

УДК 519.21:681.142

Р.В. Резниченко

Технологія оперативного пошуку нерегулярних промислових вантажопотоків для віртуальних підприємств

Розглядаються методи оперативного пошуку технології нерегулярних промислових вантажопотоків для віртуальних підприємств

Ключові слова: *віртуальне підприємство, нерегулярний вантажопотік, логістична система, віртуальне транспортне підприємство, система управління.*

The subject is methods of the quick search for technology of irregular industrial traffic for virtual enterprises

Keywords: *virtual enterprise, the irregular flow of goods, logistics system, virtual enterprise transportation, management system.*

Аналіз останніх досліджень. В умовах розширення сфери індивідуальних послуг та дії законів ринку, все частіше у промислових підприємств виникає потреба в ефективній реалізації зовнішніх, нерегулярних перевезень, що характеризуються ситуаційністю та прийняттям обмежених у часі рішень, з використанням їх відомчого транспорту. Це вимагає адекватних методів планування, організації та реалізації транспортних технологій, здатних знизити витрати ресурсів в логістичному ланцюгу доставки промислових вантажів споживачеві і трудомісткість його побудови в умовах нечіткості і невизначеності зовнішнього середовища. Вдосконалення на цій основі технології нерегулярних промислових потоків, дозволить скоротити витрати на транспортні операції в собівартості продукції.

Сучасною тенденцією у вітчизняній і зарубіжній практиці підвищення ефективності роботи транспорту і підприємств, є використання віртуальних технологій, що застосовуються для віддаленого узгодження робіт, спостереження та управління ними, побудови систем швидкого пошуку та обробки інформації, розвитку технологій роботи з клієнтами та наданням транспортних послуг. [1] Дані технології представлені в методах віртуального підприємства, реалізація яких у промислових перевезеннях призведе до побудови віртуального транспортного підприємства - тимчасового об'єднання у інформаційних системах елементів транспортного процесу, для вирішення поставленої транспортної задачі, за допомогою узгодженого виділення необхідних ресурсів. А такі властивості як гнучкість, короткостроковість, коригування не обмежені масштабами території, можливість комп'ютерного накопичення знань і системне управління, роблять їх незамінними для організації нерегулярних вантажопотоків промислових підприємств. [2]

Методологія віртуального підприємництва знаходиться в стадії розвитку, тому спостерігаються деякі розбіжності у формулюванні його суті і способів застосування. Найбільш значущими є російські, українські, німецькі, англійські й угорські праці науковців у даному напрямку. [1]

Заслуговує уваги варіант управління віртуальним підприємством з використанням віртуального центру, або в деяких випадках особи приймаючої рішення. Крім переваг підбору партнерів, інтеграції елементів віртуального підприємства в єдиному інформаційному просторі з єдиним параметричним відображенням, відповідальності за

логістичне управління і зміну елементів транспортного процесу, він ще забезпечує і безперервне розвиток власних технологій за рахунок спільних ресурсів, що помітно підвищує конкурентоспроможність підприємства на ринку. Наявність віртуального центру, дозволяє нівелювати вузькі місця в управлінні, а централізація роботи незалежних елементів, збільшить швидкість реакції на зміни зовнішнього середовища. [2]

Існує безліч підходів розвитку методології віртуального підприємства, які з одного боку рухають технічний прогрес, а з іншого не дають можливості розвинути єдину концепцію для практичного застосування та вироблення стандартів. Тому, на даний момент, немає можливості широкого використання віртуальних підприємств з причини: відсутності ефективних правових методів кооперації в електронній мережі, що підтверджують відповідальність кожного елемента; немає надійного захисту інформаційних технологій; необхідна продумана технологія сервісного обслуговування клієнтів; відсутні міжнародні стандарти інтеграції та уніфікації інформаційних систем. Однак, ефективність віртуального підприємства полягає в нових методах використання інформації та логістичних ресурсів для вирішення конкретних виробничих завдань.

На сьогодні, моделі побудови оптимальної технології зовнішніх промислових вантажопотоків з визначенням параметрів транспортних процесів не відповідають сучасним вимогам оперативності та гнучкості виробництва послуг. Традиційно використовуються методи не пристосовані для швидкого та системного створення структури і технології нерегулярних транспортних потоків і процесів. Імітаційні моделі дискретних транспортних

систем у вигляді стохастичного транспортних потоків, як і імовірнісні імітаційні моделі не дають повного опису керівних впливів і формування транспортного потоку для єдиного логістичного ланцюга.

