



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **76548** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
B61L 27/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2012 06957	(72) Винахідник(и): Альошинський Євген Семенович (UA), Сіваконева Ганна Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 06.06.2012	(73) Власник(и): УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ, пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків-50, 61050 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.01.2013	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.01.2013, Бюл.№ 1	

(54) АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ РОЗРОБКИ ГРАФІКА РУХУ ПАСАЖИРСЬКИХ ПОЇЗДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

(57) Реферат:

Автоматизована система складається з автоматизованого робочого місця інженера-графіста, засобів технічного розвитку станцій залізничної мережі, екрана відображення інформації, пристрою введення початкових даних, містить блок для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів, який складається із АРМ інженера-графіста, блока виведення результатів моделювання, блока імітаційного моделювання роботи пасажирського комплексу та блока прийняття рішення, блок для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів за допомогою імітаційної моделі побудований за принципами моделювання у мережах Петрі, де як елементи мережі виступають пасажирські поїзди, вагони. Кожний з елементів мережі має окремі правила спрацювання та взаємодії з іншими елементами, а також параметри, що формують час спрацювання. При моделюванні використовується модельний час, що відповідає одній хвилині реального часу, та враховується паралельність операцій, що виконуються, для кожного з періодів часу з множини t , що отримані в результаті імітаційного моделювання, можливо обчислити витрати вагоно-годин V пасажирських вагонів,

$$V = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (V_{eji} - V_{sji}),$$

де I - множина пасажирських вагонів, що потрапляють на станцію та обробляються;

J - множина операцій, що виконується з i -тим вагоном;

V_{sji} - час початку виконання j -ї операції над i -тим вагоном;

V_{eji} - час закінчення виконання j -ї операції над i -тим вагоном;

тривалість стоянки залежить від тривалості технологічних операцій на станції, більшість яких виконуються паралельно, тобто від максимально тривалої операції:

$$T = f(t_{ТО}; t_{пос.}; t_{вис.}; t_{мит.}; t_{пер.візк.}; t_{п.-б.}; t_{зм.лок.}; t_{зм.складу}) \rightarrow \min,$$

де $t_{ТО}$ - тривалість виконання технічного огляду, хв.;

$t_{пос.}$ - тривалість посадки пасажирів, хв.;

$t_{вис.}$ - тривалість висадки пасажирів, хв.;

$t_{мит.}$ - тривалість митних процедур, хв.;

$t_{пер.візк.}$ - перестановка візків на прикордонних станціях, хв.;

$t_{п.-б.}$ - виконання поштово-багажних операцій, хв.;

$t_{зм.лок.}$ - час на зміну локомотива та випробування гальм, хв.;

UA 76548 U

$t_{змс.к.ладу}$ - час на відчеплення-причеплення груп вагонів або окремих вагонів.

Загальна тривалість операцій по відправленню пасажирських поїздів на початкових та кінцевих станціях визначається затратами часу на посадку (висадку) пасажирів, де мінімальна необхідна тривалість $t_{пос.}$, хв.:

$$t_{пос.} = \frac{\frac{a_{max} \cdot t_{пас.} + \frac{l_{пр}}{v_{пас.}} + t_{інт.п.}}{n}}{60},$$

де a_{max} - число місць у вагоні при максимальній місткості, пас.;

$t_{пас.}$ - середній час на посадку одного пасажирів у вагон, с;

n - число тамбурів, що відкриваються, у вагоні;

$l_{пр}$ - середня відстань проходу пасажирів до вагона, м;

$v_{пас.}$ - швидкість руху пасажирів, м/с;

$t_{інт.п.}$ - період часу від закінчення посадки до відправлення поїзда, с.

