

УДК 656.223: 658.75

## ФОРМУВАННЯ ТЕРМІНАЛЬНОЇ СИСТЕМИ РОЗПОДІЛУ ТОВАРІВ У РАЗІ ЇХ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ЗАЛІЗНИЦЕЮ

Д-р техн. наук Д. В. Ломотко, канд. техн. наук В. М. Ільчишин,  
д-р філос. М. Д. Ломотко, асп. Д. В. Кудряшов

## FORMATION A TERMINAL SYSTEM FOR DISTRIBUTION OF GOODS WHEN TRANSPORTED BY RAILWAY

Dr. Sc. (Tech.) D. V. Lomotko, Cand. Tech. Sc. V. M. Ilchyshyn,  
PhD M. D. Lomotko, Postgraduate Student D. V. Kudryashov

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.210.2024.320854>



**Анотація.** Запропоновано в основу автоматизованої системи розподілу замовлень на перевезення товарів покласти логістичні ланцюги між постачальником і отримувачем. Встановлено, що за сучасних умов в Україні особливістю такого ланцюга є відсутність інформаційного зв'язку між постачальником і отримувачем, а попередніх фінансових потоків може бути взагалі не передбачено. Ця принципова відмінність автоматизованої системи розподілу замовлень на перевезення вантажів за участю залізниць вплинула на перелік завдань і структуру запропонованої системи з елементами інтелектуальної підтримки ухвалення рішень. Прикладна цінність отриманих результатів полягає в їх пристосуванні до складних умов нашої країни, яка перебуває у стані війни.

**Ключові слова:** автоматизована система, розподіл вантажів, інформаційне забезпечення, розподільчий термінал, залізничні перевезення.

**Abstract.** It is proposed to base the automated system for distributing orders for the transportation of goods on the basis of logistics chains between the supplier and the recipient. It is established that in modern conditions of Ukraine, the peculiarity of such a chain is the lack of information communication between the supplier and the recipient, and previous financial flows may not be provided at all. This is a fundamental difference of the automated system for distributing orders for the transportation of goods with the participation of railways, which influenced the list of tasks and the structure of the proposed system with elements of intellectual support for decision-making.

The basis of the molding is an automated system for supporting the adoption of logistics solutions for the distribution of goods (ASPRT) when transported goods are accepted by logistics postmasters - separate terminals - pick-ups. Possible methods and standard types of similar automated systems have been analyzed. It has been established that the usefulness of such a lancet is the practicality of the direct information connection between the postal operator and the returner; the return connection can only be realized for a fee information flows to a separate terminal.

The directions are molded by ASPRT as a sophisticated system with elements of intelligent decision-making by the personnel of the distribution terminal. Decisions about the nature of the division are to be taken as a result of a formalized optimization task to ensure the level of corollary effect of the use of goods as a material resource for a co-worker. The practical value of obtaining the results lies with the creators of the ASPRT when transporting goods through the warehouse, where the separate terminal plays a central role in the logistics relationship between the postal operator and the transporter who transports Their quick adaptation to the modern minds in which our country

*lives. The applied value of the obtained results lies in their adaptation to the modern difficult conditions of our country, which is in a state of war.*

**Key words:** *automated system, cargo distribution, information support, distribution terminal, railway transportation.*

**Вступ.** Сучасні умови ставлять нові складні завдання перед структурами, що виконують для економіки країни логістичні функції постачання та розподілу замовлень на перевезення матеріальних ресурсів. Завдання організації процесу розподілу товарів є складним для автоматизації, оскільки потребує врахування багатьох факторів, що істотно впливають на ці процеси і їхні технічні і якісні показники.

Світовий досвід показує, що ефективні системи доставлення вантажів базовані на врахуванні особливостей використання логістичних технологій у відповідних ланцюгах постачання та ефективному попередньому етапі розподілу заявок на перевезення. Подібні системи спрямовані на автоматизацію процесів управління матеріальними та інформаційними потоками на шляху прямування від виробників до споживачів.

Сучасною тенденцією є той факт, що інформаційне забезпечення у процесі перевезення і розподілу товарів повинно мати не тільки традиційні функції таких систем, але й забезпечувати по можливості реалізацію логістичних підходів «точно у строк» з елементами інтелектуального оцінювання результатів виконання розподілу матеріального ресурсу. Це особливо важливо для систем розподілу, у яких вантажний розподільчий термінал відіграє головну роль у логістичному ланцюжку забезпечення між постачальником і одержувачем.

