УДК 656.223:135:07 DOI: https://doi.org/10.18664/ikszt.v30i4.351438

Проф. ЛОМОТЬКО Д. В.,
доц. АРСЕНЕНКО Д. В.,
асп. АБОЛОНІН А. І., КОФАНОВ О. В.
Український державний університет залізничного транспорту

Удосконалення технології доставлення термінових вантажів і багажу залізничним транспортом

Анотація. У статті розглянуто проблеми організації доставлення термінових вантажів і багажу на залізничному транспорті України. Проаналізовано сучасний стан пасажирських перевезень і якість сервісного обслуговування на прикладі роботи вокзалу пасажирської станції Х. Встановлено основні недоліки існуючої системи обробки багажу та вантажобагажу. Запропоновано удосконалену технологію трансферу багажу з використанням досвіду авіаційного транспорту і логістичних операторів. Обґрунтовано доцільність впровадження автоматизованих поштоматів для обробки термінових відправлень. Розраховано необхідну кількість комірок поштоматів і TVM-автоматів для продажу квитків на основі аналізу пасажиропотоків. Проведено техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів, яке підтвердило їхню економічну доцільність із терміном окупності два роки.

Ключові слова: залізничний транспорт, пасажирські перевезення, багаж, вантажобагаж, поштомат, транспортні технології, сервісне обслуговування, автоматизація.

Вступ.

Сучасні умови експлуатації вітчизняних залізниць демонструють, що пасажирські перевезення залишаються одним з основних напрямів діяльності, забезпечуючи потреби населення не лише в пересуванні, але і перевезенні багажу та вантажобагажу [1]. Проте деякі напрямки залізничних пасажирських перевезень мають збитковий характер, що обумовлено застарілим технічним оснащенням, недостатнім фінансуванням і низькою якістю обслуговування.

Актуальність дослідження підтверджена тим, що пасажирські перевезення залізничним транспортом на сьогодні є збитковою сферою діяльності через низький рівень доходів, відсутність достатніх інвестиційних ресурсів і неефективну систему організації [2]. Залучення нових клієнтів непільгових категорій може допомогти збільшити дохід у напрямі пасажирських перевезень. Для цього необхідно підвищити зацікавленість населення користуватися залізничним транспортом.

Розширення та покращення якості транспортних послуг є невід'ємною складовою підвищення конкурентоспроможності та рентабельності залізничного транспорту [3]. У цьому сенсі розвиток послуг із доставлення термінових вантажів і багажу залізничним транспортом є актуальним і затребуваним населенням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питаннями пасажирських перевезень і підвищення рівня сервісу займаються науковці Красноштан А. М., Бутько Т. В., Панченко С. В., Прохорченко А. В. та інші [4-8]. У роботі [6] запропоновано методи удосконалення технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю автотранспорту через узгодження графіків руху. У дослідженні [9] розглянуто необхідність підвищення ефективності роботи залізниць через вдосконалення технології обробки та перевезення вантажів, багажу та пошти.

Аналіз наукових праць показує, що основну увагу приділяють загальним питанням організації пасажирських перевезень, тоді як технологічні аспекти обробки термінових вантажів і багажу з використанням сучасних автоматизованих систем висвітлені недостатньо.

Мета роботи полягає в удосконаленні сервісу пасажирських перевезень за рахунок впровадження технології трансферу термінових вантажів і багажу у поїздах Intercity з використанням автоматизованих поштоматів і TVM-автоматів.

Методика дослідження.

Під час дослідження використовували методи, характерні для транспортних технологій. Первинні методи включали збір інформації про роботу залізничного вокзалу та багажного відділення,

© ЛОМОТЬКО Д. В., АРСЕНЕНКО Д. В., АБОЛОНІН А. І., КОФАНОВ О. В. 2025

вивчення технологічного процесу, аналіз нормативних актів [2, 3].

