

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Ковальов Антон Олександрович

УДК 656.3:656.212.7

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РОБОТИ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ
НЕЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ І ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ
МАГІСТРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2006

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Українській державній академії залізничного транспорту на кафедрі “Управління вантажною і комерційною роботою”, Міністерство транспорту та зв’язку України

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
Котенко Анатолій Миколайович, Українська державна академія залізничного транспорту, кафедра “Управління вантажною і комерційною роботою”, завідувач кафедри

Офіційні опоненти: – доктор технічних наук, професор
Буцько Тетяна Василівна, Української державної академії залізничного транспорту, кафедра “Управління експлуатаційною роботою”, завідувач кафедри

– кандидат технічних наук, доцент
Цегельник Микола Лук’янович, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту, кафедра “Управління експлуатаційною роботою”, доцент кафедри

Провідна установа Київський університет економіки і технологій транспорту, кафедра “Організація перевезень і управління на транспорті”, Міністерство транспорту та зв’язку України, м. Київ

Захист відбудеться “___” _____ 2006 р. о ___ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українській державній академії залізничного транспорту, Україна, 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Української державної академії залізничного транспорту, Україна, 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7

Автореферат розісланий “___” _____ 2006 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

А. Б. Бойнік

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Вступ Відповідно Концепції та Програми реструктуризації залізничного транспорту України, одним із основних напрямків підвищення ефективності роботи залізничного транспорту є прискорення обігу рухомого складу за рахунок зменшення часу при виконанні технологічних операцій. Це передбачає удосконалення існуючих та створення нових технологій роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання.

Актуальність теми Аналіз складових елементів обігу вантажного вагона показав, що найбільша частина обігу (41,5 %) приходить на вантажні операції. Це має велике значення тому, що більша частина обсягів навантаження і розвантаження (близько 90 %) припадає на під'їзні колії промислових підприємств. За 2004 р. в цілому по Укрзалізниці час користування вагонами залишився на рівні 2003 р. і становив 21,6 год. На під'їзних коліях оброблено 8327,9 тис. вагонів, що на 1,5 % менше минулого року.

Це вимагає від залізничного транспорту нових комплексних підходів до покращення технології роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання. Вантажовласники оцінюють якість роботи залізничного транспорту за критеріями доставки вантажу “точно в строк” на основі наскрізного Єдиного технологічного процесу роботи магістрального і промислового залізничного транспорту за умови мінімальних витрат. Але існуючі технології роботи і нормативні документи не в повній мірі враховують інтереси всіх учасників виробничо-транспортного ланцюгу пересування вантажу. Виходячи з наведеного вище актуальною стає задача удосконалення технологій роботи під'їзних колій промислових підприємств і вантажних станцій магістрального транспорту, які поєднують організаційні питання з питаннями раціонального технічного оснащення і кількості технічних засобів, що забезпечує зменшення часу знаходження вагонів на під'їзних коліях і, як наслідок, скорочення обігу вантажного вагона.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами Дисертаційна робота виконувалася у відповідності з Концепцією та Програмою реструктуризації залізничного транспорту України, а також з науково-дослідною роботою „Дослідження впливу експлуатаційних факторів на оборот вантажного вагона та його оптимізація на залізницях України” (№ ДР 0105U000078).

Мета і завдання дослідження Метою дослідження є скорочення обігу парку вантажних вагонів за рахунок удосконалення технології роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання. Поставлена мета визначила наступні задачі дослідження:

- провести аналіз існуючих технологій роботи під'їзних колій промислових підприємств і вантажних станцій магістрального транспорту, виявити основні фактори, які впливають на час знаходження вантажного вагона під технологічними операціями;
- формалізувати технологію роботи на основі створення комплексу стохастичних моделей взаємодії під'їзних колій і станцій примикання при застосуванні наскрізного Єдиного технологічного процесу;
- удосконалити метод вибору оптимального виду доставки вантажу на підприємство;
- розробити метод визначення раціонального часу знаходження вагонів на під'їзних коліях при виконанні операцій;
- удосконалити метод оптимізації технічного оснащення під'їзної колії;
- розробити додаткові функціональні задачі для підтримки прийняття раціональних рішень оперативними працівниками залізниці і працівниками транспортних цехів підприємств;
- провести економічне обґрунтування запропонованих заходів.

Об'єкт дослідження Процес удосконалення технології роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання.

Предмет дослідження Під'їзні колії підприємств і станції магістрального транспорту.

Методи дослідження У роботі використані наступні методи:

- при обробці статистичних даних застосовані методи математичної статистики та теорія ймовірностей;
- при моделюванні процесів у системі “під'їзна колія – станція примикання – дільниці залізниць – станція примикання – під'їзна колія” на основі наскрізного Єдиного технологічного процесу роботи використовувались моделі стохастичного програмування, методи теорії масового обслуговування, методи динаміки середніх та методи теорії мереж Петрі;
- при виборі оптимальної відправки на підприємство використовувались методи теорії запасів.

Наукова новизна одержаних результатів У дисертаційній роботі на основі розробки комплексу моделей розв'язано наукову задачу удосконалення технології роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання шляхом скорочення часу знаходження вагонів на технологічних операціях.

Вперше:

- формалізовано технологію взаємодії промислового та магістрального залізничного транспорту на основі комплексу моделей стохастичного програмування і методу динаміки середніх;

- запропоновано метод визначення раціонального часу знаходження вагонів на під'їзних коліях при виконанні технологічних операцій;
- отримані номограми залежностей, які дозволяють прогнозувати кількість вагонів, що знаходяться на кожній технологічній операції на під'їзній колії.

Удосконалені:

- метод визначення раціонального технічного рівня під'їзної колії на основі моделі технології роботи під'їзної колії і станції примикання;
- метод вибору оптимального виду доставки вантажу на підприємство з урахуванням прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання;
- комплекс задач, що вирішуються на АРМ оперативного персоналу вантажних станцій і транспортних цехів підприємств.

Практичне значення одержаних результатів Організація роботи за наведеними методами дозволила без побудови графічної моделі роботи системи покращити ефективність взаємодії в роботі під'їзних колій та станцій примикання.

Удосконалений метод оптимізації технічного оснащення дозволив зменшити вартість простоїв в системі обслуговування вагонів, скоротити витрати на утримання технічних засобів системи та визволити додаткові навантажувальні ресурси. Доопрацьований метод вибору виду доставки вантажу з урахуванням прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання забезпечує мінімальні експлуатаційні витрати, що відповідають оптимальному режиму функціонування підприємства. Запропоновані методи впроваджуються у вигляді функціональних задач в АРМ оперативного персоналу вантажних станцій і транспортних цехів підприємств.