Тому, в статті, запропоновано використовувати методи віртуального підприємства, яким притаманні такі характеристики як зниження логістичних витрат, швидка побудова логістичних систем доставки вантажів, орієнтація на замовлення та підвищення ефективності використання ресурсів.

Метою дослідження є вдосконалення технології нерегулярних вантажопотоків промислових підприємств методами віртуального підприємства, на підставі упереджувальної, попередньої та точної інформації, для зниження загальних витрат на дані транспортні процеси та підвищення ефективності використання промислового транспорту при доставці промислових вантажів споживачу.

Актуальність дослідження полягає в розвитку нового підходу використання методів віртуального підприємства для побудови технології зовнішніх, нерегулярних вантажопотоків промислових підприємств. Такий підхід, за рахунок використання глобальних інформаційних ресурсів, що забезпечують можливість транспортних процесів, швидко створюватися, адаптуючись при цьому до впливів зовнішнього середовища, дешево і безболісно ліквідуватися після виконання замовлення, дозволяє оптимізувати логістичні витрати на впровадження і експлуатацію систем оптимізації та управління транспортними потоками, підвищити узгодженість роботи ланок транспортної системи та ефективність використання

промислового транспорту при реалізації зовнішніх транспортних процесів промислових підприємств.

Основний матеріал. Рациональне функціонування віртуального підприємства, що випускає інноваційний продукт, вимагає вирішення багатьох завдань з області логістики та планування для оптимальної організації бізнес-процесів. Розглянемо задачу оперативного пошуку технології нерегулярних промислових вантажопотоків з побудовою логістичної системи доставки вантажів від промислового підприємства до споживача для зниження трудомісткості отримання технологічних рішень.

Нерегулярний вантажопотік – це частина однорідного потоку вантажів, у якій в силу деяких факторів нерегулярністю порушується або відсутня на певному відрізку часу, традиційна технологія доставки цього вантажопотоку споживачу, що призводить до необхідності оперативного пошуку технологічних рішень.

Існує необхідність оперативної розробки технології доставки нерегулярного вантажопотоку та здійснення управління його системою {LS}. Умовою створення такої системи є можливість реалізації принципів віртуального підприємства заснованого на моделях, критеріях, функціях і керуючих впливів доставки вантажів. Як результат рішення $\{Y_{вих}^i\}$ такої задачі, потрібно здійснити обґрунтування параметрів підсистеми {LS} нерегулярного вантажопотоку.

Концепцією, на якій ґрунтується постановка задачі, обрана концепція адаптивізації, яка надає можливість оперативного реагування впродовж логістичного процесу на можливі зміни в потокових процесах. Її суть полягає в зміні, як параметрів, так і структури логістичного ланцюга на основі не тільки апріорної, а й поточної і прогнозної

інформації. У цьому випадку, раціональною слід вважати версію, що забезпечує виконання умови:

$$k_t(v^*(t), \tau) \geq k_t^{TP}(v(t), \tau, v(t) \in V(t, \tau)),$$

де t, τ – відповідно час протікання процесу і попередження прогнозу.

Запис k_t означає, що показники критеріїв ефективності можуть змінюватися в часі. Таким чином, концепція адаптивізації призводить до цілеспрямованої і гнучкої системи дій.

Формалізація теоретичних положень дозволяє адаптувати розроблені методики обґрунтування нерозривності матеріальних потоків у системі "постачальник - транспорт - споживач" для широкого класу логістичних завдань.

В цілому вся логістична система (LS) включаючи підсистему нерегулярного вантажопотоку може бути представлена наступним чином:

$$LS \Leftrightarrow [X_{ВХ}^i \rightarrow F(X_{ВХ}^i, E) = Z_{ВС}^i \rightarrow Y_{ВИХ}^i \Rightarrow \{x_i\} \rightarrow f \\ \{x_i, e\} = z_i \rightarrow \{y_i\}]$$

де $X_{ВХ}^i$ – матеріальний потік перед перетворенням;

$Z_{ВС}^i$ – перетворення матеріального потоку всередині ланки системи;

$Y_{ВИХ}^i$ – матеріальний потік після перетворення;

$E, \{e\}$ – підбурюючий вплив та його параметричне представлення;

F, f – оператор і функція перетворення;

$\{x_i\}, \{z_i\}, \{y_i\}$ – параметричне представлення матеріального потоку відповідно перед, під час і після перетворення.

