



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **68073** (13) **U**
(51) МПК (2012.01)
B61L 27/00
G06G 7/70 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2011 11155	(72) Винахідник(и): Запара Ярослав Вікторович (UA), Запара Євген Вікторович (UA), Каньовська Даріна Василівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 19.09.2011	(73) Власник(и): УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050, Україна (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.03.2012	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.03.2012, Бюл.№ 5	

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОГО ВУЗЛА

(57) Реферат:

Спосіб визначення технології роботи залізничного вузла здійснюють з використанням автоматизованого робочого місця вузлового диспетчера (АРМ ДНЦ). Для визначення технології роботи залізничного вузла використовують імітаційне моделювання, яке побудовано за принципами агентного моделювання. Як агенти моделі використовують вагони та технічне устаткування вузла, колії станцій, сортувальні гірки, маневрові локомотиви, під'їзні колії, бригади комерційного огляду, за допомогою яких виконують обробку вантажних вагонів. При моделюванні використовують дискретний модельний час із інтервалом, що відповідає одній хвилині реального часу, при виборі технології використовують адитивний згорнутий критерій для вибору кращої альтернативи T^* , яка забезпечує мінімум наступного критерію на множини \bar{T} , за формулою. Результати моделювання технологій роботи залізничного вузла та рекомендації щодо остаточного вибору відображаються на екрані АРМ ДНЦ.

UA 68073 U

Корисна модель належить до способів визначення технології роботи залізничного вузла, зокрема визначення оптимального часу та послідовності технологічних операцій оперативними працівниками залізничного транспорту.

5 Відомий пристрій для моделювання руху поїздів на дільниці з диспетчерською централізацією [SU 1402477 кл. B61L 27/00, G06G 7/70, бюл. № 22 від 15.06.88. Устройство для моделирования движения поездов на участке с диспетчерской централизацией. Кузнецова Н.М., Мусатов В.В., Чудаков Ю.К.]. Процес моделювання здійснюється вказаним пристроєм за рахунок блоків імітації руху поїздів на елементарній дільниці колії. Диспетчер може змодельовати певну конфліктну ситуацію на дільниці, виконуючи задачу в режимі прямого 10 доступу до пам'яті. Процес представляє собою корегування масивів динамічних даних про поїзні ситуації, які знаходяться в оперативному елементі кожного елементарного відрізка колії. Недоліком моделювання при використанні пристрою є неможливість диспетчера визначити поїзну ситуацію на поточний період з вибором раціональної технології роботи на дільниці (вузлі) та недостатня гнучкість моделювання.

15 Також відомий тренажер для поїзного диспетчера [SU1791257 кл. B61L 27/00, G09B 9/00, бюл. № 4 від 30.01.93. Тренажер для поездного диспетчера. Кузнецова Н.М.]. Він дозволяє підвищити якість управління поїзного диспетчера, що виражається у скороченні часу знаходження вантажних та пасажирських поїздів на дільниці, порожнього пробігу вагонів, резервного пробігу локомотива. Тренажер містить блок введення поїзної інформації на дільниці, блок моделювання руху поїздів, блок індикації, таймер і лічильник. Основним показником якості 20 управління поїзної роботи прийняті: кількість пропущених поїздів по дільниці у модельованому періоді і модельована тривалість процесу. Недоліком цього винаходу є відсутність блока управління по мотивованому вибору раціональної технології роботи залізничного вузла.

У аналогу та прототипу не передбачені блоки з моделями, які враховують час та послідовність виконання технологічних операцій, завантаження технічного устаткування, нема 25 можливості аналізу технологій роботи за критеріями використаних вагоно-годин та фінансових витрат.

В існуючій технології роботи залізничних вузлів не передбачене визначення технології роботи на певний період часу за критеріями мінімальних витрат вагоно-годин та мінімальної 30 собівартості, яке б дозволило досягти раціонального транспортного процесу на певний період та зробити коригування існуючої технології при змінному вагонопотоці.

В основу корисної моделі поставлена задача визначення раціональної технології роботи залізничного вузла на певний період. Запропонований підхід додатково надає можливість проаналізувати завантаженість окремих елементів транспортного вузла, визначити "вузькі 35 місця" у вузлі при певній технології та виконати інший аналіз з використанням графічного інтерфейсу користувача системи.

