

## КОНЦЕПЦІЯ ФОРМУВАННЯ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕСУ ДОСТАВКИ ТАРНО-ШТУЧНИХ ВАНТАЖІВ

О.О. Северин, доцент, к.т.н., О.О. Шуліка, асистент, ХНАДУ

***Анотація.** Наведено результати аналізу методик вибору схем автотранспортних технологій доставки тарно-штучних вантажів. Вказано на різноманіття шляхів підходу до визначення ефективних технологій.. Запропоновано концепцію і методику формування схеми технологічного процесу доставки вантажів*

***Ключові слова:** вантаж, ринок транспортних послуг, технологічний процес, параметри, оцінка, нечіткі множини, векторна оптимізація, формування, концепція, методика.*

### Вступ

Технологічний процес сучасного транспортного виробництва має являти собою єдину, чітко послідовну систему взаємозалежних операцій, що регламентують усі без винятку дії з переміщення вантажів у відправника, при транспортуванні та споживача. Операції з підготовки (формування) транспортних одиниць тарно-штучного вантажу (ТШВ) до виконання вантажних робіт, а потім і його розформування, є найбільш трудомісткими. Тому організаторам транспортного процесу найбільшу увагу необхідно приділяти складським операціям, де найважливішим елементом ефективної доставки ТШВ є вибір транспортно-технологічної схеми [1].

Від технології й відповідно її організації залежать економічна і соціальна ефективність виробництва. Процес доставки вантажів автомобільним транспортом може бути економічно вигідним, якщо він буде спроектований з урахуванням специфіки роботи відправників і споживачів вантажу на базі кращих досягнень зарубіжного й вітчизняного досвіду, науки і техніки, а його функціонування мінімально відхилятиметься від проектних параметрів [2]. Розвиток технологій у ринкових умовах викликає різнобічні технічні, управлінські, економічні та соціальні наслідки, тому потребує негайного вирішення відповідних науково-практичних задач. Актуальним є питання пошуку не ме-

тодики вибору кращої серед відомих технологій, а створення концепції формування оптимальних транспортно-технологічних схем для заданих умов експлуатації. Тому формування схем транспортного процесу доставки тарно-штучних вантажів автомобільним транспортом на основі логістичних принципів в умовах технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових обмежень дозволить отримати синергетичний ефект.

### Аналіз публікацій

У джерелах науково-технічної інформації вибору раціональної технології перевезення вантажів та її організації надано багато уваги. При цьому, як правило, інформація надається про суть транспортної технології або про особливості її організації. У кращому випадку це стосується вибору серед них раціональної схеми для заданих умов експлуатації транспортних засобів і засобів механізації виконання вантажних робіт на складах і вантажних пунктах. Їх вибір пропонується здійснювати за допомогою методик, що ґрунтуються на визначенні окремих параметрів або їх груп. Багато уваги А.І. Воркут надав проектуванню, оптимізації і функціонуванню транспортно-технологічних схем надав.

У роботі [1] розкрито сутність підходу до визначення транспортно-технологічних схем перевезень через оптимізацію окремих організаційних заходів функціонування окремих операцій. Наприклад, комплексне вирішення

задачі вибору транспортних засобів (ТЗ) і управління запасами, вибір методу організації роботи транспортно-технічних комплексів та інше. При цьому пропонується оцінювати транспортно-технологічні схеми або за собівартістю, або за зведеними витратами. Питання комплексної оцінки в цілому не вирішується.

Роботу [2] спрямовано на узагальнення досвіду впровадження єдиних технологічних процесів роботи АТП, викладення основ технології вантажних автомобільних перевезень. Для підвищення якості перевезень запропоновані шляхи її вдосконалення. Але автори не приділили уваги розробці оптимальних схем для певних умов експлуатації ТЗ.