Результати дисертаційних досліджень впроваджено при корегуванні ЄТП роботи під'їзних колій і станцій примикання Південної залізниці, а також у навчальному процесі УкрДАЗТ при вивченні дисципліни “Управління вантажною і комерційною роботою”, при виконанні науково-дослідних робіт студентів та на ІППК при УкрДАЗТ при підготовці магістрів. Впровадження результатів підтверджено відповідними актами впровадження, що наведені в додатках до дисертаційної роботи.

Особистий внесок здобувача Всі положення і результати, що виносяться на захист, отримані автором самостійно або при його безпосередній участі. У публікаціях у співавторстві автору належать: в роботах [1,2,4] запропоновані математичні моделі взаємодії під'їзних колій і станцій примикання та розроблені диференційні рівняння, в роботі [3] запропоновано метод прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання, в роботі [5] запропоновано метод оптимізації технічного оснащення під'їзної

колії, в роботі [6] запропоновано модель доставки вантажу від відправника до одержувача.

Апробація результатів дисертації Основні положення дисертації доповідались, обговорювались та схвалені на:

- міжнародних науково-технічних конференціях кафедр УкрДАЗТ та працівників залізничного транспорту у 2001–2005 рр.;

- XXXI науково-технічній конференції викладачів, аспірантів та співробітників Харківської державної академії міського господарства (м. Харків, 2002 р.);

- першій науково-практичній конференції Київського університету економіки і технологій транспорту (м. Київ, 2003 р.).

Публікації За темою дисертації опубліковано сім наукових праць у виданнях, що затверджені ВАК України як фахові (одна з них без співавторів).

Структура і обсяг роботи Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків і містить 124 сторінки основного тексту, 34 ілюстрації, 5 таблиць, списку використаних джерел, що включає 132 найменування і 12 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета і задачі досліджень, відображена наукова новизна і практична цінність дисертації.

У першому розділі проведено аналіз існуючих підходів до питань технології роботи під'їзних колій промислових підприємств з магістральним залізничним транспортом та виявлено, що вони не в повній мірі задовольняють сучасним умовам перевезень. Перехід до нових економічних відносин вимагає переглянути деякі, в значній мірі застарілі, положення керівництва перевізним процесом.

Одними з найважливіших факторів, які необхідно враховувати в умовах ринкових відносин є фактори, що торкаються інтересів вантажовласників. До них відносяться: витрати на утримання та технічне оснащення навантажувально-розвантажувальних фронтів, витрати на зберігання запасів та інші. Формуванні взаємовідносин між залізницями і промисловими підприємствами (вантажовласниками) потребує використання системного підходу, який враховує інтереси вантажовідправників та вантажоодержувачів за умови отримання максимального прибутку залізницями.

Дослідження технології роботи під'їзних колій підприємств і вантажних станцій нашли відображення в роботах видатних вчених: В.М.Акулінічева, Г.Ф.Бабушкіна, А.М.Берестового, О.В.Білогурової, В.І.Бобровського, Т.В.Бутько, В.К.Губенка, М.І.Данька, А. Т. Дерибаса, І. В. Жуковицького,

Г. І. Загарія, А. М. Котенка, Л. С. Крохіна, В. К. Мироненка, Є. В. Нагорного, В. Я. Негрея, Г. І. Нечаєва, О. Д. Омельченка, В. В. Повороженка, А. О. Полякова, В. М. Самсонкіна, А. А. Смахова, М. П. Топчієва, Г. В. Ферапонтова, М. Л. Цегельніка, П. О. Яновського, та інших.

На підставі аналізу існуючих технологій роботи під'їзних колій і станцій примикання зроблено висновок, що діючі технології недостатньо враховують динамічний і стохастичний характер роботи системи і не в повній мірі розглянуті питання інформатизації взаємодії промислового і магістрального транспорту.

У другому розділі в вигляді мережі Петрі представлений загальний варіант моделі доставки вантажу від під'їзної колії відправлення до під'їзної колії призначення (від відправника до одержувача).

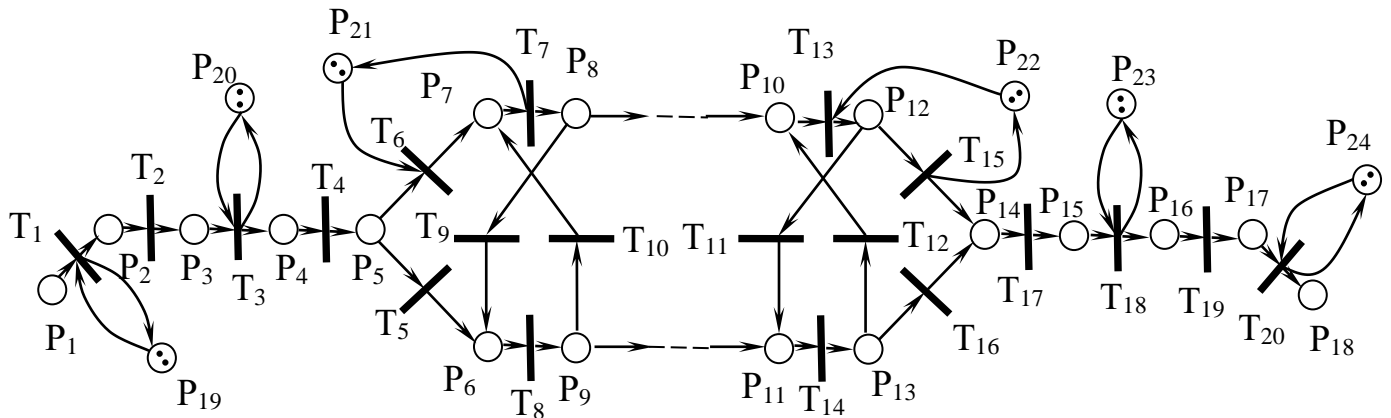


Рис. 1. Модель доставки вантажу від під'їзної колії відправлення до під'їзної колії призначення на основі наскрізного ЄТП

Позиції та переходи системи: P_1 – знаходження вагонів на під'їзній колії відправлення; P_2 – знаходження вагонів на вантажній станції відправлення; P_3 – слідування вагонів з вантажної станції на сортувальну; P_4 – знаходження вагонів на сортувальній станції відправлення; P_5 – слідування вагонів з сортувальної станції до проміжної або дільничної станції; P_6 – знаходження вагонів на першій проміжній станції; P_7 – знаходження вагонів на першій дільничній станції; P_8 – слідування вагонів з першої дільничної станції на першу проміжну або другу дільничну станцію; P_9 – слідування вагонів з першої проміжної станції на першу дільничну або другу проміжну станцію; P_{10} – знаходження вагонів на n-ній дільничній станції; P_{11} – знаходження вагонів на n-ній проміжній станції; P_{12} – слідування вагонів з n-ної дільничної станції на n-ну проміжну станцію або на сортувальну станцію призначення; P_{13} – слідування вагонів з n-ної проміжної станції на n-ну дільничну станцію або на сортувальну

