 16 год.

Об'єм вантажу, що необхідно перевезти за день

$$Q' = \frac{Q_{пл}}{N_{авто дні}}, \quad (5)$$

$$Q_{пл} = \sum_{i=1}^n S_i \cdot Y_i, \quad (6)$$

де S_i – площа i -го саду, га.;

Y_i – врожайність i -го саду, т/га.

Розраховуємо різницю в їздах по формулі

$$n' = \frac{Q_{всі дні}^{\phi} - Q_{пл}}{q_n \cdot \gamma_{ст}}, \quad (7)$$

де $Q_{всі дні}^{\phi}$ – фактичний об'єм перевезень за всі дні збору врожаю, т.

Даний показник необхідний, щоб отримати фактичні витрати підприємства на транспортування вантажу. Віднявши від загальних витрат на транспортування вартість виконання автомобілем даної різниці обертів. Невеликим недоліком є те, що не враховується робота рухомого складу підприємства в останній день збору врожаю. Можлива така ситуація, при якій за перші два дні буде вивезено більшу частину запланованого об'єму вантажу і необхідність в роботі незмінної кількості автомобілів зникне. І тому, щоб уникнути додаткових витрат при не раціональному використанні рухомого парку в останній день збору врожаю, розраховуємо різницю в їздах.

$$Q_{всі дні}^{\phi} = A \cdot n_{об}^m \cdot N_{авто дні} \cdot q_n \cdot \gamma_{ст}. \quad (8)$$

Витрати на експлуатацію додаткового транспорту для підвозу фруктів до навантажувального пункту розраховуємо

$$B_{дт} = B_{трактор} + B_{роб}, \quad (9)$$

де $B_{трактор}$ – витрати на експлуатацію додаткового транспорту, грн.;

$B_{роб}$ – витрати на використання робочої сили при навантаженні, грн.

$$B_{трактор} = B_{1год}^m \cdot T_p^m, \quad (10)$$

де $B_{1год}^m$ – вартість експлуатації 1 години додаткового транспорту, грн.;

T_p^m – час роботи трактора, год.

$$B_{роб} = B_{1год}^{роб} \cdot T_p^p \cdot N_{роб}, \quad (11)$$

де $B_{1год}^{роб}$ – вартість години роботи робітників, грн.;

$N_{роб}$ – кількість робітників, що працюють в саду, осіб,

T_p^p – час роботи робітників, 8 год.

$$N_{роб} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i \cdot Y_i}{D_p \cdot W_{1год} \cdot T_p} \quad (12)$$

де $W_{1год}$ – продуктивність 1 години роботи робітника, т./год.

На основі досліджень отримано всі необхідні вхідні дані для побудови моделі. На основі середніх значень врожайності садів та їх розмірів визначено ймовірний об'єм вантажу, що транспортується. Даний вантаж перевозиться по території України і тому максимальна відстань маршруту становить 800 км. А мінімальний маршрут (в 20 км.) базується на відстані від садів до фруктових підприємств.

Висновки

В результаті проведених досліджень визначено, що розробка та впровадження заходів, щодо підвищення ефективності доставки швидкопсувних сільськогосподарських вантажів за рахунок розробки та застосування раціональних транспортно-технологічних схем є важливим завданням для зниження кінцевої вартості продуктів харчування для населення та розвитку аграрного сектору в Україні.

Запропоновано розглядати три схеми збору та доставки швидкопсувних вантажів на прикладі персиків. Запропоновані схеми необхідно застосовувати при різних відстанях доставки вантажів, та при різних вимогах замовників щодо рівня збереження товарних властивостей швидкопсувних вантажів.

В якості критерія оцінювання доцільності використання запропонованих схем прийнято загальні витрати на доставку вантажу з урахуванням можливих втрат від пошкодження вантажу, на визначений критерій доцільно оцінити вплив таких показників, як обсяг вантажу, що представлений до перевезення та довжина їздки з вантажем.

В подальшому планується проведення експериментальних досліджень з метою визначення зон доцільного використання запропонованих транспортно-технологічних схем доставки при різних умовах щодо рівня збереження вантажів.