У ґрунтовній роботі [3] вирішення такої актуальної задачі авторами представлено проектні рішення з розробки технологічних карт, в яких відображається весь процес доставки вантажів, з'єднаних у групи за певними ознаками, із зазначенням операцій та їх складових частин, трудових, паливо-енергетичних і матеріальних ресурсів, засобів технічного оснащення, технологічних нормативів і режимів. Вибір технологічного процесу пропонується здійснювати за допомогою зведених витрат. Такий підхід не вважається ефективним, особливо в умовах невизначеності та ризиків ринку. Для умов невизначеності та ризиків ринку, наприклад в роботі [4], автори пропонують здійснювати більш точний вибір раціональної схеми технологічного процесу за методом векторної оптимізації (багатокритерійної оцінки).

У роботі [5] надано інформацію про порядок складання та оцінку схеми технологічного процесу за допомогою окремих техніко-експлуатаційних показників. Але автор обмежився тільки методикою визначення раціональної схеми транспортно-технологічного процесу доставки вантажів серед відомих.

Багато уваги зазначеному питанню приділено в роботі [6], де автори поставили задачу розробки концепції формування та реалізації транспортних технологій у логістичних системах при міжнародних перевезеннях вантажів. У роботі пропонується розглядати транспортний процес у двох проекціях: із позиції дослідження процедур із транспортними засобами і процедур, які включають елементи вантажних і відповідних їм інформаційних операцій, а також технологічних процесів.

Запропоновано транспортну технологію описувати формулою через аналіз із дев'ятьма експлуатаційними показниками системних характеристик окремих технологічних процесів перевезення  $ТТ = ТТ\{t_1, t_2, \dots, t_9\}$ , де кожен складовий елемент  $t_1, t_2, \dots, t_9$  описується відповідними моделями  $M_t^{(1)}, M_t^{(2)}, \dots, M_t^{(9)}$ , які відображають закономірності функціонування окремих технологічних процесів перевезення вантажів. Усі технологічні процеси транспортної технології  $ТТ = ТТ\{t_1, t_2, \dots, t_9\}$  мають свої системні характеристики, що пояснюють їх функціонування у просторі та часі виробничих показників. Але запропонована концепція має недолік. По-перше, акцент спрямовано на раціональне використання ресурсів, планування та прогнозування процесів логістичного сервісу на основі оптимізації наведених укрупнених окремих елементів транспортних технологій з позиції вигоди тільки перевізника. По-друге, логістичний ланцюжок не включає найбільш трудомісткі й важливі для наступного виконання вказаних операцій операції з підготовки до проведення і проведення навантажувально-розвантажувальних робіт. Тобто не враховується вигода відправника і споживача. А за концепцією вигода повинна бути для всіх учасників організації функціонування транспортних технологій у цілому.

На наш погляд, найближче до створення методики формування оптимальної технології підійшли автори роботи [7], в якій запропоновано багатокритерійне вирішення задачі вибору схеми раціональної (оптимальної) технології доставки вантажів. Суть полягає в оптимізації системи за заданим критерієм, хоча в реальних складних системах таких цілей може виявитися декілька, до того ж вони, у свою чергу, можуть бути суперечливими. Пропонується при проектуванні такої складної системи як технологія доставки вантажів та її організація встановити не «жорстку» модель (ієрархію мети), а «м'яку». Основна ідея «м'якої» моделі полягає в компромісі між різною метою, у знаходженні рішень, які у певній мірі задовольняли усі висунуті вимоги (а значить, повністю не задовольняли б персонально жодну з них). Цей підхід застосований тому, що у багатьох випадках не вистачає інформації для лінійного ранжування рішень, і можна здійснити лише групове ранжування. У роботі [7] також надано аналіз відомих методів, заснованих на теорії нечітких множин, які застосовуються

при виборі системи доставки вантажів за наявності кількох критеріїв. За такими методами постановка задачі представляється наступним чином. Для заданої безлічі можливих варіантів доставки вантажів  $X$  кожний варіант характеризується безліччю параметрів оцінки якості  $Y$

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_p, \dots, x_n\}, \quad (1)$$