станцію призначення; P_{14} – знаходження вагонів на сортувальній станції призначення; P_{15} – слідування вагонів з сортувальної станції на вантажну станцію; P_{16} – знаходження вагонів на вантажній станції призначення; P_{17} – слідування вагонів з вантажної станції на під'їзну колію призначення; P_{18} – знаходження вагонів на під'їзній колії призначення; P_{19} – наявність вільного маневрового локомотива для переставлення вагонів з під'їзної колії на вантажну станцію призначення; P_{20} – наявність вільного локомотива для доставляння вантажу від вантажної до сортувальної станції відправлення; P_{21} – наявність вільного поїзного локомотива для перевезення вантажу від сортувальної станції відправлення до місця зміни локомотива; P_{22} – наявність вільного поїзного локомотива для перевезення вантажу з місця останньої зміни локомотива до сортувальної станції призначення; P_{23} – наявність вільного локомотива для доставляння вантажу від сортувальної до вантажної станції призначення; P_{24} – наявність вільного маневрового локомотива для доставляння вантажу від вантажної станції до під'їзної колії призначення; T_1 – час слідування з під'їзної колії відправлення на вантажну станцію, що примикає; T_2 – час знаходження вагонів на вантажній станції відправлення; T_3 – час слідування з вантажної станції до сортувальної станції відправлення; T_4 – час знаходження вагонів на сортувальній станції відправлення; T_5 – час слідування від сортувальної станції відправлення до першої дільничної станції; T_6 – час слідування від сортувальної станції відправлення до першої проміжної станції; T_7 – час знаходження вагонів на першій дільничній станції; T_8 – час знаходження вагонів на першій проміжній станції; T_9 – час слідування з першої дільничної станції на першу проміжну станцію; T_{10} – час слідування з першої проміжної станції на першу дільничну станцію; T_{11} – час слідування з n-ної дільничної станції на n-ну проміжну станцію; T_{12} – час слідування з n-ної проміжної станції на n-ну дільничну станцію; T_{13} – час знаходження вагонів на n-ній дільничній станції; T_{14} – час знаходження вагонів на n-ній проміжній станції; T_{15} – час слідування вагонів з n-ної дільничної станції на сортувальну станцію призначення; T_{16} – час слідування вагонів з n-ної проміжної станції на сортувальну станцію призначення; T_{17} – час знаходження вагонів на сортувальній станції призначення; T_{18} – час слідування вагонів з сортувальної станції на вантажну станцію призначення; T_{19} – час знаходження вагонів на вантажній станції призначення; T_{20} – час слідування вагонів з вантажної станції на під'їзну колію призначення.

Представлена на рис. 1 модель є загальною. Для кожного можливого варіанта перевезення складається своя послідовність доставки вантажу.

Аналіз одержаних при моделюванні результатів показав, що значна частина часу знаходження (біля 40 %) приходить на під'їзні колії і вантажні станції.

Для скорочення часу знаходження вагонів на підприємствах запропоновано метод удосконалення технології роботи під'їзних колій і станцій примикання на основі моделі стохастичного програмування з цільовою функцією

$$G_{пк} = C_{в} + C_{пз} + C_{пл} + C_{мл} + C_{врм} + C_{ск} + C_{пк} \rightarrow \min. \quad (1)$$

Система обмежень

$$\left. \begin{array}{l} N_n \geq 0; \\ m_v \geq 0; \\ t_{знах} \leq T_{об}; \\ C_{вч}^{min} \leq C_{вч} \leq C_{вч}^{max}; \\ C_{лч}^{min} \leq C_{лч} \leq C_{лч}^{max}; \end{array} \right\}, \quad (2)$$

де $C_{в}$ – вартість очікування вагонами обслуговування (приймально-здавальних операцій, слідування на під'їзну колію, формування-розформування, подавання і забирання, вантажної операції), грн; $C_{пз}$ – вартість простою бригад прийомоздавальників, грн; $C_{пл}$ – вартість простою поїзних локомотивів, грн; $C_{мл}$ – вартість простою маневрових локомотивів на розформуванні і формуванні составів, подачі і убиранні вагонів, грн; $C_{врм}$ – вартість простою вантажно-розвантажувальної машини, грн; $C_{ск}$ – вартість простою складів, грн; $C_{пк}$ – вартість знаходження вагонів на під'їзній колії під обслуговуванням, грн; $T_{об}$ – раціональний час знаходження вагонів на під'їзній колії, год; $t_{знах}$ – реальний час обслуговування вагонів на під'їзній колії, год; N_n – кількість составів поїздів, які очікують обслуговування; m_v – середня чисельність вагонів на різних технологічних операціях (станах системи).

Всі складові цільової функції залежать від часу знаходження вагонів на технологічних операціях, який є імовірнісне залежним.

Для визначення середніх чисельностей вагонів на кожній технологічній операції побудовані математичні моделі (графи становищ і диференційні рівняння), що відтворюють технологію роботи під'їзних колій різних типів і станцій примикання.

Вагон в процесі переробки на під'їзній колії може знаходитися у наступних станах: M_1 – на станції примикання до слідування на під'їзну колію та після повернення з під'їзної колії на станцію; M_2 – під операціями по прибуттю та відправленню на під'їзну колію та їх очікуванням; M_3 – під прийоми-здавальними операціями та їх очікуванням; M_4 – під операціями по розформуванню-формуванню та їх очікуванням; M_5 – під операціями по розставленню та їх очікуванням; M_6 – під вивантаженням та його очікуванням; M_7 – під навантаженням та його очікуванням; M_8 – під операціями по переставленню та їх очікуванням; M_9 – під збиранням-убиранням та його очікуванням; M_{10} – під накопиченням та його очікуванням.