Для обробки даних застосовували вторинні методи: аналіз кількості перевезених пасажирів за 2023-2025 роки пасажирської станції X, аналіз погодинного коливання пасажиропотоків, оцінювання якості надання послуг. Метод порівняння використано для вибору оптимального методу автоматизації роботи багажного відділення. Необхідну кількість комірок поштоматів розраховували на основі теорії систем масового обслуговування за формулою Ерланга

$$E_C = (m, A) = \frac{\frac{A^m}{m!}}{\frac{A^m}{m!} + (1 - \frac{A}{m}) \sum_{k=0}^{m-1} \frac{A^k}{k!}}, \quad (1)$$

де m – кількість комірок поштомата;

A – навантаження на багажне відділення відповідно до закону Ерланга,

$$A = T_S \lambda, \quad (2)$$

де T_S – середній час обробки запиту, хв;

λ – кількість запитів за одиницю часу, од/хв.

Результати дослідження. Аналіз пасажиропотоків станції X показав, що математичне очікування середньодобової кількості пасажирів транспортно-пересадочного вузла (ТПВ) станції X у приміському сполученні складає 7865 пас/доба, а в далекому сполученні – 8147 пас/доба (без евакуаційних поїздів). Коефіцієнти варіації показників склали відповідно 0,3644 і 0,3326, що свідчить про відносну стабільність пасажиропотоку та його середню внутрішньорічну нерівномірність.

Аналіз погодинного коливання показав, що найінтенсивніший пасажиропотік із прибуття припадає на ранковий час із 5:00 до 11:00, максимум – 105 пасажирів – о 6:00. Із відправлення пік спостерігають у вечірній час із 17:00 до 22:00.

Аналіз роботи логістичних операторів показав, що лідером ринку доставлення є «Нова Пошта» із понад 5000 відділень. Основними трендами ринку є:

- зростання e-commerce до 21 % роздрібної торгівлі до кінця 2025 року;
- регіональна експансія;
- розширення фулфілмент-сервісів;
- цифровізація логістики;
- широка автоматизація процесів.

Порівняльний аналіз тарифів показав, що найдешевше доставлення в «Укрпошти» (≈55 грн за відправлення до 2 кг), найшвидша – у «Нової Пошти» (один-два дні). Середній тариф встановлено на рівні 80 грн з урахуванням конкуренції.

Удосконалену технологію обробки багажу запропоновано на основі досвіду авіаційного транспорту з технологією трансферу багажу для міжнародних і внутрішньодержавних перевезень. Структурно-логічну схему обробки багажу (термінових вантажів) після прибуття на кінцеву станцію або станцію пересадки у випадку сканування та перевірки багажу під час перевантаження з вагона на засоби механізації наведено на рисунку.

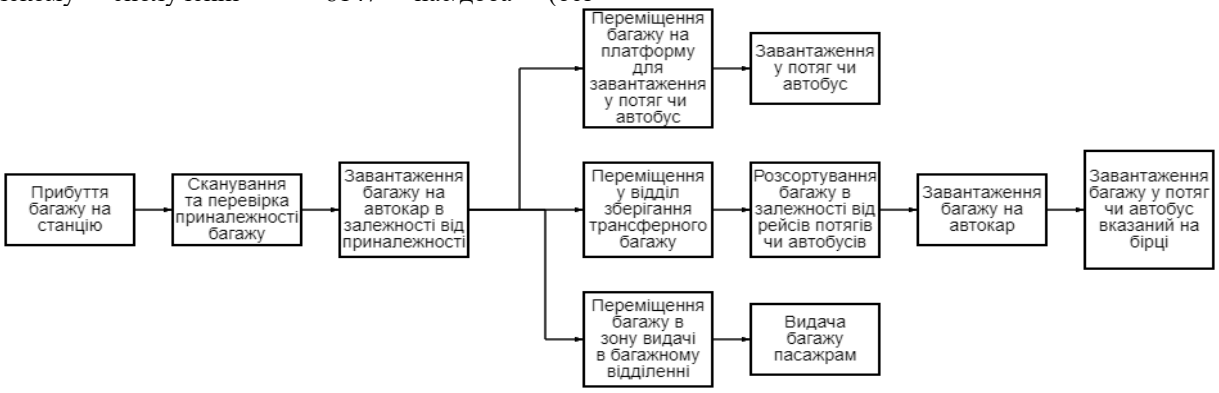

Рис. Структурно-логічна схема обробки багажу (термінового вантажу) у випадку сканування та перевірки багажу

Основні етапи обробки багажу (термінового вантажу) включають:

1. Приймання багажу (термінового вантажу) від пасажира з оформленням трансферної бирки.
2. Завантаження у спеціалізований поштомат у багажному відсіку поїзда.
3. Транспортування до станції пересадки.
4. Автоматизована ідентифікація та перевантаження.
5. Доставлення до пункту призначення.
6. Видача пасажиру через поштомат або доставлення оператором.