**Постановка проблеми.** Роль складського терміналу з кожним роком стає все більш значущою у виробничому циклі будь-якої установи. Уже традиційні для умов ринку та принципово нові виклики, з якими стикається наша держава сьогодні, додали своїх особливостей до формування систем постачання і розподілу матеріальних

ресурсів. Актуальним зараз стає завдання створення систем розподілу масових товарів і гуманітарної допомоги, де роль терміналу висока, адже він відіграє головну роль у логістичному ланцюзі між постачальником і отримувачем.

«Вантаж – матеріальні цінності, які перевозять залізничним транспортом у спеціально призначеному для цього вантажному рухомому складі» [1]. Ці особливості, вочевидь, має враховувати пропонована термінальна автоматизована система підтримки ухвалення логістичних рішень щодо розподілу товарів (АСПРТ), яку розглянуто на прикладі транспортування вантажів за участю залізниці.

**Метою роботи** є дослідження сучасних аналогів АСПРТ, аналіз факторів, що впливають на процеси автоматизованого управління та розподілу товарів на прикладі доставлення залізницею. Об'єктом дослідження є АСПРТ на прикладі залізничного транспорту з елементами СППР. Предметом дослідження є сукупність автоматизованих систем і систем управління базами даних для організації управління, а також постачальники, отримувачі, термінали як суб'єкти розподілу матеріального ресурсу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теоретичні дослідження базовані на формуванні ефективних класичних каналів розподілу від дилерів і дистриб'юторів до споживача, які необхідно формалізувати. Доведено, що проблема удосконалення системи доставлення продукції залізничним транспортом має бути базована на формуванні ефективних каналів розподілу, що є однією з основних проблем автоматизації такої діяльності підприємства [2].

Виявлення основних варіантів інформаційного обміну в логістичних каналах розподілу [3] має враховувати кількість, можливі типи та ролі учасників, їхній статус і пріоритети в обслуговуванні [4]. З цих причин традиційно процес

створення АСПРТ починається з етапів формування карти матеріальних і супутніх інформаційних потоків. Зокрема, аналітичний підхід передбачає створення клієнт-орієнтованої системи [5] (рис. 1).

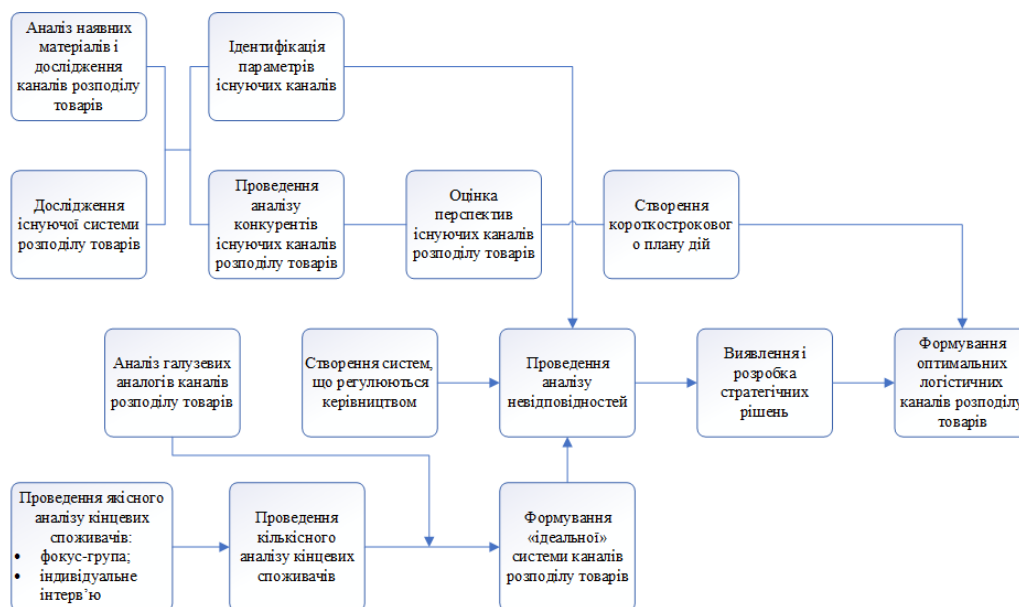


Рис. 1. Структурна схема аналітичного підходу для розроблення традиційних клієнт-орієнтованих систем розподілу товарів

Сучасні АСПРТ можуть використовувати різні процедури та математичне забезпечення. У роботі [6] досліджено роль блокчейну в зменшенні впливу перешкод для управління ланцюгом поставок (SCM) за допомогою переваг блокчейну в системах ухвалення рішень. Результати цього дослідження свідчать про те, що міжорганізаційні перешкоди у формуванні АСПРТ є найбільш прийнятними, вплив яких блокчейн може пом'якшити.