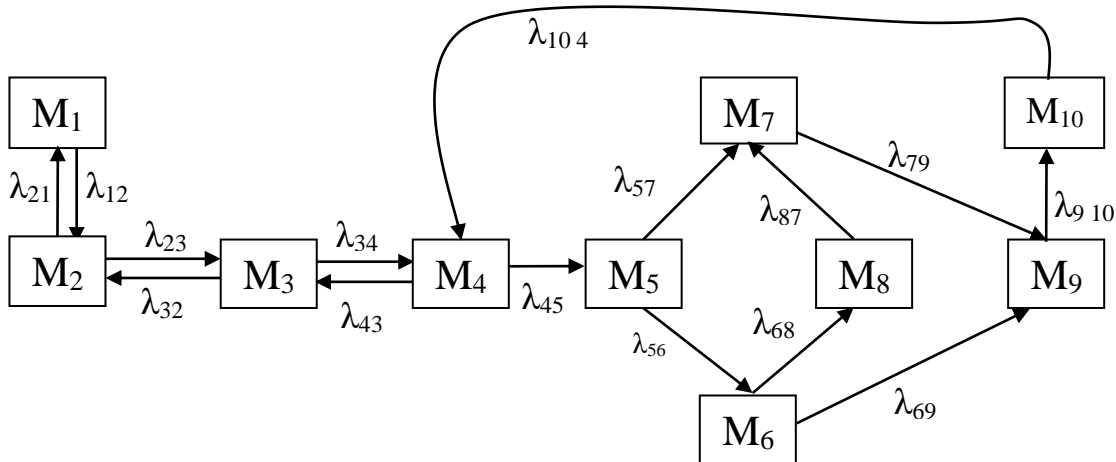


Рис. 2. Розмічений граф станів вантажного вагона на під'їзній колії

Диференціальні рівняння мають вигляд (4).

Рішення системи рівнянь задовольняє нормувальній умові

$$m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7 + m_8 + m_9 + m_{10} = N, \quad (3)$$

де N – загальна чисельність вагонів в системі під'їзної колії.

Після вирішення диференціальних рівнянь на ПЕОМ за допомогою методу Рунге-Кутта-Мерсона отримано графік середніх чисельностей вантажних вагонів на під'їзній колії (рис. 3). За допомогою графіку можливо досліджувати перехідні режими в системі “під'їзна колія – станція примикання”, а також визначати середню чисельність вагонів у кожному стані, час ліквідування черг і виходу системи в стаціонарний режим роботи при заданому технічному оснащенні і обсязі вагонопотоків.

$$\left. \begin{aligned}
 \frac{dm_1}{dt} &= -\lambda_{12}m_1 + \lambda_{21}m_2; \\
 \frac{dm_2}{dt} &= \lambda_{12}m_1 - (\lambda_{21} + \lambda_{23})m_2 + \lambda_{32}m_3; \\
 \frac{dm_3}{dt} &= \lambda_{23}m_2 - (\lambda_{32} + \lambda_{34})m_3 + \lambda_{43}m_4; \\
 \frac{dm_4}{dt} &= \lambda_{34}m_3 - (\lambda_{43} + \lambda_{45})m_4 + \lambda_{104}m_{10}; \\
 \frac{dm_5}{dt} &= \lambda_{45}m_4 - (\lambda_{56} + \lambda_{57})m_5; \\
 \frac{dm_6}{dt} &= \lambda_{56}m_5 - (\lambda_{68} + \lambda_{69})m_6; \\
 \frac{dm_7}{dt} &= \lambda_{57}m_5 - \lambda_{79}m_7 + \lambda_{87}m_8; \\
 \frac{dm_8}{dt} &= \lambda_{68}m_6 - \lambda_{87}m_8; \\
 \frac{dm_9}{dt} &= \lambda_{69}m_6 + \lambda_{79}m_7 - \lambda_{910}m_9; \\
 \frac{dm_{10}}{dt} &= \lambda_{910}m_9 - \lambda_{104}m_{10}.
 \end{aligned} \right\} (4)$$

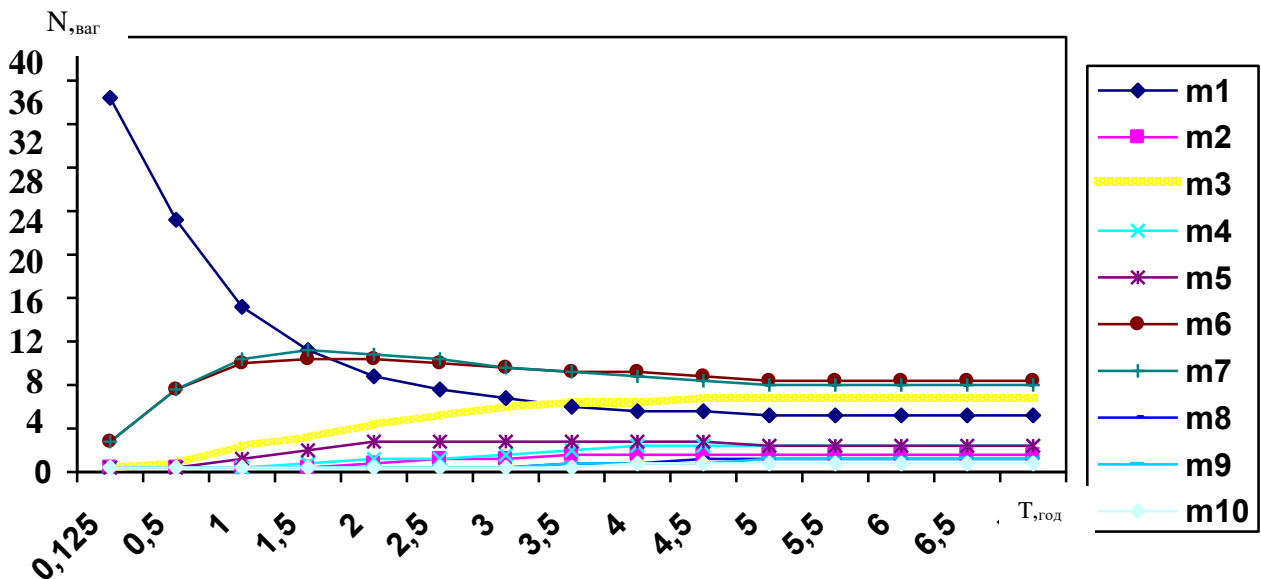


Рис. 3. Графік середніх чисельностей вагонів на під'їзній колії:

m_1 – середня чисельність вагонів на станції примикання, m_2 – середня чисельність вагонів по прибуванню та відправленню на під'їзну колію; m_3 – середня чисельність вагонів під прийомоздавальними операціями; m_4 – середня чисельність вагонів під операціями по розформуванню-формуванню; m_5 – середня чисельність вагонів під операціями по розставленню; m_6 – середня чисельність вагонів під вивантаженням; m_7 – середня чисельність вагонів під навантаженням; m_8 – середня чисельність вагонів під операціями по переставленню; m_9 – середня чисельність вагонів під збиранням-убиранням; m_{10} – середня чисельність вагонів під накопиченням

У третьому розділі наведено метод вибору виду доставки вантажу на промислові підприємства (дрібні, контейнерні, вагонні, маршрутні відправки, збірний вагон, збірний контейнер).