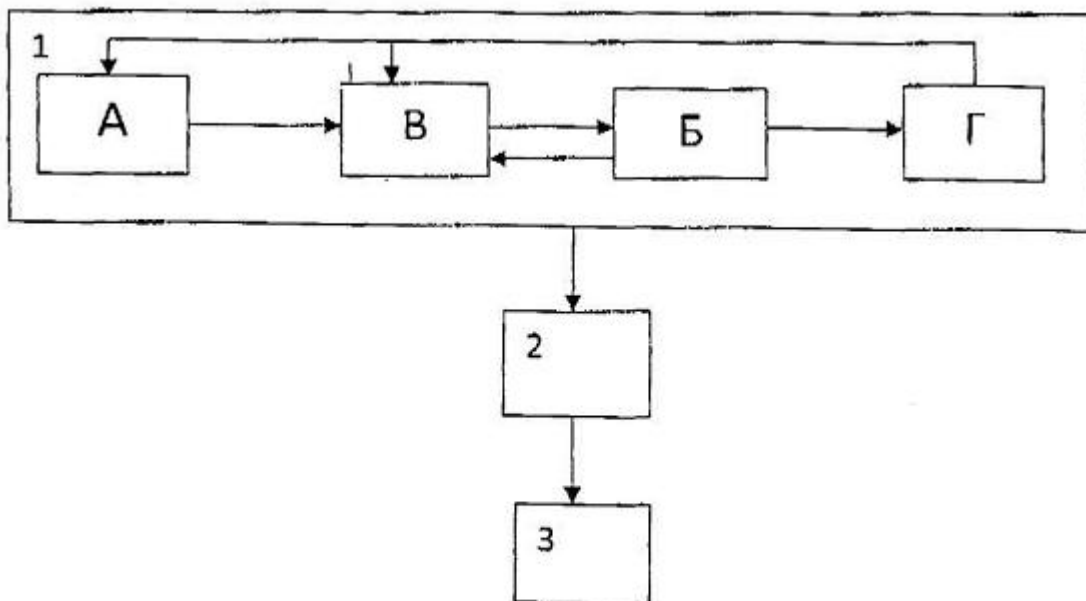
для $t_{вис.}$:

$$t_{вис.} = \frac{\frac{a_{max} \cdot t_{вис.} + t_{інт.п.}}{n}}{60},$$

де $t_{вис.}$ - середній час на висадку одного пасажирів з вагона, с;

$t_{інт.п.}$ - період часу від закінчення висадки до відправлення поїзда, с.

результати моделювання технології обробки пасажирських вагонів відображаються на екрані АРМу інженера-графіста.



Фіг. 1

Корисна модель належить до галузі залізничного транспорту, а саме до визначення вхідної інформації у вигляді часу прибуття та відправлення пасажирських поїздів на/з пасажирської станції оперативними працівниками залізничного транспорту для встановлення оптимального часу знаходження пасажирських поїздів на території пасажирської станції за допомогою імітаційного моделювання, та на основі отриманої інформації розробки графіка руху пасажирських поїздів.

Відома корисна модель "Автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера" (див. патент UA 66788 кл. B61L 27/00, G06F 7/00, G06N 7/00, 2012 Автоматизоване робоче місце поїзного диспетчера), що містить комп'ютер, пристрій відображення інформації, засоби зв'язку для отримання інформації. Технічний результат, який досягається при вирішенні поставленої задачі, допомагає мінімізувати експлуатаційні витрати на перевезення за рахунок скорочення простоїв вагонів на станціях. Але дана автоматизована система не враховує операції з пасажирськими поїздами, а скорочення простоїв пасажирських вагонів на станціях слідування особливо актуально на фоні їхньої суттєвої недостачі.