Проблеми формування АСПРТ для гуманітарної допомоги особливо актуальні для дослідження ланцюга поставок SCM під час і після спалахів пандемії COVID-19, уведення воєнного стану або під час стихійних лих. У дослідженнях [7, 8] наведений змістовий огляд найкращих джерел про статті SCM. Автори вирішили три основні цілі: дослідити документи,

опубліковані у сфері гуманітарної логістики та ланцюга поставок; визначили особливості в гуманітарній логістиці та ланцюгу поставок, критичний огляд досліджень, опублікованих стосовно HSC до, під час і після пандемії COVID-19.

У статті [9] досліджено взаємозв'язки між корпоративною соціальною відповідальністю і краудфандингом у контексті операцій із ліквідації наслідків стихійних лих за формування SCM. Автори дослідити, як якість інформації пом'якшує взаємозв'язок системи постачання товарів, зокрема гуманітарної допомоги, і краудфандингу для досягнення фінансової та соціальної стабільності. Дослідження також стосується таких факторів, як тип стихійного лиха, розмір фірми-постачальника та сектор, до якого належать ці фірми, а також можливі наслідки лиха. На

жаль, дослідження не має прикладного результату про перевезення залізничним транспортом.

Технологія індустрії 4.0 для логістичних процесів отримала назву Logistics 4.0. Дослідження [10, 11] мають на меті створити концепт моделі АСПРТ, а також основу архітектури її побудови на елементах концепції Logistics 4.0 у виробничих компаніях. Дослідження засноване на емпіричних даних в індійському контексті, що відбиває його певні особливості. Інший підхід запропонований у роботах [12, 14]. Концептуально в АСПРТ запропоновано формалізувати відносини між людиною і штучними автономними агентами в процесі ухвалення рішень про розподіл товару з точки зору агентної теорії та операційного менеджменту.

Необхідною умовою для створення та ефективного функціонування АСПРТ є організація своєчасної інформаційної підтримки всіх учасників процесу розподілу ресурсу. Такий підхід, притаманний логістичним принципам побудови системи розподілу, часто використовують у різних сферах економічної діяльності, зокрема на транспорті [14] і промислових підприємствах [15]. Наукові підходи для формування ефективних систем розподілу обмеженого ресурсу в цих роботах запропоновані на базі систем підтримки ухвалення рішень оперативного персоналу. По суті пропонується розподілену систему управління базами даних, де технологічне рішення про розподіл ресурсу ухвалює оператор з урахуванням «підказки», формованої за правилами нечіткої логіки. Детально розглянуто проблему побудови автоматизованих систем на базі нечіткого і нейрон-нечіткого моделювання в роботі [16]. Матеріал заснований на нових результатах у цій галузі, проілюстрований численними прикладами. Такий підхід є сучасним трендом і може бути використаний для формування елементів системи підтримки ухвалення рішень у АСПРТ.

Проте програмна частина АСПРТ має забезпечувати мобільність і функціональність шляхом взаємодії з терміналами збору даних у режимі реального часу. Можливість доступу оператора до актуальної та достовірної інформації є дуже важливою в процесі розподілу товарів. Оснащеність таких сучасних пристроїв процесором, вбудованою пам'яттю, сканером і власною операційною системою дає змогу не тільки збирати інформацію про товари, а і вирішувати вагомі завдання обліку та контролю руху товару. Пристрої мають кілька інтерфейсів передавання даних (Wi-Fi, Bluetooth, WLAN, Ethernet, GSM) із можливістю зчитування RFID-міток. Світовий досвід застосування деяких стандартів [3, 17] показує, що з використанням цих пристроїв можна перейти на вищий якісний рівень від традиційної АСПРТ до інтелектуальної системи з використанням елементів когнітивних технологій.