При цьому адаптивність транспортної системи до змін зовнішнього середовища досягається мінімізацією функціоналу оптимальних значень системоутворюючих параметрів $R_S = \{r_s\}$ і їх реальних значень:

$$F(t, u, \varepsilon, r_s) \rightarrow \min_{\{u_i\} \rightarrow \{u_i^{\text{опт}}\}} \left\{ Y_i^{\text{опт}}(t, u, \varepsilon, r_s) - Y_i(t, u, \varepsilon, r_s) \right\}$$

де u – оптимальний набір факторів на параметр керування з затримкою τ ;

ε – показники підбурюючих впливів транспортної системи.

Рішення поставленої задачі полягає в подальшій декомпозиції моделі віртуальної транспортної системи з детальним описом мети, функцій, критеріїв рішення і знаходженні параметрів нерегулярного матеріалопотоку. Це необхідно для того, щоб звести рішення задачі до використання порівняно простих і відомих алгоритмічних прийомів і разом з тим суттєво наблизити фізичний сенс її декомпозиційного складу до реальних транспортно-технологічних процесів нерегулярних потоків.

У загальному вигляді модель об'єкта управління віртуальним транспортним підприємством побудована у вигляді рівнянь стану системи:

$$\begin{cases} \frac{dO(t)}{dt} = A1(t)O_{\Gamma}(t) + A2(t)O_{\Pi}(t) + B1(t)V_{x_{\Gamma}}(t) + B2(t)V_{x_{\Pi}}(t) + \\ + E + U + U(E) \\ V_y(t) = C1(t)O_{\Gamma}(t) + C2(t)O_{\Pi}(t) + D1(t)V_{x_{\Gamma}}(t) + D2(t)V_{x_{\Pi}}(t) + B_{\Gamma} \pm \Psi \end{cases},$$

де $A1(t)$, $A2(t)$ – відповідно, матриця системи "перетворення" вхідного завантаженого і порожнього потоку;

$B1(t)$, $B2(t)$ – відповідно, матриця, що відображає інтенсивність вхідного завантаженого і порожнього потоку;

$C1(t)$, $C2(t)$ – відповідно, матриця виходу завантажених та порожніх ТП;

$D1(t)$, $D2(t)$ – відповідно, матриця входу завантажених та порожніх ТП.

Для моделювання роботи віртуального підприємства необхідно виділити критерії, дотримання яких допоможе системі працювати оптимально та ефективно. Так як, критерієм є цільова функція, що оцінює ефективність роботи підприємства, в залежності від глобальної мети функціонування. Основними критеріями, що впливають на роботу логістичної транспортної системи віртуального підприємства, є: "точно в строк" - k_T ; "номенклатура і кількість" - k_N ; "якість" - k_K ; "з найменшими витратами" - k_C ; "надійність надання сервісу" - k_R .

Критерій "точно в строк" формулюється за допомогою трьох концепцій: придатності (прийнятний час), оптимальності (мінімізація часу) і адаптивності (в залежності від стану системи).

Критерій "номенклатура і кількість" визначає кількість виробничих ресурсів що витрачаються і номенклатуру вироблених послуг.

Критерій "якість" дає імовірнісну оцінку задоволення i -го замовлення з позиції відповідності споживчим вимогам.

Критерій "з найменшими витратами" визначає вартість транспортних послуг для виконання i -го замовлення та його порівняння з нормативною середньоринковою ціною або ефективністю затрачуваних ресурсів.

Критерій "надійність надання сервісу" дає оцінку ймовірності безвідмовного виконання прийнятого замовлення за часом, кількістю і якістю.

Цільова функція роботи логістичної транспортної системи віртуального підприємства описується наступним рівнянням:

$$F = f(k_T, k_N, k_K, k_C, k_R),$$

Багатокритеріальні завдання вирішуються за допомогою оптимізаційної моделі:

$$S_{\text{опт}} = \max \sum_z \bar{k}_z \cdot \vartheta_z \quad \text{при} \quad \bar{k}_z = \frac{k_z - k_{\min}}{k_{\max} - k_{\min}};$$

де $S_{\text{опт}}$ – оптимальний набір факторів (керуючих впливів);

ϑ_z – коефіцієнт відносної значущості z-го показника;

\bar{k}_z – оцінка транспортної системи за z-м критерієм;

z – число показників (можливих керуючих або оптимізуючих впливів);

k_z – поточне значення показника;

k_{\max} – максимальне значення показника;

k_{\min} – мінімальне значення показника.