Відома автоматизована система для визначення ресурсозберігаючої технології за допомогою імітаційного моделювання (див. патент UA 68848 кл. B61L 27/00, B61L 25/00, B61L 15/00, 2012 Автоматизована система для визначення ресурсозберігаючої технології за допомогою імітаційного моделювання), яка містить автоматизоване робоче місце інженера служби перевезень залізниці, засоби технічного розвитку станцій у вузлах залізничної мережі, екран відображення інформації, пристрій введення початкової інформації. Корисна модель визначає тривалість і послідовність виконання операцій працівниками залізничного транспорту за допомогою імітаційного моделювання у мережах Петрі. Технічним рішенням виступає графік руху вантажних поїздів для відправницьких і ступеневих маршрутів. Недоліком відомої системи є неможливість її реалізації у сфері пасажирських перевезень. Розглянута автоматизована система базується на відомій електронній системі управління (С. Grayley. Railway Technical Review, 2005. - № 3. - Р. 31-34. Інтернет-технологии в управлении инфраструктурой [Электронный ресурс] / Железные дороги мира, № 03, 2006. - Режим доступа: [www/URL: http://www.css-rzd.ru/zdm/2006-03/05170.htm](http://www.css-rzd.ru/zdm/2006-03/05170.htm). - Загл. с экрана), яка полягає в тому, що компанія Vossloh IT розробила систему Access Plan для обробки заявок перевізників вантажу на виділення нитки графіка, яка може використовуватися як для довгострокового, так і для короткострокового планування використання інфраструктури, також є можливість направити заявки на виділення вікон для проведення ремонтно-профілактичних робіт на полігоні залізничних ліній. До того ж є можливість виявлення конфліктних ситуацій при введенні нової або коректуванні існуючої нитки графіка руху і відображення варіантів узгодження з існуючим графіком. Недоліком даної системи є те, що відсутня можливість використання електронної системи управління для організації пасажирських перевезень, залізниця може отримувати заявки від клієнтів-пасажирів та туристичних компаній, які організують переміщення організованих груп туристів, для виділення нитки графіка руху пасажирського поїзда, або курсування пасажирського вагона, який буде причіплятися до графікових пасажирських поїздів з урахуванням побажань про зупинки та час руху. Дані система є найбільш близькою до корисної моделі, що заявляється, за технічною суттю і призначенням, тому вона вибрана за прототип.

Задачею, поставленою в основу корисної моделі, є удосконалення автоматизованої системи для можливості її використання у сфері пасажирських перевезень. Поставлена задача вирішується тим, що додатково вводиться блок, який за своїм призначенням враховує паралельність виконання технологічних операцій на пасажирській станції, та забезпечує можливість аналізу часу обробки пасажирських поїздів, що особливо важливо на першому етапі розробки графіка, руху поїздів, також з'являється можливість аналізу технології обробки пасажирських поїздів за критерієм використання вагоно-годин пасажирських вагонів.

Перед складанням графіка руху пасажирських поїздів Головне пасажирське управління сумісно з пасажирськими службами залізниць, окремо по кожній нитці пасажирського поїзда визначає, який час відправлення (прибуття) зберегти (змінити) у новому графіку.

Як відомо, розробка нових і коректування діючих розкладів здійснюється у три етапи: 1 - аналіз діючого розкладу пасажирських поїздів по кожному напрямку по головній станції напрямку; 2 - розробка ескізу графіка руху поїздів для основних напрямків; 3 - докладне прокладання пасажирських поїздів на дільницях. Перший етап є найважливішим, бо саме від нього залежать наступні етапи і результуючий графік руху поїздів.

Аналіз діючих розкладів пасажирських поїздів на напрямку і визначення точок прибуття і відправлення поїздів по головній (визначальній) станції напрямку, такій як Київ, Харків, прикордонні станції тощо, повинен базуватися на визначенні оптимального часу знаходження пасажирського поїзда на вказаній станції, тобто часу його технологічної обробки.

Визначення точок прибуття і відправлення поїздів по головній станції напрямку має задовольняти умовам:

- максимальної зручності для пасажирів під час прибуття і відправлення, а також здійснення пересадки на інші поїзди та транспортні засоби;

5 - забезпечення достатнього часу для виконання комплексу технологічних операцій з підготовки складу у рейс;

- ефективне використання колій відстою пасажирських складів, особливо у пунктах обороту;

- безперешкодне пропускання приміських поїздів у "години пік".

10 Для автоматизованого складання графіка руху поїздів в Україні використовується комплекс програм для персональної ЕОМ типу IBM PC/AT, розроблений ГІОЦ МШС РФ із сумісним з ним автоматизованим робочим місцем (АРМом) інженера-графіста.

Програми розрахунку графіка руху поїздів дозволяють виконувати прокладання поїздів за заданими точками відправлення і/або прибуття поїздів, які вводяться до АРМу інженером-графістом. Усі вхідні дані повинні бути реальними, заснованими на прогресивних методах роботи і ресурсозберігаючих технологіях.

