



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **85974** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
G06F 7/00
G06F 15/00
G06G 7/00
G06N 7/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2013 06811	(72) Винахідник(и): Шраменко Наталя Юріївна (UA)
(22) Дата подання заявки: 31.05.2013	(73) Власник(и): ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Петровського, 25, м. Харків, 61002 (UA), Шраменко Наталя Юріївна, вул. Артема, 54, м. Південне, Харківська обл., 62461 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.12.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.12.2013, Бюл.№ 23	

(54) АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗПОДІЛУ ВАНТАЖОПОТОКУ МІЖ СКЛАДАМИ ВАНТАЖНОГО ТЕРМІНАЛА В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

(57) Реферат:

Автоматизована система розподілу вантажопотоку між складами вантажного термінала в умовах невизначеності містить автоматизовані робочі місця операторів окремих складів, диспетчера логістичного центра термінала, з'єднані між собою, з вантажовласниками та з перевізниками засобами зв'язку. Система містить програмні модулі реалізації сценаріїв вантажопотоків та має блок підтримки рішення, встановлений на кожному автоматизованому робочому місці і виконаний з можливістю визначення раціонального розподілу вантажопотоку між складами вантажного термінала в умовах невизначеності. Враховує обсяг та характеристики вхідного (вихідного) вантажопотоку, виробничі потужності та резерви окремих складів термінала, технічний стан складських механізмів і обладнання та використовує дані, що надходять і заносяться у базу даних блока вхідної інформації автоматизованого робочого місця диспетчера логістичного центра термінала, за допомогою дворівневої моделі, в якій взаємопов'язані оптимізаційні завдання для першого рівня - кожного складу термінала і для другого рівня - диспетчера логістичного центра термінала.

UA 85974 U

Корисна модель належить до галузі транспортування, а саме до організації та оперативного управління транспортно-складським процесом за допомогою автоматизованих систем та призначена для здійснення суб'єктами вантажного терміналу (операторами складів, диспетчером логістичного центра) оперативного керівництва процесом розвантаження (навантаження) транспортних засобів, які обслуговуються на цих терміналах.

Відомий спосіб оптимального розподілу навантажувально-розвантажувальних механізмів певної продуктивності за відповідним обсягом та характером роботи [Таха, Хемди А. Введение в исследование операций, 7-е изд.: пер. с англ. - М.: изд. дом "Вильямс", 2005. - 912 с.]. Однак цей спосіб не передбачає фіксованого закріплення механізмів за певними складами з подальшим розподілом вантажопотоку між цими складами.

Найбільш близьким до корисної моделі, що заявляється, за технічною суттю, призначенням і результатом, що досягається, є автоматизована система для вибору ресурсозберігаючої технології за допомогою логістичних методів [UA 63644 U; B61L 27/00, B61L 25/00, B61L 15/00, бюл. № 15 від 10.08.2012. Автоматизована система для вибору ресурсозберігаючої технології за допомогою логістичних методів. Кулешов А.В., Кулешов В.В.]. Вибір ресурсозберігаючої технології здійснюється за допомогою дворівневої моделі, в якій взаємозв'язані оптимізаційні завдання для першого рівня кожного виду транспорту у транспортному вузлі і для другого рівня Єдиної системи управління парком вантажних вагонів. Рішення приймаються, виходячи з мінімізації експлуатаційних витрат та потреби у парку вагонів для здійснення перевезень з мінімальним їх порожнім пробігом до місць навантаження і направляються до логістичного центра залізниці з метою контролю терміну доставки порожніх вагонів. Недоліком цього підходу є обмежена сфера застосування, оскільки враховуються виключно технологічні особливості роботи залізничного вузла. Крім цього він не враховує наявності і взаємоузгодження інтересів окремих суб'єктів терміналу та умов невизначеності, коли технічний стан складських механізмів і обладнання, перероблювальні спроможності та наявні резерви кожного окремого складу диспетчерові відомі лише приблизно й вимагають уточнення операторами складів.