Література

1. ФАО. 2019. Положение дел в области продовольствия и сельского хозяйства. Курс на сокращение потерь и порчи продовольствия. Рим [Электронный ресурс] // Положение дел в мире продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций. — Режим доступа : <https://www.fao.org/3/ca6030ru/ca6030ru.pdf> (дата звернення 14.11.2021).
2. Negi S. Transportation lead time in perishable food value chains: an Indian perspective / Negi, S., Wood L.C. // *Int. J. Value Chain Management*. — 2019. — Vol. 10, No. 4. — PP. 290–315. <https://dx.doi.org/10.1504/IJVC.2019.103269>
3. Lacomme P. Supply chain optimization with both production and transportation integration: multiple vehicles for a single perishable product / Lacomme P., Moukrim A., Quilliot A., Vinot M. // *International Journal of Production Research*. — 2018. — 56(12). — PP. 4313–4336. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2018.1431416>
4. Wang X.P. Multi-objective optimization for delivering perishable products with mixed time windows / Wang X.P., Wang M., Ruan J.H., Li Y. // *Advances in Production Engineering & Management*. — 2018. — 13(3). — PP. 321–332. DOI: <http://dx.doi.org/10.14743/apem2018.3.293>
5. Zulvia F.E. A many-objective gradient evolution algorithm for solving a green vehicle routing problem with time windows and time dependency for perishable product / Zulvia F.E., Kuo R.J., Nugroho D.Y. // *Journal of Cleaner Production*. — 2020. — 242. — 118428. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118428>
6. Martínez-Val J.P. Optimization of an Industrial Sector Regulated by an International Treaty. The Case for Transportation of Perishable Foodstuff / Martínez-Val J.P., Ramos A. // *Entropy*. — 2021. — 23(1). — PP. 109–136. DOI: <https://doi.org/10.3390/e23010109>
7. Liu E. Fractal calculus for refrigerated transportation of perishable foods: Energy consumption and energy saving / Liu E., Zhang W., Zheng H., Qian Y., Li W., Zhou N., Feng H. // *Thermal Science*. — 2021. — 25(2B). — PP. 1255–1260. DOI: <http://dx.doi.org/10.2298/TSCI200401020L>
8. Tirkolaee E.B. A robust green traffic-based routing problem for perishable products distribution / Tirkolaee E.B., Hadian S., Weber G.W., Mahdavi I. // *Computational Intelligence*. — 2020. — 36(1). — PP. 80–101. DOI: <https://doi.org/10.1111/coin.12240>
9. Lezama-León E. Editorial for Volume 10 Number 1: Review of heuristic algorithms applied to the solution problem of land transportation of perishable products / Lezama-León E., Lezama-León M., Ruiz-Vanoye J.A., Díaz-Parra O., Barrera-Cámara R.A., Fuentes-Penna A. // *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*. — 2019. — 10(1). — PP. 1–5.
10. Shin M. A two-phased perishable inventory model for production planning in a food industry / Shin M., Lee H., Ryu K., Cho Y., Son Y.J. // *Computers & Industrial Engineering*. — 2019. — 133. — PP. 175–185. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.05.010>
11. Lin X. Reducing unmet demand and spoilage in cut rose logistics: Modeling and control of fast moving perishable goods / Lin X., Negenborn R.R., Duinkerken M.B., Lodewijks G. // *Transportation Research Record*. — 2018. — 2672(9). — PP. 130–140. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0361198118783901>
12. Pal A. A food transportation framework for an efficient and worker-friendly fresh food physical internet / Pal A., Kant K. // *Logistics*. — 2017. — 1(2). — PP. 10–31. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics1020010>
13. Utama D.M. The vehicle routing problem for perishable goods: A systematic review / Utama D.M. et al. // *Cogent Engineering*. — 2020. — 7(1). — 1816148. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1816148>
14. Albrecht W. Coordinating continuous-time distribution and sales planning of perishable goods with quality grades / Albrecht W., Steinrücke M. // *International Journal of Production Research*. — 2018. — 56(7). — PP. 2646–2665. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1384584>

References

1. FAO. 2019. The State of Food and Agriculture. A course for reducing food loss and spoilage. Rome. The State of the World Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/3/ca6030ru/ca6030ru.pdf> [in Russian]
2. Negi, S. and Wood, L.C. (2019). Transportation lead time in perishable food value chains: an Indian perspective. *International Journal of Value Chain Management*, 10, 4, 290–315. DOI: <https://dx.doi.org/10.1504/IJVC.2019.103269>
3. Lacomme, P., Moukrim, A., Quilliot, A., & Vinot, M. (2018). Supply chain optimization with both production and transportation integration: multiple vehicles for a single perishable product. *International Journal of Production Research*, 56(12), 4313–4336. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/00207543.2018.1431416>
4. Wang, X. P., Wang, M., Ruan, J. H., & Li, Y. (2018). Multi-objective optimization for delivering perishable products with mixed time windows. *Advances in Production Engineering & Management*, 13(3), 321–332. DOI: <http://dx.doi.org/10.14743/apem2018.3.293>
5. Zulvia, F.E., Kuo, R.J., & Nugroho, D.Y. (2020). A many-objective gradient evolution algorithm for solving a green vehicle routing problem with time windows and time dependency for perishable products. *Journal of Cleaner Production*, 242, 118428. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118428>
6. Martínez-Val, J.P., & Ramos, A. (2021). Optimization of an Industrial Sector Regulated by an International Treaty. The Case for Transportation of Perishable Foodstuff. *Entropy*, 23(1), 109–136. DOI: <https://doi.org/10.3390/e23010109>
7. Liu, E., Zhang, W., Zheng, H., Qian, Y., Li, W., Zhou, N., & Feng, H. (2021). Fractal calculus for refrigerated transportation of perishable foods: Energy consumption and energy saving. *Thermal Science*, 25(2B), 1255–1260. DOI: <http://dx.doi.org/10.2298/TSCI200401020L>
8. Tirkolaee, E.B., Hadian, S., Weber, G.W., & Mahdavi, I. (2020). A robust green traffic-based routing problem for per-