20 До інформаційної системи АРМ інженера-графіста надходить інформація про час прибуття/відправлення пасажирських поїздів по кожній нитці графіка у вигляді відомості пасажирських поїздів, яку можна коректувати і знову вводити. Після цього проводиться декілька експериментів по дослідженню роботи пасажирських станцій з використанням імітаційної моделі. Результатами моделювання є множина t часів знаходження пасажирських поїздів на станції (час стоянки), що забезпечує переробку запланованого обсягу вагонів. Тривалість стоянки залежить від тривалості технологічних операцій на станції, більшість яких виконуються паралельно, тобто від максимально тривалої операції:

$$25 \quad T = f(t_{TO}; t_{пос.}; t_{вис.}; t_{мит.}; t_{пер.візк}; t_{п.-б.}; t_{зм.лок.}; t_{зм.складу}) \rightarrow \min ,$$

де t_{TO} - тривалість виконання технічного огляду, хв.;

$t_{пос.}$ - тривалість посадки пасажирів, хв.;

$t_{вис.}$ - тривалість висадки пасажирів, хв.;

$t_{мит.}$ - тривалість митних процедур, хв.;

30 $t_{пер.візк}$ - перестановка візків на прикордонних станціях, хв.;

$t_{п.-б.}$ - виконання поштово-багажних операцій, хв.;

$t_{зм.лок.}$ - час на зміну локомотива та випробування гальм, хв.;

$t_{зм.складу}$ - час на відчеплення-причеплення груп вагонів або окремих вагонів.

35 Загальна тривалість операцій по відправленню пасажирських поїздів на початкових та кінцевих станціях визначається затратами часу на посадку (висадку) пасажирів.

Мінімальна необхідна тривалість $t_{пос.}$, хв.:

$$t_{пос.} = \frac{a_{max} \cdot t_{пас.} + \frac{l_{пр}}{v_{пас.}} + t_{інт.п.}}{60} ,$$

де a_{max} - число місць у вагоні при максимальній місткості, пас.;

$t_{пас.}$ - середній час на посадку одного пасажирів у вагон, с;

40 n - число тамбурів, що відриваються у вагоні;

$l_{пр}$ - середня відстань проходу пасажирів до вагона, м;

$v_{пас.}$ - швидкість руху пасажирів, м/с;

$t_{інт.п.}$ - період часу від закінчення посадки до відправлення поїзда, с (від моменту звертання провідника до проводяючих з проханням покинути вагон).

45 Для $t_{вис.}$:

$$t_{вис.} = \frac{a_{max} \cdot t_{вис.} + t_{інт.п.}}{60} ,$$

де $t_{вис.}$ - середній час на висадку одного пасажирів з вагона, с;

$t_{\text{інт.п}}$ - період часу від закінчення висадки до відправлення поїзда, с.

Після отримання результатів моделювання інженер-графіст має прийняти остаточне рішення по вибору часу знаходження поїзда на станції для графіка руху поїздів, що розробляється, з множини варіантів, що була отримана під час імітаційного моделювання за

критерієм мінімуму витрат вагоно-годин пасажирських вагонів.

Рішення приймається виходячи з того, що час обробки поїзда повинен забезпечувати раціональне співвідношення між витратами вагоно-годин і раціональним використанням інфраструктури пасажирської станції.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення автоматизованої системи, за рахунок введення нового блока для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів, яка дозволить визначити раціональну технологію обробки пасажирських поїздів різних категорій на пасажирській станції та пасажирській технічній станції (що представляють собою пасажирський комплекс), яка має мінімальні обсяги вагоно-годин простою пасажирських вагонів за рахунок введення додаткового блока для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів. Запропонована система додатково дасть можливість проаналізувати завантаження окремих елементів пасажирської станції та пасажирської технічної станції, визначити "вузькі місця" та провести інший аналіз з використанням графічного інтерфейсу користувача системи.

Поставлена задача вирішується введенням нового блока в автоматизовану систему для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів, який складається із АРМ інженера-графіста, блока виведення результатів моделювання, блока імітаційного моделювання роботи пасажирського комплексу та блока прийняття рішення, причому блок для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів за допомогою імітаційної моделі побудований за принципами моделювання у мережах Петрі.