До інформаційної системи автоматизованого робочого місця (АРМ) вузлового диспетчера (ДНЦ) з інформаційної системи дирекції залізничних перевезень надходить: інформація про підхід вагонів до залізничного вузла на певний період та поточний стан залізничного вузла на 40 початок цього періоду. Поточний стан залізничного вузла включає в себе дислокацію та стан вагонів у вузлі та зайнятість одиниць технічного устаткування. Після цього проводиться декілька експериментів по дослідженню роботи вузла з використанням імітаційної моделі. Результатами моделювання є множина \tilde{T} технологій роботи залізничного вузла, що забезпечують переробку запланованого обсягу перевезень. Після цього ДНЦ має прийняти остаточне рішення по вибору 45 технології роботи залізничного вузла на наступний період з множини технологій, що були отримані під час імітаційного моделювання. Рішення приймається, виходячи з того, що технологія повинна забезпечувати раціональне співвідношення між витратами вагоно-годин та фінансовими витратами.

Поставлена задача вирішується за допомогою імітаційної моделі вузла, яка побудована за 50 принципами агентного моделювання. Як агенти моделі використовують вагони та технічне устаткування вузла колії станцій, сортувальні гірки, маневрові локомотиви, під'їзні колії, бригади комерційного огляду та інші, за допомогою яких виконують обробку вантажних вагонів. Кожний з типів агентів має окремі правила поведінки та взаємодії з іншими агентами та зовнішнім середовищем, а також параметри, що конфігурують поведінку при моделюванні. При 55 моделюванні використовується дискретний модельний час із інтервалом, що відповідає одній хвилині реального часу.

Для кожної з технологій із множини \tilde{T} , що отримані в результаті імітаційного моделювання, можливо обчислити витрати вагоно-годин n та вартість робіт p , що складають цю технологію.

$$H = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_i} (T_{ej}^i - T_{sj}^i),$$

$$P = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J_i} \sum_{k \in K_{ji}} C_{kj} \cdot (T_{ej}^i - T_{sj}^i),$$

де I - множина вантажних вагонів, що потрапляють у вузол та обробляються в ньому (місцеві, транзитні з переробкою та без переробки);

5 J_i - множина операцій, що виконуються з i -м вагоном (навантаження, вивантаження, комерційний та технічний огляд, митні та інші операції, включаючи операції по їх очікуванню тощо);

K_{ji} - множина одиниць технічного устаткування залізничного вузла (колії перегонів, станцій та під'їзних колій; склади, маневрові локомотиви тощо), що задіяні при j -й операції над i -м вагоном;

10 C_{kj} - вартість використання k -ї одиниці технічного устаткування при j -й операції над вагоном;

T_{sj}^i - час початку виконання j -ї операції над i -м вагоном;

T_{ej}^i - час закінчення виконання j -ї операції над i -м вагоном.

15 При проведенні експериментів по формуванню множини \tilde{T} може використовуватись інтелектуальний перебір можливих технологій з використанням методів, що враховують попередній досвід у формуванні допустимих альтернатив. Це можуть бути методи з використанням нейронних мереж або генетичні алгоритми. Також можливе коригування параметрів технології роботи користувачем перед проведенням імітаційного моделювання.

20 Рішення по вибору технології роботи залізничного вузла приймається виходячи з того, що технологія повинна забезпечувати мінімальні витрати вагоно-годин та мати мінімальні фінансові витрати. Ці два критерії є суперечливими і у загальному випадку неможливо однозначно вибрати ефективну альтернативу. Пропонується використати адитивний згорнутий критерій для вибору кращої альтернативи. Найкращою технологією T^* вважається та, яка забезпечує

мінімум наступного критерію на множині \tilde{T} : $T = T^* : \inf_{\tilde{T}} \left(\mu_1 \cdot \frac{H - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}} + \mu_2 \cdot \frac{P - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \right)$

25 де $H_{\max} = \max_{T \in \tilde{T}} HT$, $H_{\min} = \min_{T \in \tilde{T}} HT$ - максимальні та мінімальні витрати вагоно-годин за технологіями із множини \tilde{T} ;

$P_{\max} = \max_{T \in \tilde{T}} PT$, $P_{\min} = \min_{T \in \tilde{T}} PT$ - максимальні та мінімальні фінансові витрати за технологіями із множини \tilde{T} ;

μ_1 - важливість першого критерію (витрат вагоно-годин) при прийнятті рішення;

30 μ_2 - важливість другого критерію (фінансових витрат) при прийнятті рішення.