Існуючі технології роботи вантажних терміналів не передбачають здійснювати розподіл вантажопотоку між складами за критерієм, який враховує витрати перевізника та терміналу, що б дозволило підвищити якість транспортно-складського обслуговування та здійснювати корегування існуючої технології при змінному попиті на доставку вантажів для економії транспортно-складських ресурсів.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення автоматизованої системи розподілу вантажопотоку між складами вантажного терміналу для підвищення ефективності використання транспортно-складських ресурсів.

Поставлена задача вирішується тим, що в автоматизовану систему додатково введені програмні модулі реалізації сценаріїв розподілу вантажопотоків та блок підтримки рішення, встановлений на кожному автоматизованому робочому місці, який виконує раціональний розподіл вантажопотоку між складами вантажного терміналу в умовах невизначеності за допомогою дворівневої моделі, в якій взаємопов'язані оптимізаційні завдання для першого рівня - кожного складу терміналу і для другого рівня - диспетчера логістичного центра терміналу.

Автоматизована система розподілу вантажопотоку між складами вантажного терміналу в умовах невизначеності містить автоматизовані робочі місця операторів окремих складів (АРМ ОС), диспетчера логістичного центра терміналу (АРМ ДЛЦТ), що з'єднані між собою, з вантажовласниками та з перевізниками засобами зв'язку, екрани відображення інформації, доступ до баз даних сумісних інформаційних систем, пристрої введення початкової інформації, локальну обчислювальну мережу та, відповідно до корисної моделі, до складу системи додатково введені програмні модулі реалізації сценаріїв розподілу вантажопотоків та блок підтримки рішення, встановлений на кожному автоматизованому робочому місці.

Блок підтримки рішення, який враховує обсяг та характеристики вхідного (вихідного) вантажопотоку, виробничі потужності та резерви окремих складів терміналу, технічний стан складських механізмів і обладнання та використовує дані, що надходять і заносяться у базу даних блока вхідної інформації АРМ ДЛЦТ, виконує раціональний розподіл вантажопотоку між складами вантажного терміналу в умовах невизначеності при рівномірному надходженні транспортних засобів на термінал під розвантаження (навантаження) за допомогою дворівневої моделі, в якій взаємопов'язані оптимізаційні завдання для першого рівня - кожного складу терміналу і для другого рівня - диспетчера логістичного центра терміналу:

- модель першого рівня

$$R_i = \delta \tau m_i - \left(C_{\text{пр}} \frac{m_i^2}{2Q_i g \gamma} + \frac{m_i}{Q_i} \sum_{j=1}^n C_{\text{НРМ}j} Z_{ij} + \left(T_{\text{зм}} - \frac{m_i}{Q_i} \right) \sum_{j=1}^n C_{\text{НРМ}j}^{\text{пр}} Z_{ij} \right) \rightarrow \max, \quad (1)$$

при обмеженнях:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_i > 0; i = 1, 2, \dots, f \\ \sum_{i=1}^f m_i = M \\ M \leq T_{\text{зм}} \sum_{i=1}^f Q_i \\ \frac{m_i}{Q_i} \leq T_{\text{зм}}; i = 1, 2, \dots, f \end{array} \right. \quad (2)$$

- 5 де R_i - можливий прибуток i -го складу, грн;
 δ - ставка плати за вивантаження (навантаження) 1 т вантажу, грн/т;
 τ - коефіцієнт, що враховує стан технічного оснащення складів;
 m_i - кількість вантажу, що планується до вивантаження (навантаження) на i -ому складі за зміну, т

10

$$m_i = \frac{M}{\sum_{i=1}^f Q_i} Q_i; \quad (3)$$

$C_{\text{пр}}$ - вартість простою автомобіля під розвантаженням (навантаженням), грн/год.;

Q_i - оцінка продуктивності складу його оператором, т/год.;

g - середня вантажопідйомність автомобіля, т;

15

γ - коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля;

$C_{\text{НРМ}j}$ - вартість 1 години роботи вантажно-розвантажувального механізму (НРМ) j -го типу, грн/год.;

Z_{ij} - кількість НРМ j -го типу на i -му складі, од.;