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_p, \dots, y_n\}. \quad (2)$$

Між кожним членом множини  $X$  і кожним членом множини  $Y$  є нечітке відношення, позначене через  $\mu_{ij}$  або  $\mu_{ij}$ . Іншими словами,  $\mu_{ij}$  відображає рівень відповідності  $i$ -го варіанта доставки вимогам за  $j$ -м параметром ( $\mu_{ij} \in [0,1]$ ;  $i = 1, \dots, n$ ;  $j = 1, \dots, m$ ). Зібрані разом всі нечіткі відносини між  $x_i$  і  $y_j$  дають матрицю нечітких відносин  $R$  розміром  $nm$

$$R = \{ \mu_{ij} \mid i=1, \dots, n; j=1, \dots, m \}. \quad (3)$$

Для вибору кращого варіанта  $x^*$  із множини  $X$  постановку задачі вибору системи доставки вантажів записують у вигляді

$$x^* = \text{opt}(X, Y, R, M), \quad (4)$$

де  $M$  – модель вирішення задачі, вибрана особою, яка приймає необхідне рішення (ОПР). Залежно від моделі, що використовується, результати рішення поставленої задачі можуть бути різними за одних і тих же вихідних даних. Вибір пошукового варіанта можливий тільки в тих випадках, коли використано коректну модель і алгоритм вибору. Задачу формування необхідної системи доставки вантажів пропонується сформулювати як задачу підбору необхідних модулів з безлічі існуючих на ринку стандартних модулів для задоволення певних вимог конкретного споживача в конкретний час і досягнення поставленої мети. Суть модульного принципу полягає в можливості створення різноманітних складних систем різного функціонального призначення з деякої кількості первинних елементів-модулів. Але при цьому пояснюється, що модулі – це споживачі вантажу й організатори системи доставки (перевізники, експедитори, термінали і фірми, що надають додаткові транспортні і нетранспортні послуги). Тобто, запропонована методика забезпечує формування оптимальної схеми технологічного процесу (ОСТП) на відповідному рівні, де модулі – великі самос-

тійні елементи, що виконують певну функцію (або функції), з певними вхідними і вихідними параметрами. Звичайно, що при цьому модулі можуть з'єднуватися, утворюючи складні системи, відокремлюватися і замінюватися, з метою отримання систем з іншими компонентами і характеристиками при їх функціонуванні. Також не приділено уваги питанню врахування ризиків, що мають місце в умовах ринку транспортних послуг. Отже, у зазначених вище роботах вирішується або задача вибору раціональної технології серед відомих, де акцентується увага на можливості виконання певних організаційних заходів, або пропонується формування технологічного процесу на основі перебору окремих його основних елементів – модулів.

Питання з комплексного підходу до формування технології для заданих умов експлуатації, де б оптимізувалося виконання як кожної операції окремо, так і всієї схеми в цілому на сьогодні залишається відкритим. Причому, оптимізація операцій повинна здійснюватися з моменту, коли матеріальні цінності (предмети і матеріали) стають вантажем і до моменту отримання їх споживачами.

### Мета й постановка задачі

Метою роботи є розробка концепції формування оптимальної схеми технології доставки вантажів та її організації в заданих умовах експлуатації. Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

- визначитись з принципом формування схем транспортних технологій;
- розробити методику формування оптимальної схеми технологічного процесу.

### Вирішення задачі

Основною метою при формуванні технології доставки ТШВ є отримання синергетичного ефекту на основі логістичних принципів в умовах технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових обмежень ринку транспортних послуг. Вивчення цієї проблеми дозволило скласти структурно-логічну схему (рис. 1), за допомогою якої визначалася концепція організації технологічного процесу, а також виявити специфічні закономірності ходу виробничого процесу з метою встановлення і використання на практиці операцій,

які вимагають якнайменших витрат часу і матеріальних ресурсів. На організацію технології впливає власне кон'юнктура ринку транспортних послуг при перевезенні ТШВ, зовнішні технологічні та організаційні можливості відправників, одержувачів і перевізників вантажу. Для формування наступного варіанта схеми технології необхідно мати аналіз наслідків її застосування у відправників і одержувачів вантажу з наступним корегуванням їх параметрів.