35 В результаті проведення досліджень запропоновано спосіб визначення раціональної технології роботи у залізничному вузлі з множини можливих, що отримані в результаті імітаційного моделювання. Результати моделювання технологій роботи залізничного вузла та рекомендації щодо остаточного вибору відображається на екрані АРМ ДНЦ і можуть бути використані для визначення технології роботи на певний період або для коригування поточного транспортного процесу у залізничному вузлі.

40 На кресленні зображено схему способу вибору технології роботи залізничного вузла за допомогою імітаційного моделювання, де 1 - інформація від суміжних інформаційних систем, 2 - параметри імітаційного моделювання, 3 - імітаційна модель вузла, 4 - множина можливих технологій роботи вузла, 5 - особа, що приймає рішення (ДНЦ), 6 - найбільш прийнятна технологія.

45 Технологія роботи залізничного вузла за допомогою імітаційного моделювання полягає в наступному. До АРМ ДНЦ надходить інформація від суміжних інформаційних систем 1 про поїзний стан на відповідному керованому вузлі (кількість рухомого складу в системі та на підходах, зайнятість технічного устаткування тощо). Ця інформація разом з параметрами моделювання 2, які можуть як задаватись автоматично, так і за командою користувача надходить на вхід імітаційної моделі 3. Після цього формується множина можливих технологій 4 з використанням імітаційної моделі вузла 3, що виводиться до інтерфейсу користувача. При цьому використовуються технології, які визначені на попередніх ітераціях. Особа, що приймає

рішення (в даному випадку ДНЦ) 5, визначає найбільш прийнятну технологію роботи вузла 6 за критеріями мінімальних витрат вагоно-годин та мінімальних фінансових витрат. При необхідності ДНЦ 5 має можливість здійснити коригування множини прийнятних технологій роботи залізничного вузла шляхом додаткового моделювання або зміни параметрів моделі.

5 Пропонована корисна модель, яка є доповненням до інформаційного забезпечення АРМ ДНЦ, розширює існуючі можливості у роботі ДНЦ: дозволяє оперативно аналізувати наслідки команд диспетчера в конкретній поїзній ситуації на дільниці обслуговування, робити необхідні своєчасні корективи в роботі технічного устаткування та обслуговуючого персоналу вузла, дає можливість визначати технологію роботи залізничного вузла на певний період. Тим самим
10 підвищується ефективність використання рухомого складу та технічних засобів, зменшуються вагоно- та локомотиво-години простою, прискорюється обіг вантажного вагона. Крім цього розширюються інформаційні можливості АРМ ДНЦ, що дозволяє працівнику приймати більш зважені, та швидкі рішення.

15 **ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ**

Спосіб визначення технології роботи залізничного вузла з використанням автоматизованого робочого місця вузлового диспетчера (АРМ ДНЦ), який **відрізняється** тим, що для визначення
20 технології роботи залізничного вузла використовують імітаційне моделювання, яке побудовано за принципами агентного моделювання, при цьому як агенти моделі використовують вагони та технічне устаткування вузла, колії станцій, сортувальні гірки, маневрові локомотиви, під'їзні колії, бригади комерційного огляду, за допомогою яких виконують обробку вантажних вагонів; при моделюванні використовують дискретний модельний час із інтервалом, що відповідає одній хвилині реального часу, при виборі технології використовують адитивний згорнутий критерій
25 для вибору кращої альтернативи T^* , яка забезпечує мінімум наступного критерію на множини \tilde{T} :

$$T = T^* : \inf_T \left(\mu_1 \cdot \frac{H - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}} + \mu_2 \cdot \frac{P - P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \right),$$

де $H_{\max} = \max_{T \in \tilde{T}} H_T$, $H_{\min} = \min_{T \in \tilde{T}} H_T$ - максимальні та мінімальні витрати вагоно-годин за технологіями із множини \tilde{T} ;

30 $P_{\max} = \max_{T \in \tilde{T}} P_T$, $P_{\min} = \min_{T \in \tilde{T}} P_T$ - максимальні та мінімальні фінансові витрати за технологіями із множини \tilde{T} ;

μ_1 - важливість першого критерію (витрат вагоно-годин) при прийнятті рішення;

μ_2 - важливість другого критерію (фінансових витрат) при прийнятті рішення,

35 при цьому результати моделювання технологій роботи залізничного вузла та рекомендації щодо остаточного вибору відображаються на екрані АРМ ДНЦ.