Запропоновано використання мобільних поштоматів Loko моделі Logis 17 із 17 комірками (розмір 2050×1000×500 мм) безпосередньо в багажних

відсіках швидкісних поїздів ЕКр1 «Тарпан» і HRCS2 «Hyundai».

Розрахунок необхідної кількості комірок поштоматів на маршруті від станції Х до станції К. Вихідні дані для розрахунку:

- максимальна кількість пасажирів за годину: 105 осіб;
- частка пасажирів із багажем: 10 %;
- середній час обробки: 240 с;
- допустимий час очікування: 7 с;
- відсоток заявок у межах норми: 85 %.

За результатами розрахунків за формулами (1), (2) із використанням онлайн-сервісу [7] визначено, що максимально необхідна кількість комірок поштомата становить 13 одиниць у піковий час (6:00). Розподіл за годинами доби наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Необхідна кількість комірок поштомата

Години	**Після прибуття**	**Після відправлення**	**Разом**
0:00	2	5	7
6:00	10	3	13
11:00	4	6	10
17:00	4	4	8
22:00	4	8	12

Кількість TVM-автоматів для продажу квитків та оплати послуги з термінового доставлення багажу (вантажу) розрахована за формулою

$$n = \frac{\lambda t_{обсл.}\left[1+\sqrt{1+\frac{4}{\lambda\left(\mathrm{T}-t_{обсл.}\right)}}\right]}{2}, \quad (3)$$

де λ – інтенсивність вхідного потоку пасажирів вокзалу, осіб/хв;

$t_{обсл.}$ – середній час, який витрачають на обслуговування одного пасажира, с;

Т – максимально припустимий час знаходження пасажира в черзі, Т ≤ 10 хв.

Вихідні дані:

- інтенсивність потоку: λ = 4,55 пас/хв;
- час обслуговування: t_обсл = 110 с = 1,83 хв;
- максимальний час очікування: Т = 10 хв;
- коефіцієнт нерівномірності: K_н = 2,82.

Результат розрахунку показав, що оптимальним є n = 5 од. Отже, пропонуємо розмістити 5 TVM-автоматів у місцях масового проходження пасажирів у головному залі вокзалу. Це дасть змогу скоротити кількість традиційних квиткових кас із 20 до 9.

Техніко-економічне обґрунтування. Економічна ефективність проєкту розрахована на основі показників, наведених у табл. 2.

Вихідні дані для розрахунку

Показник	Значення
Вартість поштомата Loko Logis 17	290 795 грн
Підготовлення місця	15 000 грн
Монтаж і налагодження	30 000 грн

Транспортні витрати	3 300 грн
Разом капітальні витрати	339 095 грн
Витрати на експлуатацію	139 982 грн/р.
Економія ФОП	326 040 грн/р.
Дохід від послуг (365 × 80 грн × 13 комірок)	379 600 грн/р.

Коефіцієнти приведення до розрахункового року розраховані за формулою

$$a_t = \left(\frac{1+E}{1+I+R}\right)^{t_p - t_k}, \quad (4)$$

де E = 0,13 (ставка депозиту);
I = 0,09 (інфляція);
R = 0,02 (ризик).

Результати розрахунку економічного ефекту наведено в табл. 3.

Економічний ефект від впровадження проєкту

Рік	Капітальні витрати, грн	Економія, грн	Додаткові витрати, грн	Дохід, грн	Коефіцієнт приведення	Ефект, грн	Наростаючим підсумком, грн
I	339 095	326 040	139 982	379 600	1,074	-120 864	-120 864
II	-	326 040	139 982	379 600	1,055	239 032	118 168
III	-	326 040	139 982	379 600	1,036	234 801	352 969
IV	-	326 040	139 982	379 600	1,018	230 645	583 614
V	-	326 040	139 982	379 600	1,000	226 563	810 177

Запропонована технологія доставлення термінових вантажів і багажу має ряд переваг порівняно з існуючою системою:

1.Підвищення швидкості обробки. Використання автоматизованих поштоматів дає змогу скоротити час на приймання та видачу багажу з 3 до 1 хв.