Для формування ОСТП доставки вантажів та її організації для заданих умов експлуатації скористаємося методом з основою нечітких множин та інтегральним показником, створеним за допомогою векторної оптимізації – моделлю еталонного порівняння, яка є найбільш точною серед розглянутих п'яти, що викладено в роботі [7].

Модель еталонного порівняння є поєднанням моделі абсолютного рішення і моделі компромісного рішення, хоча і для неї властивий один недолік – необхідність більшої кількості інформації від ОПР. Суть цієї моделі полягає в наступному: будується еталонний варіант схеми технологічного процесу (СТП) доставки вантажів  $x_0$ . Параметри цього варіанта приймають мінімальні допустимі значення  $\mu_0, j = 1, \dots, m$ . Кожний варіант множини  $X$  порівнюється з еталоном  $x_0$ . Якщо якість у варіанті  $x_i$  не гірше, ніж у еталона  $x_0$  за всіма параметрами, то варіант  $x_i$  включа-

ється в безліч рішень і для нього розраховується інтегральний параметр якості  $f_i$ . Для еталонного варіанта інтегральний параметр приймає нульове значення  $f_0 = 0$ . Оптимальний варіант рішення отримують тоді, коли значення інтегрального параметра буде максимальним  $f_{\max}$ .

На наш погляд, перепоною для ефективного застосування цієї моделі є наступне: автори не надають інформації стосовно порядку формування еталонного варіанта, а обмежуються лише вказівкою, що допустимі значення критеріїв оцінки параметрів мають бути мінімальними; також не розкривається, на базі яких показників формується інтегральний параметр якості доставки вантажів.

З урахуванням умов функціонування схеми логістичного ланцюжка пропонується наступна концепція формування ОСТП (рис. 2).

Спочатку здійснюється формування еталонного варіанта схеми технологічного процесу через оптимізацію кожної операції окремо за місцем події.

1. Місце події – пункт вантажоутворення (склад відправника вантажу). Перший етап. Для заданих умов експлуатації пункту встановлюють необхідний і можливий перелік операцій  $x_{оп} = 1, \dots, n$  з підготовки і відправлення вантажу у відправника та послідовність їх виконання.