ishable products distribution. *Computational Intelligence*, 36(1), 80–101. DOI: <https://doi.org/10.1111/coin.12240>

9. Lezama-León, E., Lezama-León, M., Ruiz-Vanoye, J.A., Díaz-Parra, O., Barrera-Cámara, R.A., & Fuentes-Penna, A. (2019). Editorial for Volume 10 Number 1: Review of heuristic algorithms applied to the solution problem of land transportation of perishable products. *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 10(1), 1–5.

10. Shin, M., Lee, H., Ryu, K., Cho, Y., & Son, Y. J. (2019). A two-phased perishable inventory model for production planning in a food industry. *Computers & Industrial Engineering*, 133, 175–185. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.05.010>

11. Lin, X., Negenborn, R.R., Duinkerken, M.B., & Lodewijks, G. (2018). Reducing unmet demand and spoilage in cut rose logistics: Modeling and control of fast moving perishable goods. *Transportation Research Record*, 2672(9), 130–140. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/0361198118783901>

12. Pal, A., & Kant, K. (2017). A food transportation framework for an efficient and worker-friendly fresh food physical internet. *Logistics*, 1(2), 10–31. DOI: <https://doi.org/10.3390/logistics1020010>

13. Utama, D.M., et al. (2020a). The vehicle routing problem for perishable goods: A systematic review. *Cogent Engineering*, 7(1), 1816148. DOI: <https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1816148>

14. Albrecht, W., & Steinrücke, M. (2018). Coordinating continuous-time distribution and sales planning of perishable goods with quality grades. *International Journal of Production Research*, 56(7), 2646–2665. DOI: <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1384584>

Рецензент: д-р техн. наук, професор П.Ф. Горбачов, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна.

Автор: КАЛІНІЧЕНКО Олександр Петрович
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – kttkap@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9024-3668>

IMPROVING THE EFFICIENCY OF DELIVERY OF PERISHABLE AGRICULTURAL CARGO IN INTERCITY TRANSPORTATION

O. Kalinichenko

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

The article analyzes the current state of the theory and practice of solving the issues related to the delivery of perishable goods by road. The author has determined that in order to improve the efficiency of cargo delivery, one of the promising directions is the development and application of transport delivery schemes, which take into account the change in consumer characteristics of perishable goods during transportation. Product losses during transportation must be taken into account when solving such problems as justifying the expediency of specialized rolling stock, choosing the method of transportation without transshipment, as well as when choosing the most rational delivery schemes. Losses of cargo are usually accounted for by the value of the actual losses and the value of the cargo.

The article proposes the use of three schemes for the delivery of perishable cargo. The schemes differ in the way cargo is collected and the way goods are loaded into trucks. Also different are the types of vehicles that can be used in the delivery of goods under different schemes. The first scheme consists of the harvesting of peaches between the rows of the orchard by small tractors. The advantage of this scheme is the possibility of using heavy-duty vehicles with the achievement of maximum use of the capacity factor. Flatbed trucks are used for transportation. As a result of the accumulation of cargo at the point of loading, downtime is reduced by reducing the waiting time of cargo delivery.

The second scheme is the need for in-line loading of vehicles in the fields of enterprises. Prefabricated routes for trucks and direct loading in the field are used. Application of the second scheme excludes the possibility of using heavy transport, because the movement will be made on unpaved roads. The need for in-line loading also eliminates the use of loading and unloading mechanisms. The third delivery scheme is similar to the first, but it is proposed to use specialized vehicles with a refrigerated chamber for transportation.

As criterion of assessment of expediency of use of the offered schemes total expenses for cargo delivery are accepted taking into account possible losses from cargo damage, on the offered criterion it is expedient to estimate influence of such parameters, as volume of the cargo presented for transportation and length of the route.

Keywords: perishable goods, delivery scheme, costs, product quality, routes.