**Основна частина.** Розроблення спеціалізованих АСПРТ сьогодні постійно розширюється, функціонал систем управління стає все більш складним, у тому числі для вже наявних програмних продуктів. В основу АСПРТ запропоновано покласти систему управління терміналом, оскільки через специфіку товару, що розподіляють, саме термінал виступає єдиною ланкою, що зв'язує всі наявні інформаційні потоки. Проаналізувавши особливості функціонування АСПРТ, автори дійшли висновку про необхідність поєднання можливих наступних ідеологій побудови СППР, яка б забезпечувала ефективну організацію та своєчасну інформаційну підтримку всіх учасників процесу розподілу наявних ресурсів:

- облікова система управління (ОСУ) дає змогу автоматизувати процеси приймання та відвантаження товару, пересування товару на терміналі та звичайно використовується за невеликих обсягів матеріального ресурсу та

інформації. Головна особливість – тільки фіксація рішення, яке ухвалює людина, а необхідної для користувача функціональності досягають написанням програмного коду. Недоліком такої системи є істотний вплив людського фактора, який є обмеженням для використання подібних систем на великих складах із великим потоком товарів. Іншою проблемою є те, що управлінські завдання ці системи майже не вирішують;

- Warehouse Management System. WMS-система забезпечує комплексний підхід для автоматизації процесів розподілу ресурсу на терміналі. Ці системи засновані на автоматизації бізнес-процесів, тому легко інтегровані до систем управління підприємством (SAP, Oracle, 1C, Microsoft Dynamics) за стандартними протоколами обміну. Гнучкості системи досягають шляхом адаптації функціональності з налаштуванням системи та незначним дописуванням програмного коду. При цьому існує можливість виключення людського фактора з технологічного процесу, що дає змогу ухвалювати ефективні управлінські рішення з розміщення та сортування товару в терміналі. Це усуває можливі помилки, дає можливість виконання завдань із мінімальною кількістю переміщень і заданими пріоритетами, але потребує високоякісної підсистеми ідентифікації одиниць товару за всією номенклатурою;

- Enterprise Resource Planning System. Використання ERP-систем дає змогу комплексно вирішити завдання автоматизації терміналу та передбачає можливість управління збутом і розподілом товару, тобто автоматизація може охоплювати всі ланки операцій із ним. ERP-системи часто застосовують як логістичні модулі глобальних систем. Перевагою є те, що вони дають змогу отримати будь-яку потрібну інформацію, а за рахунок високого ступеня розподілу системи надійні і стійкі. Недоліком є відносно висока вартість розроблення та впровадження цієї системи,

крім того, вони зазвичай негнучкі, складні в налаштуванні та дуже ресурсовитратні;

- Supervisory Control And Data Acquisition. SCADA-ідеологію побудовано на принципах диспетчерського управління і збору даних. Система призначена забезпечити роботу в реальному часі систем збору, обробки, відображення і архівації інформації про об'єкт управління. Отже, SCADA-системи використовують у тих випадках, коли необхідно забезпечити контроль з боку оперативного працівника за технологічними процесами в реальному часі.

Основою АСПРТ за участю залізниці є певні логістичні ланцюги між постачальником і отримувачем. Особливістю такого ланцюга в умовах воєнного стану, на відміну від традиційної системи постачання та розподілу товарів, є те, що між постачальником і отримувачем можуть бути відсутні безпосередні цивільно-правові зв'язки – договори постачання. Як наслідок, між постачальником і отримувачем відсутня частка традиційних інформаційних потоків, а в процесі доставлення гуманітарної допомоги взагалі не передбачено фінансових потоків. Це є принциповою відмінністю АСПРТ від інших аналогічних, що істотно вплинуло на перелік завдань для запропонованої системи доставлення за участю залізниць.

Передбачено, що АСПРТ за участю залізниць має виконувати такі укрупнені функції:

- автоматизувати оперативний (щодобовий, щозмінний) облік товарів, що поступає, розподіл по терміналах, місцезнаходження матеріальних цінностей по місцях зберігання та видавання за кожним постачальником, отримувачем і видом номенклатури обліку;

- забезпечити достовірну інформацію про залишки товару на зберіганні та у процесі обробки на терміналі в розрізі партій (окремо з надходження та видавання);

- забезпечити оперативний контроль за дотриманням балансу кількості товару в терміналі за кожним видом номенклатури

обліку відповідно до заздалегідь заданих критеріїв балансу з можливістю оперативного замовлення позицій, кількість одиниць яких нижче заданого рівня. В останньому випадку формування партії вантажу кожному отримувачу здійснюватиметься в порядку заздалегідь призначених пріоритетів, категорій (лікарні, дитячі заклади, установи харчування тощо) і необхідності залучення спеціалізованого рухомого складу (ізотермічні вагони, цистерни для перевезення газів під тиском тощо);

- забезпечити інформацію про планові терміни надходження партій товарів до розподільчого терміналу за кожним постачальником і видом номенклатури обліку;
- організувати контроль відповідності термінів надходження товарів, обробки і сортування в терміналі та можливого раннього терміну видавання отримувачам на підставі нормативного та прогнозного часу на виконання операцій;
- забезпечити комплектування партій вантажу на підставі замовлень отримувачів

із наявних позицій номенклатури обліку з оцінюванням масогабаритних характеристик сформованої партії (для оцінювання витрат праці та необхідних характеристик автомобільного або залізничного рухомого складу);

- автоматизувати облік витрат на утримання товарів у терміналі.