Критерій "з найменшими витратами" k_C включає: собівартість підготовки вантажу до перевезення ($S_{\text{п}}$); собівартість транспортування ($S_{\text{т}}$); собівартість навантажувально-розвантажувальних робіт ($S_{\text{п.пр}}$); собівартість зберігання вантажу (S_3); витрати, пов'язані зі збільшенням відстані транспортування вантажу (C_1); витрати через неточну спеціалізацію рухомого складу і характеру вантажу (C_2); витрати, пов'язані з ушкодженням

і втратою вантажу (C_3); витрати, пов'язані з виконанням додаткових навантажувально-розвантажувальних робіт (C_4); витрати, пов'язані з додатковим зберіганням вантажу (C_5); витрати, пов'язані з інерційністю перевізного процесу (C_6); витрати, пов'язані із збільшенням собівартості транспортування (C_7); витрати, пов'язані із збільшенням собівартості навантажувально-розвантажувальних робіт (C_8); витрати, пов'язані з збільшенням собівартості підготовки вантажу до перевезення (C_9); витрати, пов'язані із збільшенням собівартості зберігання вантажу (C_{10}).

Система доставки вантажів є досить складною і що включає параметри, що змінюються не тільки за рахунок оброблюваного вантажопотоку що оброблюється але і за рахунок транспорту. Тому, для спрощення рішень необхідна його декомпозиція за елементами транспортного процесу.

Критеріальна інтеграція елементів транспортного процесу призводить до отримання логістичної системи доставки вантажів або віртуального підприємства. Тоді, віртуальне підприємство на транспорті (VE_T) - це тимчасово створений, як реакція на замовлення або запит, інформаційний центр на основі аналізу проблем і вимог замовника, а також на підставі договорів що поєднує в собі інформаційні мережі фірм, підприємств і т.д. (які можуть брати участь за своєю спеціалізацією у вирішенні транспортних задач, а також споживачів і постачальників) з метою:

1) інформаційного рішення поставленої транспортної задачі (R);

2) інформаційного управління виконанням даного рішення, з використанням ресурсів підприємств (U_{VE}).

$$VE_T = \Psi(\{R_S\}, \{U_{VE}\}, T) \Rightarrow \text{opt} \{C_S(t)\},$$

де Ψ - функція перетворення параметрів системи в часі T , при впливі U_{VE} ;

R_S - безліч ресурсних елементів ВТП;

$C_S(t)$ - критерій оцінки системи.

Віртуальне транспортне підприємство (ВТП) - це сукупність, на підставі договорів, інформаційних мереж підприємств (елементів віртуального підприємства) включених у віртуальний центр, для вирішення і контролю поставленої транспортної задачі.

Віртуальний центр - комп'ютер, що містить БД підприємств, що беруть участь у транспортному процесі, потенційних замовників і постачальників, і СУБД керуючих БД та всіма віртуальними підприємствами, а також містить необхідне ПЗ та програми для освіти та вирішення задач віртуального підприємства.

На відміну від існуючих способів управління, при використанні методів ВТП можна виділити попереджувальний прогноз (τ_i) про наявність вільних ресурсів та "досвіду" технологічних рішень перевезень вантажів, що дозволяє скоротити час між настанням ситуації (факторів нерегулярності) та прийняттям керуючих рішень.

Для вирішення задачі адаптивізації необхідно побудувати оптимізований план віртуального підприємства або його структури. Для цього використовується метод віддаленого отримання вільного ресурсу, який є пропозицією підприємств з умовою виконання транспортної операції та виведенням єдиного уніфікованого показнику - інтенсивності робіт I_{Sj} .

Тоді оптимальна побудова версії віртуального підприємства (VLP_T), буде у вигляді функціоналу за критерієм "з найменшими витратами":

$$C_{\text{опт}}(t+\tau) = \sum C_c(t) + \sum C_{\text{пер}}(t) + \sum C_{\text{зб}}(t) + \sum C_{\text{простої}}(t) + \sum C_{\text{оч}}(t) \rightarrow \min ,$$

де $\sum C_{\text{п}}$ – сумарна вартість операції доставки вантажів споживачеві;

$\sum C_{\text{пер}}$ – сумарна вартість операції завантаження/відвантаження на всьому шляху транспортного процесу доставки вантажу споживачеві;

$\sum C_{\text{зб}}$ – сумарна вартість зберігання замовлення при виконанні транспортного процесу;

$\sum C_{\text{пр}}$ – сумарні витрати на очікування транспортними засобами початку та закінчення вантажно / розвантажувальних операцій;

$\sum C_{\text{оч}}$ – сумарні витрати простоїв вантажно / розвантажувальної техніки при очікуванні подачі транспортних засобів.