Оптимальний розмір партії вантажу, що доставляється, залежить від обсягу попиту, витрат з доставки та витрат із зберігання запасу.

Критерієм оптимальності обрано мінімум витрат з доставки та зберігання. Витрати з доставки вантажу при збільшенні розміру замовлення зменшуються, у зв'язку з тим, що перевезення здійснюються більшими партіями та, відповідно, кількість відправлень зменшується.

Використовуючи математичні підходи, викладені Р. Акоф і М. Сасієні стосовно підприємства, введемо такі визначення:

R_1 – витрати на зберігання 1 т вантажу на одну добу, грн; R_2 – збитки від дефіциту 1 т вантажу, грн; R_3 – витрати на доставку вантажу на підприємство за один цикл зміни запасу (з урахуванням виду доставки вантажу), грн.

Загальні річні витрати, зв'язані з доставкою та зберіганням вантажу становлять

$$R = \frac{365 \left\{ R_1 Q_{\max} \left[\frac{1}{2} (t_1 + t_3) + t_2 \right] + R_2 W_{\max} (t_4 + t_5 + t_6) + R_3 \right\}}{(t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6)} \rightarrow \min \quad (5)$$

з системою обмежень

$$\left. \begin{array}{l} N > 0; \\ Z > 0; \\ P \geq P_{\min}, \end{array} \right\}, \quad (6)$$

де Z – норма заявок на перевезення вантажу, т; N – кількість відправок одного виду на підприємство; P_{\min} – мінімальна вагова норма для кожного виду

доставки вантажу, т; Q_{\max} – максимальний запас вантажу на підприємстві, т;
 W_{\max} – максимальний дефіцит вантажу, т; $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6$ – інтервали часу згідно з рис. 4, год.

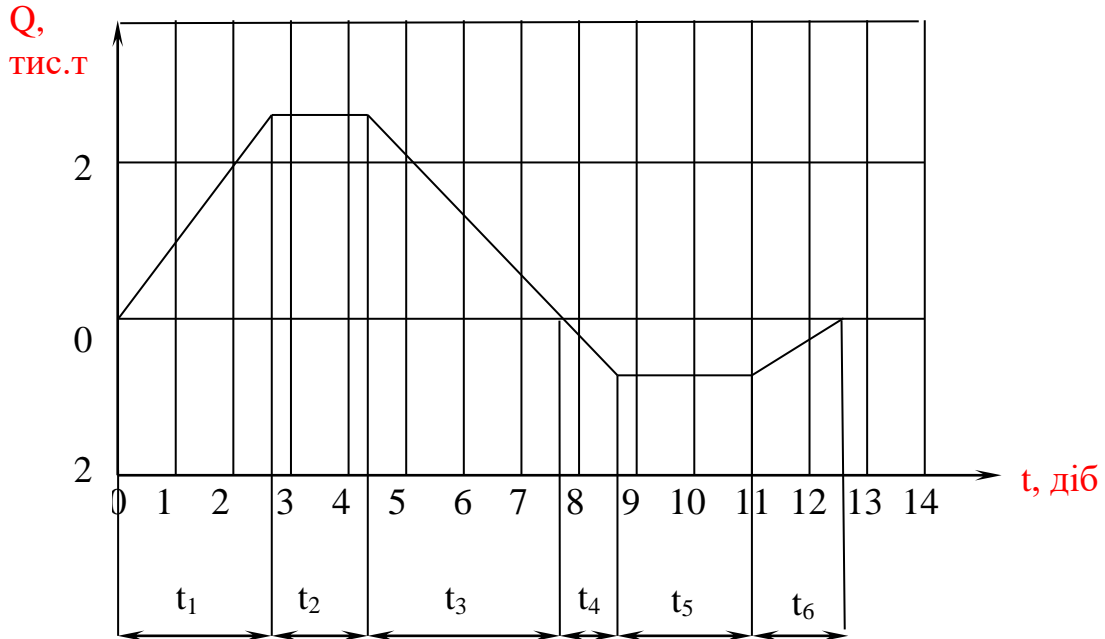


Рис. 4. Діаграма накопичення і реалізації вантажу:

t_1 – час накопичення вантажу на підприємстві, t_2 – час зберігання вантажу; t_3 – час реалізації вантажу; t_4 – час накопичення дефіциту вантажу; t_5 – час постійного дефіциту вантажу; t_6 – час ліквідації дефіциту вантажу.

Витрати на доставку вантажу на підприємство за один цикл зміни запасу

$$R_3 = NR_3^1, \quad (7)$$

де R_3^1 – вартість доставки однієї відправки на підприємство, грн.

Визначаємо розмір максимального запасу як

$$Q_{\max} = t_1(G - Z) = t_3Z, \quad (8)$$

де G – темпи доставки вантажу на підприємство, т/добу, $G = NP$; (9)

P – статичне навантаження однієї відправки (вагонної чи контейнерної) або маса дрібної відправки, т/ваг.

Виходячи з цього

$$t_1 = \frac{t_3 Z}{G - Z}. \quad (10)$$

Для розрахунку дефіциту застосовуємо формулу

$$W_{\max} = t_4 Z = t_5 (G - Z). \quad (11)$$

Змінюючи кількість відправок та їх вид, інтервали часу, можна на основі прогнозування заявок на перевезення встановити мінімальне значення загальних витрат і оптимальний режим функціонування системи, який буде відповідати найбільш економічному виду відправки.

У четвертому розділі наведено методи нормування часу знаходження вагонів на підприємстві та методи оптимізації технічного оснащення під'їзної колії.

Нормування вагоно-годин підприємствам

$$N_{\text{гз}} = T_{\text{об}} n, \quad (12)$$

де n – вагонообіг підприємства, ваг/добу; N – норма вагоно-годин для підприємства; $T_{\text{об}}$ – раціональний час знаходження вагона на під'їзній колії, год.