Розроблення структури блоків інформаційного забезпечення АСПРТ на прикладі доставлення залізницею запропоновано виконати виходячи з даних про матеріальний потік, постачальника, отримувача (з пріоритетами в обслуговуванні або без них) і технологічних можливостей розподільчого терміналу. Структурну схему інформаційного забезпечення модуля розподілу замовлення та розподілу товарів за участю залізниці наведено на рис. 2. Цей підхід забезпечує комплексний та ефективний підхід для організації розподілу товарів у разі перевезення їх залізничним транспортом.

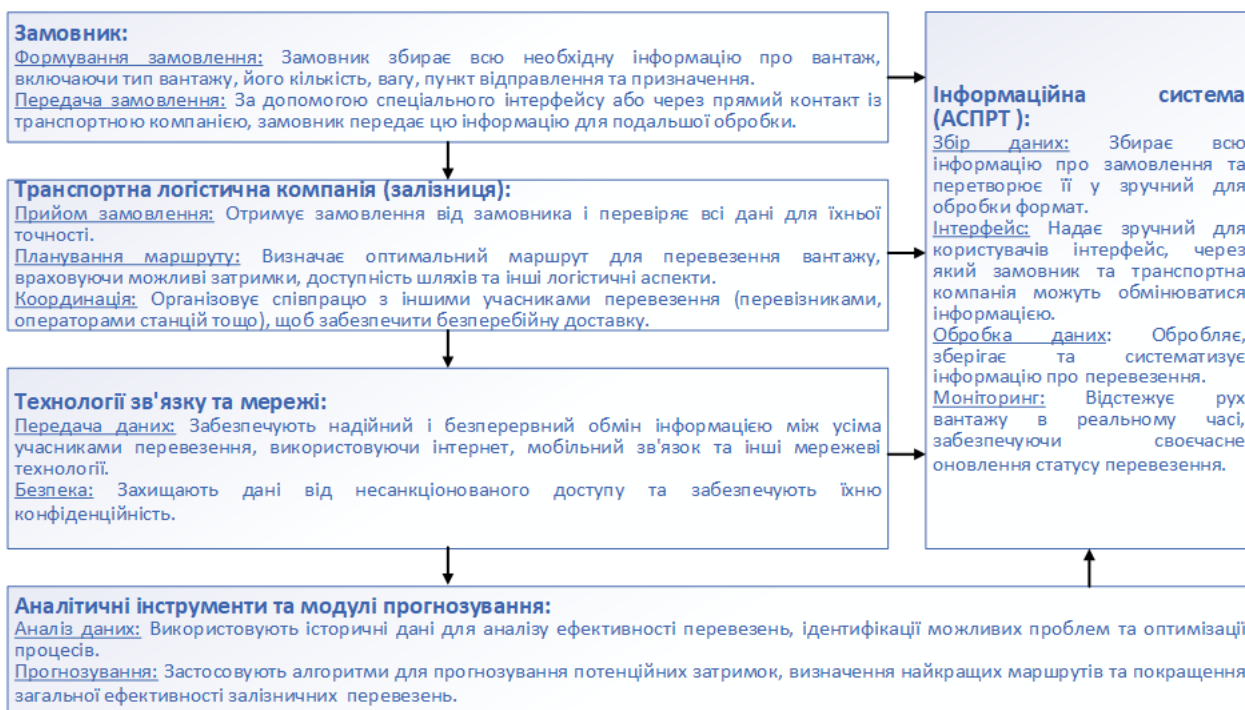


Рис. 2. Структурна схема інформаційного забезпечення замовлення товарів із доставленням за участю залізничного транспорту

Побудову АСПРТ з наявністю елементів інтелектуальної системи підтримки ухвалення рішення оперативним персоналом до розподілу обмеженої кількості товарів реалізовано шляхом урахування інтересів окремих суб'єктів – постачальників, отримувачів і терміналів. Для них, як суб'єктів розподілу, необхідно оцінити ефективність використання ресурсу логістичного ланцюга з позиції отримання максимального результату отримувачем