Кожен з елементів функціоналу, представляє собою складну математичну задачу. Тому пропонується використовувати алгоритм послідовного рішення задачі:

1) Витрати пов'язані з очікуванням транспортних засобів у пунктах завантаження / розвантаження або перепростої транспортних засобів залежать від обраних елементів транспортного процесу. Тому, рекомендується на першому етапі мінімізувати витрати на операції доставки та зберігання, як взаємозалежних величин, при різних способах завантаження / розвантаження та умови доставки в призначений термін ($T_{\text{дост}}$).

2) На розрахунок способу доставки суттєвий вплив мають параметри використання транспортних засобів з вантажопідємності $q_{\text{ТС}}^{\text{н}}$ і часу $T_{\text{ТС}}^{\text{н}}$, тому необхідні пошуки раціональних маршрутів та способів завантаження.

3) Вартість перевантаження вантажів безпосередньо залежить від технології перевантаження, тому необхідно вибрати технологічні лінії перевантаження, склад для зберігання вантажу за його спеціалізацією, спосіб зберігання вантажів: зберігання окремими партіями або виділення складу під замовлення, зберігання ближче або далі від ділянки завантаження / розвантаження, розподілити транспортні засоби за ділянками завантаження / розвантаження.

4) Час на простой транспортних засобів та їх очікування можна мінімізувати методом узгодження інтенсивностей елементів перевізного процесу, за вже обраним планом завантажувально / відвантажувальних операцій та доставки.

5) За погодженим планом перевезення здійснюється остаточне визначення основних параметрів транспортної системи (R_S), і час початку транспортних операцій.

Застосування оцінки інтенсивності виконання робіт, в якості основного показника вільних ресурсів елементів транспортного процесу, дозволяє виконати швидко і критеріально оптимізовану структурну побудову віртуального транспортного підприємства.

Висновок. Поставлена задача з удосконалення технології нерегулярних промислових вантажопотоків, вирішена шляхом віддаленого узгодження параметрів транспортних процесів з використанням методів віртуального підприємства, що дозволяють оптимізувати витрати на оперативний пошук технологічних рішень для зовнішніх промислових вантажопотоків і підвищити ефективність використання промислового транспорту.

При цьому були отримані наступні результати:

- встановлено, що для успішної реалізації зовнішніх транспортних процесів промислових підприємств, які відрізняються нерегулярністю транспортних потоків і раціональним залученням промислового транспорту, ефективно використання методів віртуального підприємства з віддаленого узгодження параметрів взаємодіючих систем;

- виконано структурну побудову віртуального центру, з наступною логічною побудовою багатоімовірної імітаційної моделі роботи ВТП, що враховує стохастичний транспортний потік та невизначеність зовнішнього середовища;

- на підставі розробленої концепції віртуального транспортного підприємства запропонована методика вдосконалення технології зовнішніх нерегулярних промислових вантажопотоків, заснована на віддаленому пошуку із застосуванням методів оптимізації інформації параметрів можливих елементів транспортного процесу.

У зв'язку зі складністю проблеми ефективної реалізації зовнішніх нерегулярних перевезень промислових підприємств, ще залишаються невирішеними деякі питання, які вимагають адекватних методів планування, організації та реалізації транспортних технологій, здатних знизити витрати ресурсів в логістичному ланцюзі доставки промислових вантажів споживачеві і трудомісткості його побудови в умовах нечіткості і невизначеності зовнішнього середовища. Для вирішення цієї проблеми необхідне використання технологій штучного інтелекту, мультиагентних систем.

Література:

1. Гриценко В.И. Тимашова Л.А., Информационные средства и технологии виртуальных предприятий // Тези, доповіді II Міжнародної науково-практичної конференції "Проблеми

- впровадження інформаційних технологій в економіці та бізнесі”.
– Ірпінь: Видавничий центр Академії ДПС України, 2001. – С. 15.
2. Киркин А.П. Управление транспортными процессами с использованием виртуальных предприятий / А.П. Киркин // Вісник Приазов. держ. техн. ун-ту: зб. наук. пр. – Маріуполь: Техніка, 2003. - Вип. 13. - С. 284-287.