$T_{\text{зм}}$ - тривалість зміни, год.;

20

$C_{\text{НРМ}j}^{\text{пр}}$ - вартість 1 години непродуктивного простою НРМ j -го типу, грн/год.;

M - планований обсяг вхідного (вихідного) вантажопотоку на терміналі, т;

- модель другого рівня

$$R_{\text{сист}} = \sum_{i=1}^f \left(C_{\text{пр}} \frac{m_i^2}{2Q_i g \gamma} + \frac{m_i}{Q_i} \sum_{j=1}^n C_{\text{НРМ}j} Z_{ij} + \left(T_{\text{зм}} - \frac{m_i}{Q_i} \right) \sum_{j=1}^n C_{\text{НРМ}j}^{\text{пр}} Z_{ij} \right) \rightarrow \min \quad (4)$$

25

при обмеженнях:

$$\left\{ \begin{array}{l} Q_i > 0; i = 1, 2, \dots, f \\ \sum_{i=1}^f m_i = M \\ M \leq T_{\text{зм}} \sum_{i=1}^f Q_i \\ \frac{m_i}{Q_i} \leq T_{\text{зм}}; i = 1, 2, \dots, f \end{array} \right. \quad (5),$$

де $R_{\text{сист}}$ - сумарні витрати, пов'язані з простоєм автомобілів під вантажними операціями та з роботою НРМ на складах терміналу.

Технічний результат, який досягається при вирішенні поставленої задачі і використанні запропонованої автоматизованої системи розподілу вантажопотоку між складами вантажного терміналу в умовах невизначеності, полягає в: скороченні непродуктивних простоїв НРМ, скороченні простою транспортних засобів під вантажними операціями, скороченні часу обігу рухомого складу та зменшенні його парку, виключенні "людського чинника" при прийнятті рішення. Включення запропонованої корисної моделі до складу автоматизованої системи керування процесом обробки вантажопотоку на терміналі дозволяє автоматизувати процес розподілу вантажопотоку між складами терміналу, здійснити оперативне планування та корегування існуючої технології при змінному попиті на доставку вантажів для економії транспортно-складських ресурсів, зменшити час прийняття управлінських рішень при організації процесу розвантаження (навантаження) транспортних засобів в умовах невизначеності.

Корисна модель, що заявляється, пояснюється кресленням та працює наступним чином.

Оператори складів $1, 2, \dots, f$ на початку зміни реально оцінюють ситуацію на складі на поточний момент часу, враховуючи резерви складських площ і механізмів, прагнучи не перебільшити й не занижити оцінку та через пристрої введення початкової інформації АРМ ОС (1) за допомогою програмного модуля оцінки продуктивності та блока підтримки рішення (2) визначають найбільш імовірний інтервал зміни продуктивності окремих складів $[Q_i^{\min}, Q_i^{\max}]$ з урахуванням виробничих потужностей та резервів, технічного стану складських механізмів і обладнання, про що надсилають інформацію на АРМ ДЛЦТ (3). Дворівнева модель інтегрується в інформаційну систему АРМ ДЛЦТ (3), який отримує також інформацію щодо характеристик вантажопотоку від вантажовласників (4) і перевізників (5) на певний період та має доступ до баз даних сумісних інформаційних систем (6). Після цього проводиться на АРМ ДЛЦТ за допомогою програмних модулів реалізації сценаріїв розподілу вантажопотоків (7) декілька експериментів по розподілу за моделлю другого рівня, виходячи з наданих операторами інтервалів зміни продуктивності окремих складів. Первісний розподіл обсягу розвантаження (навантаження) між складами за допомогою блока підтримки рішення (8) виконується за граничними значеннями та значеннями середини цих інтервалів. Після цього диспетчер надає рекомендації щодо дотримання певного значення переробної спроможності із заданого інтервалу за умов необхідності задовольнити всі наявні замовлення від вантажовласників, про що надсилає інформацію на АРМ ОС (1). Враховуючи обсяг вантажопотоку з урахуванням розподілу по складам та надані рекомендації диспетчера, оператори остаточно визначають оптимальні продуктивності окремих складів за моделлю першого рівня (2), про що надсилають інформацію на АРМ ДЛЦТ (3) диспетчера, який здійснює розподіл вантажопотоку (7) та приймає остаточне рішення щодо роботи складів (8), про що повідомляє операторам (1) та здійснює формування аналітичних звітів (9). Надалі протягом періоду $T_{\text{зм}}$ значення продуктивності окремих складів може мінятися із дрібним кроком за заявкою оператора складу, а обсяги розвантаження (навантаження) перерозподілятися. Якщо сумарна продуктивність складів менша, ніж потрібна для заданого обсягу заявок, то в роботу системи вводиться додаткове обладнання.