У звичайних АСПРТ критерієм результативності зазвичай виступає прибуток, але, як зазначено вище, цей підхід не завжди можна застосувати в умовах воєнного стану, наприклад, для розподілу гуманітарної допомоги. У зв'язку з цим розглянемо постановку оптимізаційної задачі розподілу обмеженого ресурсу за критерієм максимізації отриманого ефекту множиною отримувачів. Попереднє оцінювання ефективності кожного виду товару за номенклатурою обліку передбачає таке: під час приймання по прибуттю партії вантажу персонал розподільчого терміналу вводить стандартну первинну інформацію з його масогабаритними характеристиками. Разом із нею вводять умовну оцінку корисного ефекту від цього виду товару для отримувача у звичайній лінгвістичній формі з урахуванням стану, рівня схоронності, терміну придатності ресурсу тощо. Ця оцінка поступово накопичується у відповідному інформаційному сховищі, яке стає основою для прогнозу критеріальної оцінки ефективності цього товару. Лінгвістичну первинну інформацію про рівень корисного ефекту запропоновано

привести до оцінки  $d$  умовної 10-бальної шкали (де 10 – найвищий рівень корисності) за композиційним правилом нечітких висновків Заде, застосування якого можливо реалізувати за методикою, взятою з роботи [16].

Розглянемо ієрархічну модель автоматизації процесу розподілу товару «постачальники – розподільчі термінали – отримувачі». Технологічно вони беруть участь у ланцюгу в такий спосіб: отримують товар від попередньої ланки та після виконання своїх функцій передають результат далі, тобто формують «штотвахуючу» логістичну систему. Останній у технологічному ланцюгу отримує ефект, за рахунок оцінювання якого формують нові замовлення на ресурс постачальнику, тобто АСПРТ стає адаптивною системою зі зворотним зв'язком. У реальних умовах існують транспортно-логістичні витрати  $\Sigma e_i$  всіх суб'єктів ланцюга, але припустимо, що ці витрати покривають зовнішні джерела (спонсори, благодійні фонди тощо).

Завдання АСПРТ полягає в ухваленні рішення оперативним персоналом про розподіл за номенклатурою та кількістю обмеженого ресурсу між розподільчими терміналами на стратегічному рівні ієрархії. На тактичному рівні з використанням існуючої інфраструктури розподільчого терміналу підтримка рішення полягає в розподілі обмеженого ресурсу кількістю  $\Sigma r_i$  між  $N$  отримувачами з метою максимізації отриманого ефекту  $\Omega$ . Критерієм оптимальності поставимо задачу максимізації ефекту всього обсягу доставленої продукції й товарів із обмеженнями:

$$\Omega = \sum_{i=1}^N f_i(q_{n-1}, r_i) d_i - \sum_{i=1}^N (r_i e_i) \rightarrow \max, \quad (1)$$

$$\begin{cases} R = \sum_{i=1}^N r_i \\ q_i > 0, r_i \geq 0, \forall i \in \{1, N\} \end{cases}$$

де  $q_0, \dots, q_n$  – умовні пріоритети отримувачів, урахувані у випадку

зниження кількості одиниць певного виду товару нижче заданого рівня;

$f_i(q_{n-1}, r_i)$  – виробнича функція  $i$ -го отримувача, яка показує зв'язок рівнів вхідного потоку і рівня отриманої ефективності від використаних ресурсів;

$d_i$  – дефазифікована оцінка корисного ефекту від одиниці кожного виду товару за номенклатурою обліку, що розподілена  $i$ -му отримувачу;

$e_i$  – витратна ставка терміналу за розподіл одиниці ресурсу  $i$ -му отримувачу (можна припустити  $e_i = 0$  за умови фінансування роботи терміналу зі спонсорських і благодійних джерел).

У більш загальному випадку рівень ефективності використання ресурсу  $d_i$  можна подати як вектор-множину, елементами якої є окремі показники ефективності використання того чи іншого виду товару за різними показниками. Умови в обмеженнях показують, що рівень пріоритету споживачу має бути наданий, і всю необхідну кількість товару слід розподілити і доставити.