Як елементи мережі виступають пасажирські поїзди, вагони та технічне устаткування станції (наприклад колії станції, маневрові та поїзні локомотиви, бригади пункту технічного огляду, пункту навантаження/вивантаження пошти та багажу тощо), за допомогою якого виконується обробка пасажирських поїздів. Кожний з елементів мережі має окремі правила спрацювання та взаємодії з іншими елементами, а також параметри, що формують час спрацювання. При моделюванні використовується модельний час, що відповідає одній хвилині реального часу. Враховується паралельність операцій, що виконуються.

Для кожного з періодів часу з множини часів знаходження пасажирських вагонів (t), що отримані в результаті імітаційного моделювання, можливо обчислити витрати вагоно-годин V .

$$V = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (V_{eji} - V_{sji}),$$

де I - множина пасажирських вагонів, що потрапляють на станцію та обробляються (вагони у складі транзитних поїздів без зміни локомотива та зміни складу, транзитних зі зміною складу та зміною локомотива, пасажирських свого формування по прибутті, пасажирських свого формування по відправленню тощо);

J - множина операцій, що виконується з i -тим вагоном (технічний "огляд, навантаження/вивантаження пошти та багажу, посадка/висадка пасажирів тощо);

V_{sji} - час початку виконання j -ї операції над i -тим вагоном;

V_{eji} - час закінчення виконання j -ї операції над i -тим вагоном.

При формуванні множини t у процесі імітаційного моделювання існує можливість використати відомі методи перебору можливих варіантів для визначення мінімального часу обробки пасажирського поїзда на станції. Також можливим є корегування параметрів технології обробки поїзда інженером-графістом перед проведенням імітаційного моделювання.

Вибір варіантів часу прибуття/відправлення поїзда на пасажирську станцію із запропонованим імітаційним моделюванням здійснюється, виходячи з того, що повинні забезпечуватися мінімальні витрати вагоно-годин, з цього слідує, що час знаходження вагонів на станції повинен бути мінімальним. Виходячи з вище наведеного, інженер-графіст порівнює інформацію про час прибуття/відправлення поїздів, яка надходить до нього у вигляді відомості на факт можливості скорочення часу знаходження вагонів відповідного поїзда на станції, у разі наявності такої можливості проводить корегування відомостей і подає на розгляд до Головного пасажирського управління для врахування при складанні нового графіка руху пасажирських поїздів.

В результаті проведення досліджень запропоновано ефективну автоматизовану систему, яка формує технологію визначення часу знаходження пасажирських поїздів на пасажирській

станції з множини можливих, що отримані у результаті імітаційного моделювання. Результати моделювання за допомогою автоматизованої системи технології обробки пасажирських вагонів і рекомендації щодо остаточного вибору варіантів відображаються на екрані АРМу інженера-графіста і можуть бути використані на першому етапі формування нового графіка руху поїздів або для корегування існуючого.

Корисна модель пояснюється кресленням. На кресленні представлена автоматизована система визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів за допомогою імітаційного моделювання:

1 - блок для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів;

2 - блок порівняння отриманої інформації у блоці 1 з інформацією з існуючого графіка руху пасажирських поїздів;

3 - блок формування остаточної інформації для розробки нового графіка руху;

А - АРМ інженера-графіста;

Б - блок імітаційного моделювання роботи пасажирського комплексу;

В - блок виведення результатів моделювання;

Г - блок прийняття рішення.

Автоматизована система працює наступним чином.