Запропонована автоматизована система підвищує ефективність використання транспортних засобів та НРМ за рахунок зменшення їх простою. Крім цього розширює інформаційні можливості АРМ ОС та АРМ ДЛЦТ: дозволяє здійснювати розподіл вантажопотоку між складами терміналу найкращим чином з урахуванням наявних резервів та технічного оснащення з забезпеченням мінімальних витрат терміналу та максимального прибутку для складів; обумовлює раціональне використання транспортно-складських ресурсів; передбачає можливість прийняття управлінських рішень при виникненні непередбачуваної ситуації шляхом внесення корективів при здійсненні розподілу; забезпечує взаємоузгодження дій суб'єктів термінальної системи та обумовлює підвищення якості транспортно-складського обслуговування.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Автоматизована система розподілу вантажопотоку між складами вантажного терміналу в умовах невизначеності, що містить автоматизовані робочі місця операторів окремих складів, диспетчера логістичного центра терміналу, з'єднані між собою, з вантажовласниками та з перевізниками засобами зв'язку, яка **відрізняється** тим, що містить програмні модулі реалізації сценаріїв вантажопотоків та має блок підтримки рішення, встановлений на кожному автоматизованому робочому місці і виконаний з можливістю визначення раціонального

розподілу вантажопотоку між складами вантажного терміналу в умовах невизначеності, який враховує обсяг та характеристики вхідного (вихідного) вантажопотоку, виробничі потужності та резерви окремих складів терміналу, технічний стан складських механізмів і обладнання та використовує дані, що надходять і заносяться у базу даних блока вхідної інформації автоматизованого робочого місця диспетчера логістичного центра терміналу, за допомогою дворівневої моделі, в якій взаємопов'язані оптимізаційні завдання для першого рівня - кожного складу терміналу і для другого рівня - диспетчера логістичного центра терміналу:

- модель першого рівня

$$R_i = \delta \tau m_i - \left(C_{\text{пр}} \frac{m_i^2}{2Q_i g \gamma} + \frac{m_i}{Q_i} \sum_{j=1}^n C_{\text{НРМ}j} Z_{ij} + \left(T_{\text{зм}} - \frac{m_i}{Q_i} \right) \sum_{j=1}^n C_{\text{НРМ}j}^{\text{пр}} Z_{ij} \right) \rightarrow \max ,$$

10 при обмеженнях:

$$\begin{cases} Q_i > 0; i = 1, 2, \dots, f \\ \sum_{i=1}^f m_i = M \\ M \leq T_{\text{зм}} \sum_{i=1}^f Q_i \\ \frac{m_i}{Q_i} \leq T_{\text{зм}}; i = 1, 2, \dots, f \end{cases}$$

де R_i - можливий прибуток i -го складу, грн;

δ - ставка плати за вивантаження (навантаження) 1 т вантажу, грн/т;

τ - коефіцієнт, що враховує стан технічного оснащення складів;

15 m_i - кількість вантажу, що планується до вивантаження (навантаження) на i -ому складі за зміну, т

$$m_i = \frac{M}{\sum_{i=1}^f Q_i} Q_i ;$$

$C_{\text{пр}}$ - вартість простою автомобіля під розвантаженням (навантаженням), грн/год.;

Q_i - оцінка продуктивності складу його оператором, т/год.;