Отримати рішення для цільової функції (1) з обмеженнями можна, якщо визначити структуру множини ресурсів  $r_i$ , які забезпечують хоча б не негативний ефект. Загалом функція (1) є нелінійною, тому розв'язати оптимізаційну задачу можна за допомогою градієнтних методів. При цьому виробнича функція  $f_i(q_{n-1}, r_i)$  може мати достатньо складний вигляд. У роботі [13] показано, що з достатнім ступенем точності як виробничу можна використати функцію Коббса-Дугласа

$$q_n = A q_{n-1}^\alpha r_i^{1-\alpha}, \quad (2)$$

де  $A, \alpha$  – параметри функції Коббса-Дугласа, які встановлюють відомими методами факторного аналізу.

Після отримання оцінки можливого ефекту від використання товару АСПРТ дає варіанти можливих рішень про розподіл обмеженого ресурсу оперативному персоналу розподільчого терміналу.

Досягнення поставленої мети формування АСПРТ потребує технічного та організаційного вирішення окремих завдань відповідних технологічних ланок на терміналі, зокрема таких підсистем:

- реєстрації надходження та видавання товару;
- розміщення товарів для зберігання, відстеження переміщень товарів у терміналі;
- здійснення інвентаризації та корегування рівня залишків товару;
- реєстрації розподілу та відвантаження товару отримувачу з терміналу та повернення від отримувача;
- пакування, фасування товарів і формування необхідних комплектацій партій для отримувача;
- формування необхідних звітів і документації;
- повернення (або утилізації) товарів у разі псування.

Серед переваг запропонованої АСПРТ за участю залізниці допомоги слід виділити очікуване скорочення тривалості на доставлення товару та зменшення часу на операції з обробки, гарантію надійного рівня забезпеченості товаром, заміну людської праці під час виконання монотонної роботи, можливість ухвалення обґрунтованих рішень оперативним персоналом терміналу в результаті автоматизації обробки великої кількості інформації.

**Висновки.** Основою формування АСПРТ для перевезення товарів залізницею прийнято логістичні ланцюги «постачальники – розподільчі терміналі – отримувачі». Проаналізовано можливі шляхи і стандартні типи подібних автоматизованих систем. Встановлено, що відмінністю такого ланцюга є практична відсутність безпосереднього інформаційного зв'язку між постачальником і отримувачем, зворотний зв'язок може бути реалізовано тільки за рахунок інформаційних потоків розподільчого



термінала. У подібній системі зазвичай не передбачено фінансових потоків і відповідної їм супутньої інформації. Це враховано з формуванням схеми інформаційного забезпечення модуля розподілу замовлення товару і дещо спрощує проектування самої АСПРТ.

Запропоновано шляхи формування АСПРТ як удосконаленої системи з елементами інтелектуального ухвалення рішення персоналом розподільчого термінала. Рішення про характер розподілу передбачено отримати як результат

формалізованої оптимізаційної задачі з урахуванням рівня корисного ефекту від використання товару як матеріального ресурсу споживача. Прикладна цінність отриманих результатів полягає у створенні вимог до АСПРТ для перевезення товарів залізницею, де розподільчий термінал відіграє головну роль у логістичному ланцюзі між постачальником і отримувачем, що сприяє їхній швидкій адаптації до сучасних складних умов, у яких перебуває наша країна.

### Список використаних джерел

1. Про залізничний транспорт: Закон України від 04.07.1996 р. № 273/96-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/273/96-%D0%B2%D1%80>.
2. Ларина Р. Р., Трушкина Н. В. Разработка модели оптимизации логистической сбытовой системы. *Менеджер*. 2002. № 6. С. 123-126.
3. Electronic data interchange for administration, commerce and transport (EDIFACT). ISO 9735-11:2022. Application level syntax rules (Syntax version number: 4, Syntax release number: 1). (en). URL: <https://www.iso.org/ru/standard/80091.html>.
4. Lomotko Denis, Kovalov Denis. The usage of genetic algorithms when planning railway transportation in international connection. *Transport technologies*. 2024. Vol. 5, No. 1. P. 64-71. <https://doi.org/10.23939/tt2024.01.064>.
5. Штерн Льюис В., Эль-Ансари Адель И., Кофлан Энн Т. Маркетинговые каналы: пер. с англ. Изд. 5-е. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2002. 624 с.
6. Ozdemir A. I., Erol I., Ar I. M., Peker I., Asgary A., Medeni T. D. and Medeni I. T. (2021). The role of blockchain in reducing the impact of barriers to humanitarian supply chain management. *The International Journal of Logistics Management*. Vol. 32, No. 2. P. 454-478. <https://doi.org/10.1108/IJLM-01-2020-0058>.
7. Abdul Rahman N. A., Ahmi A., Jraisat L. and Upadhyay A. (2022). Examining the trend of humanitarian supply chain studies: pre, during and post COVID-19 pandemic. *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-01-2022-0012>.
8. Kwateng K. O., Tetteh F. K., Asare N. and Manu D. (2022). Can intercluster coordination mediate the relationship between supply chain flexibility and humanitarian supply chain performance? *Journal of Humanitarian Logistics and Supply Chain Management*. <https://doi.org/10.1108/JHLSCM-09-2021-0086>.
9. Behl A. and Dutta P. (2020). Social and financial aid for disaster relief operations using CSR and crowdfunding: Moderating effect of information quality. *Benchmarking: An International Journal*. Vol. 27, No. 2. P. 732-759. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2019-0372>.
10. Woschank M., Dallasega Patrick and Kapeller J. A. (2020). The impact of planning granularity on production planning and control strategies in MTO: a discrete event simulation study. *Procedia Manufacturing*. Vol. 51. P. 1502-1507. doi: 10.1016/j.promfg.2020.10.209.