До АРМу інженера-графіста (А) вводиться інформація про пасажирський поїзд, час прибуття (відправлення) якого перевіряється (фіг. 1). Після цього формується множина t (В) з часу обробки відповідного поїзда на пасажирській станції, сформована за допомогою використання імітаційної моделі пасажирського комплексу (Б), інженер-графіст приймає рішення по вибору оптимального часу прибуття (відправлення) вказаного поїзда за принципом мінімізації вагоно-годин знаходження пасажирських вагонів у складі пасажирського поїзда на станції (Г). Після прийняття рішення інженер-графіст порівнює отриману інформацію з інформацією у відомості часу прибуття (відправлення) поїздів за діючою формою (2). Якщо час знаходження вагонів на станції, отриманий у результаті імітаційного моделювання, менше наведеного у діючій відомості, то для формування нової приймаємо результат моделювання, якщо ні, залишаємо без змін (3). У результаті формується попередня відомість часів прибуття/відправлення пасажирських поїздів на/з пасажирської станції для нового графіка руху поїздів. На основі отриманих даних складається графік руху поїздів. Для подальшої взаємодії з клієнтами (пасажирів, туристичні оператори тощо), які потребують виділення нової нитки графіка для руху спеціального туристичного поїзда чи орендованого для власних потреб або формування розкладу просування окремих орендованих пасажирських вагонів, які планується причіпляти до пасажирських графікових поїздів, подається заявка у вигляді документа Excel. Кожній туристичній компанії встановлюється програмне забезпечення по типу Train Plan, що підтримує процедуру складання графіка руху поїздів, та Access Plan, що являє собою систему електронного управління попитом та пропозицією, але пристосованих до пасажирського руху, заснованих на технології Web-сервісів, які використовують мову розмітки XML та протокол SOAP. Тобто як Web-клієнт буде виступати туроператор, надсилаючи протокол HTTPS за допомогою мережі Інтернет, відбувається обробка заявок і пропозицій по протоколу, після цього відбувається перевірка клієнтського сертифікату і заявка потрапляє до Головного пасажирського управління. Кожний запит обробляється і туроператору надсилається відповідь про можливі способи реалізації запиту. Після проведеного узгодження інтересів туроператора та Головного пасажирського управління проводиться розробка остаточного графіка руху з визначенням вхідної інформації за допомогою запропонованої вище автоматизованої системи.

Технічний результат, який досягається при вирішенні поставленої задачі і використанні запропонованої системи, полягає у мінімізації експлуатаційних витрат на перевезення пасажирів залізницями за рахунок скорочення часу знаходження пасажирських вагонів на станціях в очікуванні відправлення (економія вагоно-годин простоїв), що вирішує проблему нестачі пасажирських вагонів та узгоджує взаємодію залізниці з туристичними операторами для відродження і розвитку залізничного туризму із України.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Автоматизована система, яка складається з автоматизованого робочого місця інженера-графіста, засобів технічного розвитку станцій залізничної мережі, екрана відображення інформації, пристрою введення початкових даних, яка **відрізняється** тим, що додатково містить блок для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів, який складається із АРМ інженера-графіста, блока виведення результатів

моделювання, блока імітаційного моделювання роботи пасажирського комплексу та блока прийняття рішення, причому блок для визначення вхідної інформації для розробки графіка руху пасажирських поїздів за допомогою імітаційної моделі побудований за принципами моделювання у мережах Петрі, де як елементи мережі виступають пасажирські поїзди, вагони та технічне устаткування станції, за допомогою якого виконується обробка пасажирських поїздів, кожний з елементів мережі має окремі правила спрацювання та взаємодії з іншими елементами, а також параметри, що формують час спрацювання, при моделюванні використовується модельний час, що відповідає одній хвилині реального часу, та враховується паралельність операцій, що виконуються, для кожного з періодів часу з множини t , що отримані в результаті імітаційного моделювання, можливо обчислити витрати вагоно-годин V пасажирських вагонів,

$$V = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} (V_{eji} - V_{sji}),$$

де I - множина пасажирських вагонів, що потрапляють на станцію та обробляються (вагони у складі транзитних поїздів без зміни локомотива та зміни складу, транзитних зі зміною складу та зміною локомотива, пасажирських свого формування по прибутті, пасажирських свого формування по відправленню тощо);

J - множина операцій, що виконується з i -тим вагоном (технічний огляд, навантаження/вивантаження пошти та багажу, посадка/висадка пасажирів тощо);

V_{sji} - час початку виконання j -ї операції над i -тим вагоном;

V_{eji} - час закінчення виконання j -ї операції над i -тим вагоном;

тривалість стоянки залежить від тривалості технологічних операцій на станції, більшість яких виконуються паралельно, тобто від максимально тривалої операції:

$$T = f(t_{TO}; t_{пос.}; t_{вис.}; t_{мит.}; t_{пер.візк.}; t_{п.-б.}; t_{змлок.}; t_{змскладу}) \rightarrow \min,$$

де t_{TO} - тривалість виконання технічного огляду, хв.;

$t_{пос.}$ - тривалість посадки пасажирів, хв.;

$t_{вис.}$ - тривалість висадки пасажирів, хв.;

$t_{мит.}$ - тривалість митних процедур, хв.;

$t_{пер.візк.}$ - перестановка візків на прикордонних станціях, хв.;

$t_{п.-б.}$ - виконання поштово-багажних операцій, хв.;

$t_{змлок.}$ - час на зміну локомотива та випробування гальм, хв.;

$t_{змскладу}$ - час на відчеплення-причеплення груп вагонів або окремих вагонів.