2.Покращення якості сервісу. Пасажири отримують можливість цілодобового доступу до своїх відправлень без очікування в чергах.

3.Зменшення втрат багажу. Автоматизована система обліку з QR-кодуванням мінімізує ризик втрати або помилкової видачі багажу.

4.Економічна ефективність. Термін окупності проєкту становить два роки, сумарний економічний ефект за п’ять років – 810 177 грн.

5.Конкурентоспроможність. Середній тариф 80 грн конкурентний порівняно з «Новою Поштою» (85 грн за доставлення аналогічним напрямком) за швидшого доставлення залізницею на довгі відстані.

Порівняння з досвідом інших країн показує, що аналогічні системи успішно функціонують на залізницях Німеччини, Франції та Японії [11]. Особливістю запропонованої технології є адаптація до умов швидкісних поїздів з обмеженим багажним простором.

Обмеженням дослідження є те, що розрахунки виконані для однієї станції. Для масштабування на мережу необхідне додаткове дослідження особливостей різних типів станцій і напрямків руху.

Висновки. Проведений аналіз показав, що існуюча система обробки багажу на залізничному транспорті України має значні недоліки: застаріле обладнання, ручна праця, відсутність автоматизації і трекінгу.

1. Запропоновано удосконалену технологію трансферу термінових вантажів і багажу з використанням мобільних поштоматів у складі швидкісних поїздів, що дає змогу підвищити швидкість обробки та якість сервісу.

2. На основі аналізу пасажиропотоків визначено, що для станції X необхідно 13 комірок поштомата і 5 TVM-автоматів для забезпечення належного рівня обслуговування.

3. Техніко-економічні розрахунки підтвердили доцільність впровадження проєкту з терміном окупності два роки та сумарним економічним ефектом 810 177 грн за п’ять років експлуатації.

4. Впровадження запропонованої технології дасть змогу підвищити конкурентоспроможність залізничного транспорту на ринку експрес-доставлення та залучити додаткових клієнтів.

Перспективи подальших досліджень включають розроблення алгоритмів оптимізації розміщення поштоматів на мережі залізниць і створення єдиної цифрової платформи для управління доставленням термінових відправлень.

Список використаних джерел

1. Ломотько Д. В., Анісімова В. С. Формування інноваційної технології обробки багажу на залізничному транспорті. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті.* 2021. № 3 (додаток). С. 29-31.
2. Про затвердження правил перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України: Наказ Міністерства транспорту та зв'язку України від 09.04.2019 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0310-07.
3. Про порядок обслуговування громадян залізничним транспортом: Постанова Кабінету Міністрів України від 19.03.1997 р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/252-97-п.
4. Ломотько Д. В., Філіпський О. В., Кравченко Д. М. Удосконалення роботи транспортно-пересадочних вузлів під час мультимодальних пасажирських перевезень за участю залізниць та автотранспорту. *Наукові праці ВНТУ*. 2019. № 4. URL: https://praci.vntu.edu.ua/index.php/praci/article/view/579/549.
5. Формування узгодженого графіку руху для мультимодальних пасажирських перевезень за участю залізничного транспорту / Д. В. Ломотько, О. В. Філіпський, М. Д. Ломотько, О. М. Красноштан. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. 2019. № 2(135). С. 49-58. DOI: 10.18664/ikszt.v0i2.164954
6. Ломотько Д. В., Даценко Г. Г. Аналіз рівня сервісу в умовах транспортно-пересадочних вузлів на високошвидкісних залізничних магістралях. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 161. С. 25-35.
7. Удосконалення технології і умов перевезення багажу та поштових відправлень залізницею / С. В. Панченко та ін. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп*. Харків: УкрДУЗТ, 2016. Вип. 159. С. 10-16.
8. Вернигора Р. В. Мультимодальні перевезення як базовий сегмент транзитного потенціалу України. *Збірник наукових праць ДНУЗТ*. Дніпро, 2017. Вип. 14. С. 20-29.
9. Обухова А. Л., Мар'юшкіна Є. Ю. Удосконалення технології обслуговування вантажобагажів при здійсненні швидкісного руху. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.* Харків: УкрДУЗТ, 2015. Вип. 154. С. 29-33.
10. Прохорченко А. В., Паламарчук В. В. Удосконалення системи орієнтування пасажирів на залізничних вокзалах України в умовах упровадження швидкісного руху пасажирських поїздів. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп*. Харків: УкрДУЗТ, 2017. Вип. 169. С. 213-224.
11. Погоріла Ю. В. Інформаційно-комунікативна діяльність підприємств поштового зв'язку України. *Вісник студентського наукового товариства ДонНУ імені Василя Стуса*. 2020. Т. 2, № 12. С. 45-49.
12. Компанія HOLD. Офіційний сайт. URL: https://hold.com.ua/ua/loko-logis-26-1.