Рис. 1. Структурно-логічна схема до концепції формування транспортної технології

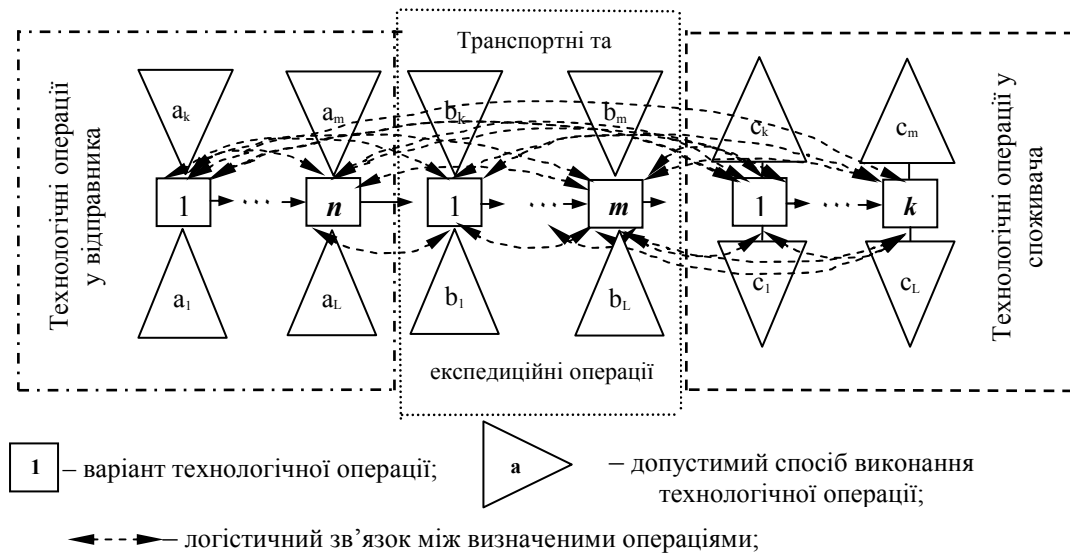


Рис. 2. Схема до принципу формування раціональної транспортної технології доставки ТШВ

Наприклад, перша операція – це приймання вантажу на склад для накопичення, обробки та відправки споживачу, а остання операція  $n$  – контрольна. Набирається банк даних стосовно допустимого способу виконання такої технологічної операції (реалізації операції)  $a_1, a_2, \dots, a_k$ . Далі здійснюється розгляд можливої реалізації та оптимізації цієї операції за певним критерієм. Умовно можна назвати такий розгляд «вертикальним» (рис. 2), оскільки за означенням термін «технологічний процес» – це ефективна, наперед визначена послідовність певних операцій. Тобто всі операції мовби розташовані в «горизонтальному» напрямку (у тому числі й паралельно). Критерієм оптимізації береться мінімум собівартості ( $S_{ov} \rightarrow \min$ ), що розраховується на основі встановлення загальних витрат складської обробки вантажу та вантажних операцій [8]. Аналогічно поступають з іншими операціями.

Другий етап. Усі операції визначені зазначеним вище способом, перевіряються на сумісність і відповідність (на можливість логістичного зв'язку між визначеними операціями). За наявності протиріччя або неможливості реалізації будь-якої операції шукається заміна на іншу (нову), з відповідною оптимізацією. За відсутності протиріччя переходять до визначення операцій у наступному місці події.

2. Місце події – мережа шляхів (перевізники, транспортно-експедиційні фірми). При цьому кількість і послідовність виконання операцій  $y_{оп} = 1, \dots, m$  буде залежати від схеми

перевезення вантажу: прямих або змішаних перевезення, наявності перевалочних складів або терміналів, посередницьких (консалтингових) фірм та ін. Набирається банк даних стосовно допустимого способу виконання першої (та інших) технологічної операції  $b_1, b_2, \dots, b_m$ . Потім здійснюється оптимізація встановлених операцій. Критерієм оптимізації береться мінімум транспортної складової собівартості витрат на просування вантажопотоку в залежності від частки оптових замовників, що пов'язані з ризиком втрат першоджерела вантажопотоку ( $S(\delta_k) \rightarrow \min$ ) [9]. Далі перевіряється можливість логістичного зв'язку між визначеними операціями за місцем події. Відмінність заходів ОПР від попереднього місця події полягає в додатковій перевірці логістичного зв'язку на можливість реалізації операцій між першим і другим місцем подій. За наявності протиріччя або неможливості реалізації здійснюється пошук відповідних операцій. Якщо протиріччя немає, то переходять до визначення операцій у третьому місці подій.

3. Місце події – пункт вантажопоглинання (склад споживача вантажу). Визначається можлива кількість і послідовність виконання операцій  $z_{оп} = 1, \dots, k$ . Набирається банк даних стосовно допустимого способу виконання першої (та інших) технологічної операції  $c_1, c_2, \dots, c_m$ . Їх звичайно менше, ніж у відправника, але оптимізацію виконують у послідовності, аналогічній для пункту управління вантажу за критерієм мінімум собівартості  $S_{oc} \rightarrow \min$  обробки вантажу у споживача. Перевірка на наявність логістич-

ного зв'язку здійснюється вже не тільки між операціями за цим місцем події, а й між операціями усюди СТП.