20 g - середня вантажопідйомність автомобіля, т;

γ - коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля;

$C_{\text{НРМ}j}$ - вартість 1 години роботи вантажно-розвантажувального механізму (НРМ) j -го типу, грн/год.;

Z_{ij} - кількість НРМ j -го типу на i -му складі, од.;

25 $T_{\text{зм}}$ - тривалість зміни, год.;

$C_{\text{НРМ}j}^{\text{пр}}$ - вартість 1 години непродуктивного простою НРМ j -го типу, грн/год.;

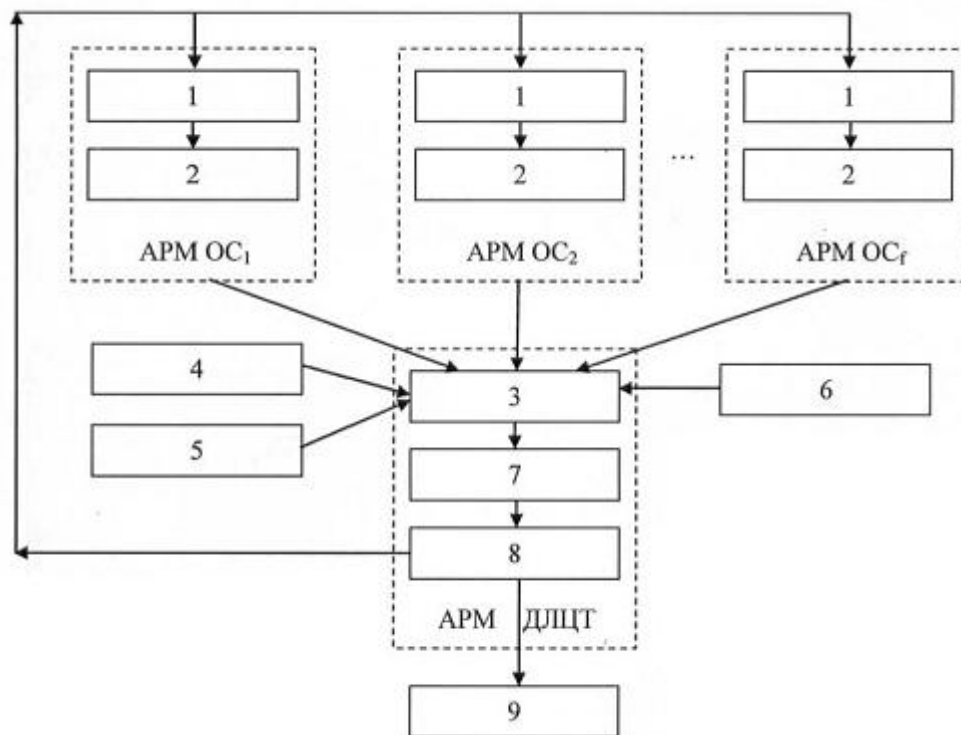
M - планований обсяг вхідного (вихідного) вантажопотоку на терміналі, т;

- модель другого рівня

$$R_{\text{сист}} = \sum_{i=1}^f \left(C_{\text{пр}} \frac{m_i^2}{2Q_i g \gamma} + \frac{m_i}{Q_i} \sum_{j=1}^n C_{\text{НРМ}j} Z_{ij} + \left(T_{\text{зм}} - \frac{m_i}{Q_i} \right) \sum_{j=1}^n C_{\text{НРМ}j}^{\text{пр}} Z_{ij} \right) \rightarrow \min$$

30 де $R_{\text{сист}}$ - сумарні витрати, пов'язані з простоєм автомобілів під вантажними операціями та з роботою НРМ на складах терміналу;

$$\text{при обмеженнях} \begin{cases} Q_i > 0; i = 1, 2, \dots, f \\ \sum_{i=1}^f m_i = M \\ M \leq T_{\text{зм}} \sum_{i=1}^f Q_i \\ \frac{m_i}{Q_i} \leq T_{\text{зм}}; i = 1, 2, \dots, f \end{cases} .$$



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601