За новими методами час знаходження вагона на під'їзній колії, яка обслуговується локомотивом станції

$$T_{\text{об}} = K \left[\sum (Q_n t_n) + \sum (Q_{\text{г}} t_{\text{г}}) \right] / (\sum Q_n + \sum Q_{\text{г}}) + (t_{\text{прсд}} + 2t_{\text{неп}} + t_p + t_{\text{ф}}) / (m + n), \quad (13)$$

де K – коефіцієнт обсягу роботи, який враховує число фронтів навантаження і вивантаження, збільшення часу на навантаження і вивантаження вагонів у зв'язку зі збільшенням обсягу роботи (визначається емпіричним шляхом в залежності від обсягу роботи по підприємствам, які виробляють однакову продукцію і які мають сучасну технологію, маневрові засоби, що забезпечують заданий обсяг роботи); $\sum (Q_n t_n)$ – вагоно-години на навантаження; $\sum (Q_n t_n) = \sum (Q_n^{\text{нг}} t_n^{\text{нг}}) + \sum (Q_n^{\text{нл}} t_n^{\text{нл}}) + \sum (Q_n^{\text{кп}} t_n^{\text{кп}}) + \dots;$ (14)

$\sum(Q_{\epsilon}t_{\epsilon})$ – вагоно-години на вивантаження;
 $\sum(Q_{\epsilon}t_{\epsilon}) = \sum(Q_{\epsilon}^{n\epsilon}t_{\epsilon}^{n\epsilon}) + \sum(Q_{\epsilon}^{nl}t_{\epsilon}^{nl}) + \sum(Q_{\epsilon}^{kp}t_{\epsilon}^{kp}) + \dots;$ (15)
 $\sum Q_n$ та $\sum Q_{\epsilon}$ – річні обсяги навантаження і вивантаження, ваг.; t_{npsc} – час на прийомоздавальні операції, год; t_{nep} – час на пересування вагонів на під'їзній колії, год; t_p та t_{ϕ} – час на розформування і формування состава, год; m та n – кількість навантажених і вивантажених вагонів на під'їзній колії впродовж однієї подачі і забирання вагонів, ваг.; $Q_n^{n\epsilon}, Q_n^{nl}, Q_n^{kp}$ – річні обсяги навантаження піввагонів, критих вагонів, платформ і т. ін. по всіх видах вантажів, ваг.; $Q_{\epsilon}^{n\epsilon}, Q_{\epsilon}^{nl}, Q_{\epsilon}^{kp}$ – річні обсяги вивантаження піввагонів, критих вагонів, платформ і т. ін. по всіх видах вантажів, ваг.; $t_n^{n\epsilon}, t_n^{nl}, t_n^{kp}$ та $t_{\epsilon}^{n\epsilon}, t_{\epsilon}^{nl}, t_{\epsilon}^{kp}$ – час на навантаження і вивантаження вантажів з одного піввагона, критого вагона, платформи і т. ін., з урахуванням підготовчо-заключного і допоміжного часу (визначається для кожного виду вантажу, виходячи з вимог використання вантажопідйомності та місткості вагонів та ступені розвитку в країні технології, засобів механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт), год.

При встановленні часу знаходження вагонів на під'їзних коліях підприємств, що обслуговуються власними локомотивами, для вагонів з однією операцією

$$T_{об} = \frac{\sum(Q_{n(\epsilon)}t_{n(\epsilon)})}{\sum Q_{n(\epsilon)}} K + \frac{1}{n}(t_{npsc} + 2t_{nep} + t_p + t_{\phi}). \quad (16)$$

Система передбачає, що на позанормативні простой вагонів на під'їзних коліях нараховуються штрафи, стимулюючі скорочення простоїв вагонів. При цьому, якщо підприємство достроково повертає вагони на станцію, то залізниця виплачує підприємству установлений розмір плати. Значення коефіцієнту нормування змінюється при створенні нових, більш прогресивних технологій роботи промислового транспорту, високопродуктивних НРМ та маневрових засобів.

Для визначення економічної доцільності впровадження запропонованих методів удосконалення технології роботи під'їзних колій промислових підприємств і станцій примикання порівняні показники роботи під'їзних колій з існуючим технічним оснащенням і розрахованим за наступними методами.

Вартість очікування вагонами обслуговування

$$C_6 = 365 C_{62} (m_{ct} t_{ct}^{nk} + m_{npв} t_{npв}^{nk} + m_{nz} t_{nz}^{nk} + m_{pф} t_{pф}^{nk} + m_p t_p^{nk} + \\ + m_{вив} t_{вив}^{nk} + m_{нав} t_{нав}^{nk} + m_{пер} t_{пер}^{nk} + m_{зб} t_{зб}^{nk} + m_{нак} t_{нак}^{nk} +) + C_{ym} , \quad (17)$$

де C_{62} – вартість вагоно-години простою, грн; t_{ct}^{nk} , $t_{npв}^{nk}$, t_{nz}^{nk} , $t_{pф}^{nk}$, t_p^{nk} , $t_{вив}^{nk}$, $t_{нав}^{nk}$, $t_{пер}^{nk}$, $t_{нак}^{nk}$, $t_{зб}^{nk}$ – відповідно тривалість очікування подавання на станції примикання, обслуговування по прибуттю та відправленню, обслуговування бригадами прийомоздавачів, розформування-формування, розставлення, вивантаження, навантаження, переставлення, накопичення та збирання – забирання вагонів, год; C_{ym} – вартість утримання колій у парку приймання і сортувальному парку, необхідних для чекання обслуговування, розформування (формування), вантажних операцій, грн;

$$C_{ym} = 365 (t_{pф}^{nk} + t_{зб}^{nk} + t_{го}^{nk}) / 24 N_n N_6 L_6 C_{нк1}, \quad (18)$$

N_n – кількість поїздів, які очікують обслуговування; N_6 – кількість вагонів у складі поїзда; $t_{го}^{nk}$ – очікування вантажних операцій, год;
 $t_{го}^{nk} = t_{врм}^{nk} + t_{ск}^{nk}$, (19)

L_6 – умовна довжина вагона, м; $C_{нк1}$ – вартість утримання одного метра колії за добу, грн; C_{nz} – вартість простою бригад прийомоздавачів, грн;
 $C_{nz} = 365 C_{nz1} N_{nz} t_{он}$, (20)

C_{nz1} – вартість однієї години простою бригад прийомоздавачів, грн;
 N_{nz} – кількість бригад, які чекають роботу; $t_{он}$ – тривалість очікування роботи бригадами прийомоздавачів, год; C_{nl} – вартість простою поїзних локомотивів, грн; $C_{nl} = 365 C_{nl1} N_{nl} t_{nl}$, (21)

C_{nl1} – вартість локомотиво-години простою поїзних локомотивів, грн;
 t_{nl} – тривалість простою поїзних локомотивів, год; N_{nl} – число поїзних локомотивів, які очікують роботу; $C_{мл}$ – вартість простою маневрових локомотивів на розформуванні і формуванні составів, подачі і убиранні вагонів, грн; $C_{мл} = 365 C_{мл1} N_{мл} (t_{млрф} + t_{млту})$, (22)

