

УДК 625.16

**РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВЗАЄМОДІЇ ПІД'ЇЗНОЇ КОЛІЇ І СТАНЦІЇ**

К-т техн. наук А.О. Ковальов, магістри В.Н. Абдуллаєва, І.І. Холод

**РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОДЪЕЗДНОГО ПУТИ И СТАНЦИИ**

К-т техн. наук А. А. Ковалев, магистры В. Н. Абдуллаева, И.И. Холод

**DEVELOPING A MODEL OF A RAIL STATION WITH ASSEC TRACK**

Cand. of techn. sciences A. Kovalyov, masters V. Abdullaeva, I. Kholod

*В роботі розроблено модель та побудовано граф технології обробки вантажного вагона на під'їзній колії, диференціальні рівняння для графу. За допомогою отриманих результатів моделювання можливо досліджувати перехідні режими системи “під'їзна колія – станція примикання”, а також визначати середню чисельність вагонів у кожному стані, час ліквідування виходу системи в стаціонарному режимі роботи при заданому технічному оснащенні і обсязі вагонопотоків.*

**Ключові слова:** під'їзна колія, граф станів, єдиний технологічний процес, станція примикання.

*В работе разработана модель и построен граф технологии обработки грузового вагона на подъездном пути, дифференциальные уравнения для графа. При помощи полученных результатов моделирования можно исследовать переходные режимы системы «подъездной путь – станция примыкания» и определять среднюю численность вагонов в каждом состоянии, время ликвидации выхода системы в стационарном режиме работы при заданном техническом оснащении и объеме вагонопотоков.*

**Ключевые слова:** подъездной путь, граф состояний, единый технологический процесс, станция примыкания.

*Work focuses on the development of a technological model for the process of servicing a cargo car by means of accessory driveway track, including the graph for the process based on differential equations. With the help of the results obtained from modeling it is possible to study and examine the transitional stages of the system “Access track – Rail station”. An average number for the quantity of cars being serviced is derived for each stage, as well as time needed to liquidate the system's output for its stationary state while maintaining a default technical equipment and car traffic. In the present conditions of economic restructuring in Ukraine railways retain the most*

*important place in the transport system. Industrial railway sidings operation is an important element in the logistics chain transporting material flows. Analysis of the Ukrainian railways shows that over 90% of all cargo operations are currently performed exactly on the railway sidings.*

**Keywords:** *driveway, state graph, Single technological process, station contiguity.*

**Вступ.** В сучасних умовах перебудови економіки в Україні залізниця зберігають найважливіше місце в транспортній системі. Робота під'їзних колій промислових підприємств є важливим елементом у логістичному ланцюзі переміщення матеріальних потоків, так як забезпечує безпосередню взаємодію з передачі вантажу між магістральними залізницями та вантажовласниками [1]. В даний час транспортна система України включає понад 7 тисяч під'їзних колій загальною протяжністю 27 тис. км.

**Актуальність.** Аналіз роботи залізниць України показує, що понад 90% всіх вантажних операцій в даний час виконуються саме на під'їзних коліях [2]. Таким чином, рівень ефективності та експлуатаційної надійності функціонування залізничного транспорту під'їзних колій має істотний вплив як на роботу магістральних залізниць, так і на роботу підприємств, що обслуговуються. Слід визнати, що в даний час існуюча система організації експлуатаційної роботи багатьох під'їзних колій та їх взаємодії з залізницями демонструє свою неефективність. Так, поелементний аналіз обороту вантажного вагона на залізницях України показує, що близько 42% від загального часу обігу становить знаходження вагонів на станціях виконання вантажних операцій. При цьому до 90% зазначеного часу вагони знаходяться на під'їзних коліях підприємств, а простій вагонів магістрального транспорту на під'їзних коліях деяких великих підприємств металургійної і гірничодобувної промисловості досягає 100 годин і більше. Крім того, спостерігається тенденція до збільшення простоїв вагонів на під'їзних коліях: за 6 місяців 2014 року середній час користування вагонами гірничо-металургійної галузі зросла на 37 годин. Відповідно зростає і плата за користування вагонами, що приводить до зростання собівартості продукції підприємств [3].