загальна тривалість операцій по відправленню пасажирських поїздів на початкових та кінцевих станціях визначається затратами часу на посадку (висадку) пасажирів, де мінімальна необхідна тривалість $t_{пос.}$, хв.:

$$t_{пос.} = \frac{a_{max} \cdot t_{пас.} + \frac{l_{пр}}{v_{пас.}} + t_{инт.п.}}{60},$$

де a_{max} - число місць у вагоні при максимальній місткості, пас.;

$t_{пас.}$ - середній час на посадку одного пасажирів у вагон, с;

n - число тамбурів, що відкриваються, у вагоні;

$l_{пр}$ - середня відстань проходу пасажирів до вагона, м;

$v_{пас.}$ - швидкість руху пасажирів, м/с;

$t_{инт.п.}$ - період часу від закінчення посадки до відправлення поїзда, с (від моменту звертання провідника до проводячих з проханням покинути вагон)

для $t_{вис.}$:

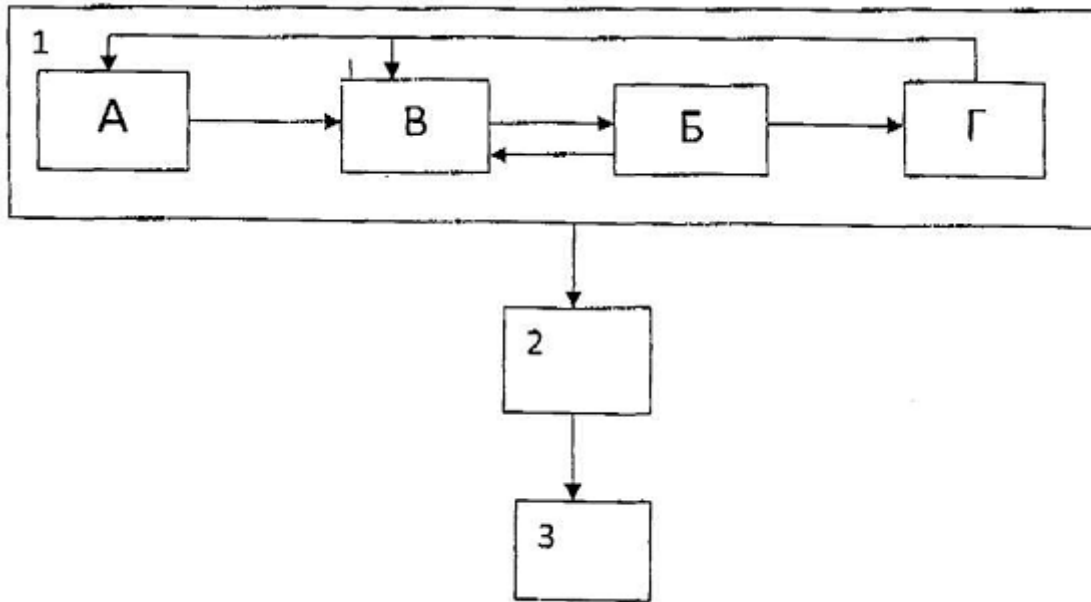
$$t_{вис.} = \frac{a_{max} \cdot t_{вис.} + t_{инт.п.}}{60},$$

де $t_{вис.}$ - середній час на висадку одного пасажирів з вагона, с;

$t_{инт.п.}$ - період часу від закінчення висадки до відправлення поїзда, с,

результати моделювання технології обробки пасажирських вагонів і рекомендації щодо остаточного вибору варіантів відображаються на екрані АРМу інженера-графіста і можуть бути

використані на першому етапі формування нового графіка руху поїздів або для корегування існуючого.



5