$C_{мл1}$ – вартість локомотиво-години простою маневрових локомотивів, грн; $t_{млрф}$, $t_{млту}$ – тривалість очікування роботи маневровими локомотивами, год; $N_{мл}$ – число маневрових локомотивів, які чекають роботу; $C_{врм}$ – вартість простою вантажно-розвантажувальної машини, грн;

$$C_{врм} = 365 N_{врм} t_{врм} C_{мг}, \quad (23)$$

$N_{врм}$ – число вантажно-розвантажувальних машин, які обслуговують вантажний фронт; $t_{врм}$ – тривалість очікування ВРМ, год; $C_{мг}$ – вартість машино-години ВРМ, грн; $C_{ск}$ – вартість простою складів, грн;
 $C_{ск} = 365 t_{ск} C_{ск1}, \quad (24)$

$t_{ск}$ – тривалість очікування складу, год; $C_{ск1}$ – вартість однієї години простою складу, грн.; $C_{нк}$ – вартість знаходження вагонів на під'їзній колії під обслуговуванням, грн; $C_{нк} = N_{в}^{нк} t_{знах} C_{вг}, \quad (25)$

$N_{в}^{нк}$ – число вагонів, що знаходяться на під'їзній колії, ваг; $t_{знах}$ – час обслуговування вагонів на під'їзній колії, год; $C_{вг}$ – вартість вагонодини, грн.

Середній час знаходження одного состава поїзда в системі під'їзної колії з рахунком дообслуговування як системи масового обслуговування

$$t_{знах} = t_{нз} + 2t_{пер} + 2t_{рф} + K_{ну} t_{ну} + K_{зд} t_{во}, \quad (26)$$

де $t_{нз}$ – тривалість приймально-здавальних операцій, год; $t_{пер}$ – тривалість перестановки вагонів, год; $t_{рф}$ – тривалість розформування-формування составів поїздів, год; $t_{ну}$ – тривалість подавання-убирання вагонів на під'їзну колію, год; $t_{во}$ – тривалість вантажних операцій, год; $K_{ну}$ – коефіцієнт поєднання операцій подавання-убирання вагонів на вантажні фронти; $K_{зд}$ – коефіцієнт подвійних операцій.

Загальна формула для визначення тривалості очікування обслуговування вагонів на різних технологічних операціях

$$t = \frac{1}{\mu} \frac{\phi}{(1 - \phi)}, \quad (27)$$

де μ – інтенсивність обслуговування відправок по навантаженню (розвантаженню), з перестановки, з розформування-формування, з подавання-убирання вагонів, бригадами прийомоздавачів; ϕ – коефіцієнт використання системи по навантаженню (розвантаженню) відправок, з перестановки, з розформування-формування, з подавання-убирання вагонів, на приймально-здавальних операціях; $\phi = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (28)$

λ - інтенсивність потоку відправок по навантаженню (розвантаженню), з перестановки, з розформування-формування, з подавання-убирання вагонів, на приймально-здавальних операціях.

Відповідно розроблених методів побудовано алгоритм та програму для визначення середніх чисельностей вагонів, тривалості очікування вагонами обслуговування на різних технологічних операціях системи “під’їзна колія – станція примикання” та часу їх знаходження на під’їзній колії, а також оптимальної кількості маневрових локомотивів та вантажно-розвантажувальних машин, що інтегровано в АРМ оперативних працівників вантажних станцій і робітників транспортного цеху підприємств; запропоновано схему обміну інформацією між під’їзною колією і станцією примикання.

В результаті запропонованих заходів зменшення часу знаходження вагону на під’їзній колії складає в середньому 2,1 години.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі розв’язано наукову задачу удосконалення технології роботи під’їзних колій промислових підприємств і станцій примикання на основі раціонального використання рухомого складу шляхом розробки комплексу моделей, який дозволяє скоротити час знаходження вагонів на технологічних операціях і, як наслідок, прискорити обіг вантажного вагона через оптимізацію організаційних питань, питань раціонального технічного оснащення і кількості технічних засобів.

1 Проведений аналіз існуючих технологій роботи під’їзних колій промислових підприємств і вантажних станцій магістрального транспорту. Виявлено основні фактори, які впливають на час знаходження вантажного вагона під технологічними операціями. На підставі аналізу множини технологічних факторів зроблено висновок, що діючі технології недостатньо враховують динамічний і стохастичний характер роботи системи і не в повній мірі розглянуті питання інформатизації взаємодії промислового та магістрального транспорту.

2 Формалізовано технологію роботи на основі створення комплексу стохастичних моделей взаємодії під’їзних колій і станцій примикання при застосуванні наскрізного Єдиного технологічного процесу, який дозволяє скоротити час знаходження вагонів на технологічних операціях на під’їзних коліях.

3 Удосконалено метод вибору оптимального виду доставки вантажу на підприємство з урахуванням прогнозування показників роботи під’їзних колій і

станцій примикання, який забезпечує мінімальні експлуатаційні витрати, що відповідають оптимальному режиму функціонування підприємства.

4 Розроблено метод визначення раціонального часу знаходження вагонів на під'їзних коліях при виконанні операцій, що дозволив підняти рівень технічного оснащення на під'їзних коліях і покращити використання вагонів.

5 Удосконалено метод оптимізації технічного оснащення під'їзної колії, що дозволив зменшити вартість простоїв в системі обслуговування вагонів, скоротити витрати на утримання технічних засобів системи та визволити додаткові навантажувальні ресурси.

6 Розроблено додаткові функціональні задачі для підтримки прийняття раціональних рішень оперативними працівниками вантажних станцій і працівниками транспортних цехів підприємств, що забезпечує підвищення якості оперативного управління перевізним процесом, зокрема на вантажних станціях.

7 Оцінено економічний ефект від впровадження методів удосконалення технології роботи під'їзних колій і вантажних станцій магістрального транспорту та їх впливу на час знаходження вантажних вагонів на технологічних операціях. Впровадження даних методів на Південній залізниці дозволило скоротити обіг вантажного вагона на 2,1 години.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1 Котенко А. М., Ковальов А. О. Математичні моделі використання вантажного вагона // Зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – № 45. – С. 70 – 76.

2 Котенко А. М., Ковальов А. О. Математичні моделі взаємодії вантажних станцій та під'їзних колій підприємств // Залізничний транспорт України. – 2002. – № 5. – С. 15 - 17.

3 Данько М. І., Котенко А. М., Ковальов А. О. Прогнозування показників роботи під'їзних колій і станцій примикання // Залізничний транспорт України. – 2002. – № 6. – С. 18 - 19.