**Постановка проблеми.** Причини такої ситуації загалом можна сформулювати як невідповідність існуючої технології і технічного оснащення під'їзних колій, а також прийнятої системи організації взаємодії з магістральним транспортом новими ринковими умовами роботи, серед яких слід виділити: зміна форми власності підприємств агропромислового комплексу, які є відправниками та одержувачами вантажів; перехід від системи державного планування економіки до системи ринкового планування; наявність приватного рухомого складу і постійне збільшення його частки в загальному парку вагонів; істотне збільшення обсягів імпорто - експортних перевезень. Однією з основних причин неефективної роботи під'їзних колій є також істотно виробнича зношеність (до 80%) основних технічних засобів: шляхового і стрілочного господарства, рухомого складу, вантажних і складських пристроїв [4]. Це призводить до введення обмежень швидкості маневрових пересувань, частим сходам рухомого складу, поломок локомотивів, збільшення тривалості вантажно-розвантажувальних операцій. Модернізація основних фондів залізничного транспорту під'їзних колій вимагає застосування сучасних наукових методів для вибору найбільш комплексу ефективних та економічно виправданих заходів щодо збільшення переробної спроможності [5].

**Задача.** Виходячи з наведеного вище актуальною стає задача удосконалення технології 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. Це можливо забезпечити розробкою відповідних математичних моделей, результат вирішення яких дозволить приймати раціональні

рішення працівникам залізничного транспорту і промислових підприємств [6].

**Вирішення проблеми.** Нема сумніву в тім, що доставка вантажу “від дверей” відправника вантажу “до дверей” вантажоодержувача залізничним транспортом без перевантаження на шляху прямування за схемою під’їзна колія - магістральний залізничний транспорт - під’їзна колія є економічно найбільш ефективною [7]. Погодженість роботи під’їзних залізничних колій підприємств і станцій примикання досягається на основі добового плану-графіка роботи станції і під’їзної колії підприємства у Єдиному технологічному процесі. Разом з тим якість побудови план-графіка (графічної моделі) залежить від кваліфікації виконавця; до

цього ж ця робота дуже трудомістка, займає багато часу і найчастіше показники плану-графіка не відповідають реальним умовам роботи станції і під’їзної колії, що викликає незадовільне використання вагонів, затримку доставки вантажів і, як наслідок, збільшення собівартості продукції [8]. Для удосконалення роботи під’їзних колій і станцій примикання запропоновано математичну модель технології роботи підприємств у взаємодії із залізничним транспортом в залежності від місця проведення приймально-здавальних операцій [9].

Граф технології обробки вантажного вагона на під’їзній колії наведений на рис. 1.

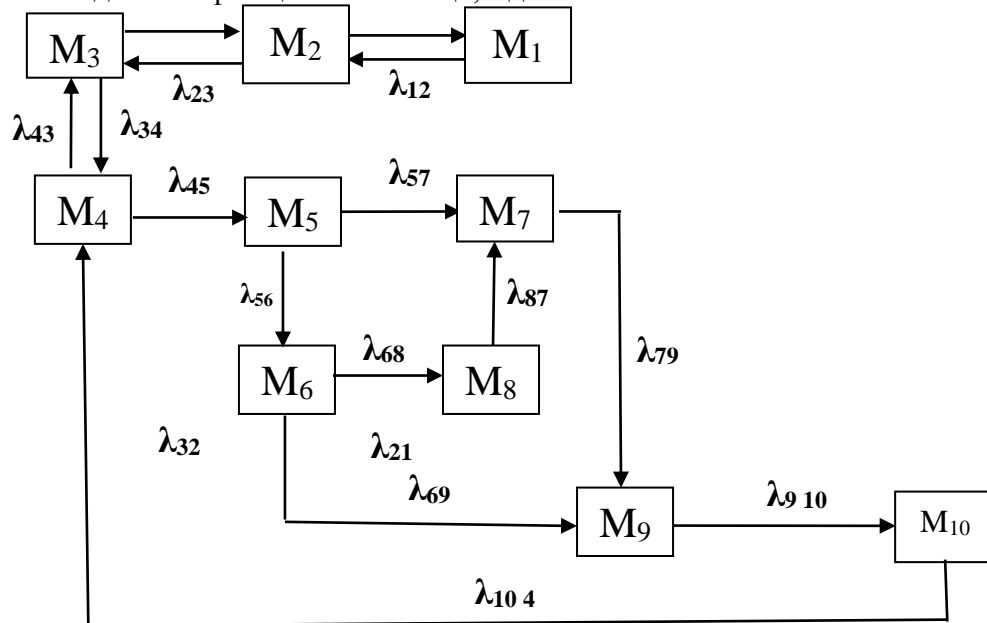


Рис. 1. Розмічений граф станів вантажного вагона на під’їзній колії

Вагон в процесі переробки знаходиться у наступних технологічних станах:

M<sub>1</sub> – на вантажній станції до слідування на підприємство та після повернення з під’їзної колії на станцію;

M<sub>2</sub> – під операціями по прибуванню та відправленню на під’їзну колію та їх очікуванням;

M<sub>3</sub> – під приймально-здавальними операціями та їх очікуванням;

M<sub>4</sub> – під операціями по розформуванню-формуванню та їх очікуванням;

M<sub>5</sub> – під операціями по розставленню та їх очікуванням;

M<sub>6</sub> – під вивантаженням та його очікуванням;

M<sub>7</sub> – під навантаженням та його очікуванням;

M<sub>8</sub> – під операціями по переставленню та їх очікуванням;

M<sub>9</sub> – під збиранням-прибиранням та його очікуванням;

M<sub>10</sub> – під накопиченням та його очікуванням.

Диференціальні рівняння для графу мають вигляд:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dm_1}{dt} &= -\lambda_{12}m_1 + \lambda_{21}m_2; \\ \frac{dm_2}{dt} &= \lambda_{12}m_1 - (\lambda_{21} + \lambda_{23})m_2 + \lambda_{32}m_3; \\ \frac{dm_3}{dt} &= \lambda_{23}m_2 - (\lambda_{32} + \lambda_{34})m_3 + \lambda_{43}m_4; \\ \frac{dm_4}{dt} &= \lambda_{34}m_3 - (\lambda_{43} + \lambda_{45})m_4 + \lambda_{104}m_{10}; \\ \frac{dm_5}{dt} &= \lambda_{45}m_4 - (\lambda_{56} + \lambda_{57})m_5; \\ \frac{dm_6}{dt} &= \lambda_{56}m_5 - (\lambda_{68} + \lambda_{69})m_6; \\ \frac{dm_7}{dt} &= \lambda_{57}m_5 - \lambda_{79}m_7 + \lambda_{87}m_8; \\ \frac{dm_8}{dt} &= \lambda_{68}m_6 - \lambda_{87}m_8; \\ \frac{dm_9}{dt} &= \lambda_{69}m_6 + \lambda_{79}m_7 - \lambda_{910}m_9; \\ \frac{dm_{10}}{dt} &= \lambda_{910}m_9 - \lambda_{104}m_{10}. \end{aligned} \right\} (1)$$

Рішення системи рівнянь задовольняє нормувальній умові

$$m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 + m_7 + m_8 + m_9 + m_{10} = N, \quad (2)$$

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

$m_i$  – кількість вагонів у  $i$ -му технологічному стані;

$\lambda_i$  – інтенсивність переходу вагона із стану в стан.

Після вирішення диференціальних рівнянь на ПЕОМ для умов роботи під'їзної колії ПП «Партнер Україна» за допомогою методу Рунге-Кутта-Мерсона отримано графік середніх чисельностей вантажних вагонів на під'їзній колії (рис. 2). 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 виходу системи в

стаціонарний режим роботи при заданому технічному оснащенні і обсязі вагонопотоків [10].

Середні чисельності вагонів в різних станах:

$m_1$  – середня чисельність вагонів на станції примикання;

$m_2$  – середня чисельність вагонів по прибуванню та відправленню на під'їзну колію;

m3 – середня чисельність вагонів під приймально-здавальними операціями;  
 m4 – середня чисельність вагонів під операціями по розформуванню-формуванню;  
 m5 – середня чисельність вагонів під операціями по розставленню;  
 m6 – середня чисельність вагонів під вивантаженням;

m7 – середня чисельність вагонів під навантаженням;  
 m8 – середня чисельність вагонів під операціями по переставленню;  
 m9 – середня чисельність вагонів під збиранням-убиранням;  
 m10 – середня чисельність вагонів під накопиченням.