Закінчується формування еталонної СТП встановленням значення інтегрального критерію. Критерієм оптимальності пропонується вважати інтегральний показник, створений на основі векторної оптимізації і дев'яти технічно-експлуатаційних показників роботи учасників транспортного процесу [4]. Для еталонного варіанта інтегральний показник встановлюють з нульовим значенням. Далі, використовуючи запропонований у роботі [7] алгоритм, оцінюється кожний варіант множин СТП порівнянням з еталоном. Оптимальний варіант рішення отримують тоді, коли значення інтегрального показника буде максимальним.

### Висновки

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Наведено аналіз робіт, спрямованих на вирішення актуальної проблеми визначення оптимальної транспортно-технологічної схеми доставки вантажів, показав різноманіття запропонованих шляхів досягнення мети. Але питання єдиного комплексного підходу до формування (створення) транспортних технологій та оцінки ефективності організації їх функціонування в умовах ринку транспортних послуг, де враховуються інтереси всіх його учасників, залишається відкритим.
2. Розроблено концепцію формування та реалізації схем транспортної технології. Суть її полягає в комплексному підході до оптимізації як окремих логістичних операцій, так і всього ланцюжка схеми в цілому через «вертикальну» і «горизонтальну» перевірку узгодженості між окремими операціями на можливість реалізації за «місцем події». Місцем події встановлено: *відправник*, де критерієм оптимізації береться мінімум собівартості складської обробки вантажу та вантажних операцій; *мережа шляхів (перевізник)* – мінімум транспортної складової собівартості витрат на просування вантажопотоку; *споживач* – мінімум собівартості обробки вантажу та вантажних операцій. Весь ланцюжок схеми в цілому оцінюється значенням інтегрального критерію.
3. На основі нечітких множин і векторної оптимізації параметрів (цільової функції інтегрального показника) створено методичку, яка дозволяє формувати та організувати оп-

тимальну схему технологічного процесу перевезення ТШВ для отримання синергетичного ефекту на основі логістичних принципів в умовах технічних, технологічних, інфраструктурних та фінансових обмежень ринку транспортних послуг.

### Література

1. Воркут А.І. Грузовые автомобильные перевозки. – К.: Высшая школа. Головное изд-во, 1986. – 456 с.
2. Малиновский В.Б., Попченко Л.Г., Заенчик Л.Г. и др. Единые технологические процессы централизованной доставки грузов. – К.: Техніка, 1988. – 1167 с.
3. Заенчик Л.Г., Кисельман Р.Н., Смицкий А.Л. Проектирование технологических карт доставки грузов автомобильным транспортом. – К.: Техніка, 1990. – 152 с.
4. Северин О.О., Шуліка О.О., Лисак Р.В. Визначення показника до вибору ефективної технології перевезення тарноштучних вантажів. – Миколаїв: НУК, Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Розвиток наукової думки – 2008», 2008, т. 4. – С. 109 – 115.
5. Северин О.О. Вантажні роботи на автомобільному транспорті: організація і технологія: Підручник. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 384 с.
6. Дмитриченко М.Ф., Левковець П.Р., Ткаченко А.М., Ігнатенко О.С., Зайончик Л.Г. та ін. Транспортні технології в системах логістики. – К.: Інформавтодор, 2007. – 676 с.
7. Транспортна логістика: Учебник / Под ред. Л.Б. Миротина. – М.: Экзамен, 2003. – 511 с.
8. Северин О.О., Шуліка О.О., Ільченко Р.А. Вплив основних показників функціонування складів на собівартість переробки тарно-штучних вантажів. – Х.: Вестник ХНАДУ. – 2008, Вып. 41.
9. Шуліка О.О., Северин О.О. Визначення транспортної складової в загальних ризиках на просування вантажопотоку / Матеріали 4-ї міжнародної наук.-практ. конференції «Наукове дослідження – теорія та експеримент 2008». Том 8. – Полтава: Інтерграфіка, 2008. – С. 85 – 89.

Рецензент: Є.М. Гецович, професор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 12 квітня 2009 р.