4 Котенко А. М., Ковальов А. О., Кернасівський І. Н. Побудова математичних моделей однофазної системи вантажного фронту при обслуговуванні вагонів і автомобілів // Зб. наук. праць. – Харків: ХарДАЗТ, 2001. – №47. – С.65-70.

5 Котенко А. М., Ковальов А. О. Оптимізація технічного оснащення під'їзної колії // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2002. – № 49. – С. 117-121.

6 Котенко А. М., Ковальов А. О. Логістична модель доставки вантажу від відправника до одержувача // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2003. – № 53. – С. 25-29.

7 Ковальов А. О. Вибір виду відправки вантажу на підприємствах машинобудівної промисловості // Зб. наук. праць. – Київ: КУЕТТ, 2003. – № 3. – С. 35-37.

АНОТАЦІЯ

Ковальов А. О. Удосконалення технології роботи під'їзних колій незагального користування і вантажних станцій магістрального транспорту. – Рукопис

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – „Експлуатація та ремонт засобів транспорту”. – Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2006.

Дисертація присвячена питанням удосконалення технології роботи під'їзних колій підприємств і станцій примикання.

У роботі проаналізовано існуючі технології роботи під'їзних колій і магістрального транспорту і виявлено, що вони не в повній мірі задовольняють сучасним умовам перевезень. Перехід до нових економічних відносин вимагає переглянути деякі, в значній мірі застарілі, положення керівництва перевізним процесом.

Розроблені та апробовані математичні моделі технології роботи під'їзних колій підприємств і станцій примикання в наскрізному Єдиному технологічному процесі їх роботи. Запропоновані методи визначення раціонального часу знаходження вагонів на підприємстві і методи оптимізації технічного оснащення.

Ключові слова: під'їзна колія, системи масового обслуговування, наскрізний Єдиний технологічний процес, оптимізація, теорія мереж Петрі.

АННОТАЦИЯ

Ковалев А. А. Усовершенствование технологии работы подъездных путей необщего пользования и грузовых станций магистрального транспорта. – Рукопись

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 – „Эксплуатация и ремонт средств транспорта”. - Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков, 2006.

Диссертация посвящена вопросам усовершенствования технологии работы подъездных путей необщего пользования и грузовых станций магистрального транспорта.

На основании анализа существующих технологий работы подъездных путей и станций примыкания сделано вывод, что действующие технологии недостаточно учитывают динамический и стохастический характер работы системы и не в полной мере рассмотрены вопросы информатизации взаимодействия промышленного и магистрального транспорта.

Для реализации поставленных задач предложены методы усовершенствования технологии работы подъездных путей промышленных предприятий и грузовых станций магистрального транспорта, которые объединяют организационные вопросы с вопросами рационального технического оснащения и количества технических средств, что обеспечивает уменьшение времени нахождения вагонов на подъездных путях и, как следствие, сокращение оборота грузового вагона.

С этой целью формализована модель доставки груза от отправителя к получателю на основании теории сетей Петри, позволяющая определить время нахождения грузового вагона в каждом из состояний в пути следования. Анализ результатов моделирования показал, что значительная часть времени нахождения приходится на подъездные пути промышленных предприятий. Для сокращения времени нахождения грузовых вагонов на подъездных путях необщего пользования предложена технология работы на основании модели стохастического программирования, которая позволила определить оптимальное количество маневровых локомотивов и погрузо-разгрузочных машин на предприятии.

Для обеспечения оптимального режима работы промышленного предприятия с минимальными эксплуатационными затратами на доставку и хранение груза предложен усовершенствованный метод выбора оптимального вида доставки груза на предприятие с учетом прогнозирования показателей работы подъездных путей и станций примыкания.

Разработанный метод определения рационального времени нахождения вагонов на предприятии при выполнении технологических операций позволил поднять уровень технического оснащения и улучшить использование грузовых вагонов на основании внедрения новых, более прогрессивных технологий работы промышленного транспорта, высокопроизводительных погрузо-разгрузочных машин и маневровых средств.

Предложенный метод оптимизации технического оснащения подъездного пути позволяет уменьшить стоимость простоев в системе обслуживания вагонов, сократить расходы на содержание технических средств системы и высвободить дополнительные погрузочные ресурсы.

Для совершенствования оперативного управления перевозками предложенные модели включаются в виде функциональных задач в

информационно-управляющую сеть АРМ оперативных работников грузовых станций и работников транспортных цехов предприятий.

Экономическое обоснование предложенных мероприятий показало, что совершенствование технологии работы подъездных путей необщего пользования и грузовых станций магистрального транспорта на основе комплекса моделей с дополнением системы оперативного управления перевозочным процессом новыми функциональными задачами дает возможность сократить время нахождения грузовых вагонов на предприятиях в среднем на 2,1 часа.

Предложенные технические решения рекомендованы при корректировке Единых технологических процессов работы грузовых станций и примыкающих подъездных путей.

Ключевые слова: подъездной путь, системы массового обслуживания, сквозной Единый технологический процесс, оптимизация, теория сетей Петри.

THE SUMMARY

Kovalyov A.A. Improvement of interaction railway spurs gauges of ungeneral using and freight stations of main railway transport. – The Manuscript.

The dissertation on a scientific degree of the candidate of technical science on a specialty 05.22.20 - "Operation and maintenance of means of transport", Ukrainian State Academy of railway Transport, Kharkov, 2006

Dissertation is devoted to the question of improvement of process interaction railway spur gauges of enterprises branch lines and connection stations on the base of transparent unique technological process.

Relevant datum of problems of process interaction railway spurs gauges and main railway transports have been analyzed and it was discovered that they answered to the present demands of transportation not completely. Transfer to the new economical relations need to revise some old methods of transport process directions.

Mathematical models of interaction railway spur gauges of enterprises branch lines and connection stations on the base of transparent unique technological process have been worked. Methods of time normalization of the wagons stay on enterprises and optimization of technical equipment were offered.

Key words: railway spur gauge, system of mass service, transparent unique technological process, optimization, Petry theory of nets.

Ковальов Антон Олександрович

УДК 656.3:656.212.7

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ РОБОТИ ПІД'ЇЗНИХ КОЛІЙ
НЕЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ І ВАНТАЖНИХ СТАНЦІЙ
МАГІСТРАЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к. т. н., доцент Зачепа В. М.

Підписано до друку „__” _____ 2006 р. формат паперу А5,
папір для тиражувальних апаратів, друк на ризографі.

Умовн.-друк. арк.. 0,9, обл.-вид. арк. 1,1

Замовлення № _____, тираж 100

Видавництво Української державної академії залізничного транспорту

Свідоцтво ДК № 112 від 06.07.2000

Друкарня УкрДАЗТу: 61050, м. Харків, пл. Фейєрбаха, 7