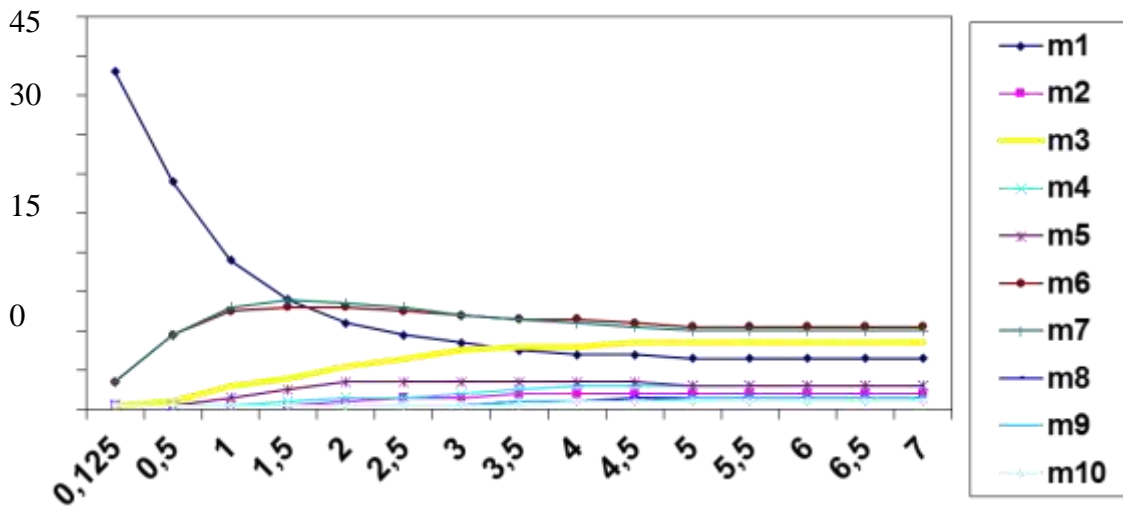


Рис. 2. Залежності середніх чисельностей вагонів на під'їзній колії

**Висновок.** Виходячи з початкових умов знаходження на станції примикання 42 вагони (P1=42 ваг.), які у подальшому обслуговуються 2 навантажувально-розвантажувальними машинами на 1

навантажувально-розвантажувальних фронтах, після аналізу графіка бачимо, що ліквідація черги в обслуговуванні та перехід системи до стаціонарного режиму роботи настає через 5,5 години.

### Список використаних джерел

1. Державна цільова програма реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки. Затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 16 грудня 2009 р. №1390 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kmu.gov.ua>. – Назва з екрану.
2. Мілецька, І.М. Дослідження показників вантажної роботи на місцях незагального користування в умовах підприємства Д [Текст] / М.І. Мілецька // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. - Харків: УкрДАЗТ, 2010. – Вип. 118. – С. 220-225.
3. Єдиний технологічний процес роботи під'їзної колії ПП «Партнер Україна» та станції примикання Ім. Т. Шевченка.
4. Порядок разработки и определения технологических сроков оборота вагонов, а также технологических норм погрузки грузов в вагоны и выгрузки грузов из вагонов / Утв. Приказом МПС России №67от 29.09.2003 г.
5. Вернигора, Р.В. Анализ неравномерности грузовых перевозок на магистральном и промышленном железнодорожном транспорте [Текст] / Р.В. Вернигора, Н.И. Березовый // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – Х., 2012. – №2/3 (56). – С. 62-66.
6. Ковальов, А.О. Визначення оптимального режиму роботи під'їзної колії [Текст] / А.О. Ковальов, Д.Д. Музичук // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – Вип. 92. – С. 42-45.

7. Ковальов, А.О. Удосконалення технології роботи під'їзних колій незагального користування і вантажних станцій магістрального транспорту [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.lib.ua-ru.net/diss/cont/134551.html>. – Назва з екрану.

8. Правила перевезень і тарифів залізничного транспорту України: Збірник №5. – Київ: Укрзалізниця, 2001.

9. Смахов, А.А. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте [Текст] / А.А. Смахов, В.В. Повороженко // учеб. пособие для вузов. – М.: Транспорт, 1990. – 351 с.

10. Котенко, А.Н. Прогрессивная организация работы грузовой железнодорожной станции [Текст] / А.Н. Котенко, В.Н. Петров // учеб. пособие для вузов. – К.: «Техника», 1989. – 259с.

Рецензент докт. техн. наук, профессор О.М.Огар

---

Ковальов Антон Олександрович канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-85.

Абдуллаева Вікторія Наріманівна магістр кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українська державна академія залізничного транспорту. E-mail: vika.abdullaeva@yandex.ru.

Холод Ігор Ігорович магістр кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українська державна академія залізничного транспорту. E-mail: igor.kholod@mail.ru

Kovalyov Anton cand. sciences, associate department of freight management and commercial work Ukraine State Academy of Railway Transport. Tel.: (057) 730-10-85.

Abdullaeva Viktoriya master-student, department of freight management and commercial work Ukraine State Academy of Railway Transport. E-mail: vika.abdullaeva@yandex.ru.

Kholod Igor master-student, department of freight management and commercial work Ukraine State Academy of Railway Transport. E-mail: igor.kholod@mail.ru.