11. Woschank M. and Dallasega P. (2021). The impact of logistics 4.0 on performance in manufacturing companies: a pilot study. *Procedia Manufacturing*. Vol. 55. P. 487-491. doi: 10.1016/j.promfg. 2021.10.066.
  12. Pettit S. and Beresford A. (2009). Critical success factors in the context of humanitarian aid supply chains. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 39, No. 6. P. 450-468. <https://doi.org/10.1108/09600030910985811>.
  13. Бурков В. В., Ириков В. А. Модели и методы управления организационными системами. Москва: Наука, 1994. 266 с.
  14. Lomotko D., Kovalov A., Kovalova O. Formation of fuzzy support system for decision-making on merchantability of rolling stock in its allocation. *East. Eur. J. Enterpr. Technol.* 2015. Vol. 6. P. 11–17. DOI: 10.15587/1729-4061.2015.54496.
  15. Olhager J. and Selldin E. Enterprise resource planning survey of Swedish manufacturing firms. *European Journal of Operational Research*. 2003. Vol. 146. P. 365-373.
  16. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление: пер. с англ. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 798 с.
  17. Intelligent transport systems. ISO 14813-1: 2015 (en). URL: <https://www.iso.org/obp/ui/ru/#iso:std:iso:14813:-1>.
- 

Ломотько Денис Вікторович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем та логістики, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD 0000-0002-7624-2925. Тел. +38 (067) 576-06-61. E-mail: den@kart.edu.ua.

Ільчишин Василь Михайлович, кандидат технічних наук, доцент кафедри залізничного транспорту, Інститут механічної інженерії та транспорту Національного університету «Львівська політехніка». ORCID iD 0009-0001-1207-6825. Тел. +38(067)3100200. E-mail: Vasyl.M.Ilchysyn@lpnu.ua.

Ломотько Микола Денисович, PhD, асистент кафедри управління вантажною та комерційною роботою, Український державний університет залізничного транспорту. ORCID iD 0000-0003-1730-1785. Тел. +38(067)5748381 E-mail: kolyanl890@gmail.com.

Кудряшов Дмитро Вікторович, аспірант кафедри транспортних систем та логістики, Український державний університет залізничного транспорту. 0000-0003-4921-6534. Тел. +38(099)6059944. E-mail: auto.bearing.losk@gmail.com.

Lomotko Denis Viktorovych, Dr. Tech. Sciences, Professor, Head of the Department of Transport Systems and Logistics of the Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD 0000-0002-7624-2925. Tel. +38 (067) 576-06-61. E-mail: den@kart.edu.ua.

Ilchysyn Vasyl Mykhailovych, Cand. Tech. Sciences, Associate Professor of the Department of Railway Transport, Institute of Mechanical Engineering and Transport of the National University "Lviv Polytechnic". ORCID iD 0009-0001-1207-6825. Tel. +38(067)3100200. E-mail: Vasyl.M.Ilchysyn@lpnu.ua.

Lomotko Mykola Denisovych PhD, Assistant Professor of the Department of Freight and Commercial Work Management of the Ukrainian State University of Railway Transport. ORCID iD 0000-0003-1730-1785. Tel. +38(067)5748381. E-mail: kolyanl890@gmail.com.

Kudryashov Dmytro Viktorovych, PhD student of the Department of Transport Systems and Logistics of the Ukrainian State University of Railway Transport. 0000-0003-4921-6534. Tel. +38(099)6059944. E-mail: auto.bearing.losk@gmail.com

Статтю прийнято 12.12.2024 р.