Prof. Lomotko D. V., Assoc. Professor
Arsenenko D. V., postgraduate students Abolonin A. I., Kofanov O. V.
Ukrainian State University of Railway Transport

IMPROVEMENT OF TECHNOLOGY FOR DELIVERY OF URGENT CARGO AND BAGGAGE BY RAIL TRANSPORT

Abstract. The article considers problems of organizing delivery of urgent cargo and baggage by railway transport in Ukraine. The current state of passenger transportation and quality of service at station X terminal has been analyzed. Main shortcomings of existing baggage handling system have been identified. An improved baggage transfer technology using aviation transport experience and logistics operators practices has been proposed. An analysis of scientific works shows that the

main attention is paid to general issues of organizing passenger transportation, while the technological aspects of processing urgent cargo and baggage using modern automated systems are not sufficiently covered.
The feasibility of implementing automated parcel lockers for processing urgent shipments has been substantiated. Calculations of required number of locker cells and TVM ticket vending machines based on passenger flow analysis have been performed. Technical and economic justification of proposed measures confirmed their economic feasibility with 2-year payback period.
Secondary methods were used for data processing: analysis of the number of passengers transported for 2023-2025 at passenger station X, analysis of hourly fluctuations in passenger flows, assessment of the quality of service provision. The comparison method was used to select the optimal method for automating the operation of the baggage compartment. The calculation of the required number of mailboxes was performed based on the theory of mass service systems using the Erlang formula.
The implementation of the proposed technology will increase the competitiveness of rail transport in the express delivery market and attract additional customers. Prospects for further research include the development of algorithms for optimizing the placement of post offices on the railway network and the creation of a single digital platform for managing the delivery of urgent shipments.
Keywords: railway transport, passenger transportation, baggage, cargo, parcel locker, transport technologies, service, automation.

Ломотько Денис Вікторович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем та логістики, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна. E-mail: den@kart.edu.ua. ORCID iD: https://orcid.org/0000-0002-7624-2925.
Арсененко Данило Володимирович, кандидат технічних наук, кафедра транспортних систем та логістики, Український державний університет залізничного транспорту, Харків, Україна. E-mail: arsenenko.danil@kart.edu.ua. ORCID iD: https://orcid.org/0000-0001-7757-8706.
Аболонін Андрій Ігорович, аспірант кафедри транспортних систем та логістики, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: abloshas@gmail.com. ORCID iD: 0009-0009-5999-8382.
Кофанов Олександр Володимирович, аспірант кафедри управління експлуатаційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. E-mail: alex.vonafo@gmail.com. ORCID iD: 0009-0005-3277-3731.

Lomotko Denis, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Transport Systems and Logistics, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: den@kart.edu.ua. ORCID iD: https://orcid.org/0000-0002-7624-2925.
Arsenenko Danylo, Candidate of Technical Sciences, Department of Transport Systems and Logistics, Ukrainian State University of Railway Transport, Kharkiv, Ukraine. E-mail: arsenenko.danil@kart.edu.ua. ORCID iD: https://orcid.org/0000-0001-7757-8706.
Abolonin Andriy, Postgraduate Student, Department of Transport Systems and Logistics, Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: abloshas@gmail.com. ORCID iD: 0009-0009-5999-8382.
Kofanov Oleksandr, postgraduate student of the Department of Operational Management of the Ukrainian State University of Railway Transport. E-mail: alex.vonafo@gmail.com. ORCID iD: 0009-0005-3277-37