

УДК 656.222.3:658.5

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.149.2014.81698>

## ФОРМУВАННЯ МОДЕЛІ РОБОТИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ СТАНЦІЇ ПРИ ВИКОНАННІ ПОЇЗНОЇ РОБОТИ

Д-р техн. наук О.В. Лаврухін

## ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛИ РАБОТЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПОЕЗДНОЙ РАБОТЫ

Д-р техн. наук А.В. Лаврухин

## FORMATION CONTROL SAFE HAS BEEN SHOWED AT THE RAILWAY STATION

Doct. of techn. sciences O. Lavrukhin

*В даній науковій роботі сформовано модель раціональної організації поїзної роботи залізничної станції на основі дотримання параметрів економічної доцільності, яка дозволяє черговому по станції в оперативних умовах визначати раціональну колію приймання або пропуску поїзда. Дана модель, дозволить сформувати автоматизовану технологію, а в подальшому систему підтримки прийняття рішень щодо раціональної організації поїзної роботи залізничної станції на основі дотримання економічної доцільності.*

**Ключові слова:** залізнична станція, черговий по станції, оперативний працівник, економічна доцільність, поїзна робота.

*В данной научной работе сформирована модель рациональной организации поездной работы железнодорожной станции на основе соблюдения параметров экономической целесообразности, которая позволяет дежурному по станции в оперативных условиях определять рациональный путь приема или пропуска поезда. Данная модель, позволит сформировать автоматизированную технологию, а в дальнейшем систему поддержки принятия решений для рациональной организации поездной работы железнодорожной станции на основе соблюдения экономической целесообразности.*

**Ключевые слова:** железнодорожная станция, дежурный по станции, оперативный работник, экономическая целесообразность, поездная работа.

*In this paper, was placed on the scientific task of forming a rational model of train rail station based on compliance with economic feasibility. The current model of the railway station in terms of train performance, will develop automated technology, and subsequently a decision support system for rational organization of train railway station based on compliance with economic feasibility. At the same time it should be noted that most of the processing work cars and trains is based not so much on the economic feasibility as well as on the basis of traffic safety. According to this in the future for the rational mode of operatives train units, it is necessary to develop a model that will allow the operational conditions, in violation of the conditions of safe operation and technical requirements and administrative instrument station, adjust the solution obtained as a result of the existing model.*

**Keywords:** railway station, the next station, operatives, economic feasibility, a train work.

Вступ. Раціональна діяльність інноваційних проектів та удосконалення залізничної інфраструктури безпосередньо існуючих технологій роботи залізниць. ступ. залежить від ефективного використання. Раціональна діяльність залізничної засобів транспорту та людських ресурсів [1]. інфраструктури безпосередньо залежить від Це можливо в умовах впровадження ефективного використання засобів

транспорту та людських ресурсів [1]. Це можливо в умовах впровадження інноваційних проектів та удосконалення існуючих технологій роботи залізниць.

Тенденції розвитку транспортного ринку свідчать про необхідність переорієнтації виробництва в бік поліпшення якості обслуговування клієнтів при умові збільшення прибутковості галузі [2, 3, 4, 5, 6], але нажаль на даний час спостерігаються дестабілізуючі процеси, які негативно відбиваються на якості роботи Укрзалізниці. Це безпосередньо відбивається на прибутковості залізничного транспорту. В останні роки економічна складова перевезень вантажів і пасажирів монотонно зменшується. Таке становище обумовлено відсутністю у оперативного апарату залізниць певного інструменту, який дозволить у оперативних умовах обирати найбільш раціональний варіант обробки поїздопотоків. Слід зауважити, що в аспекті зазначеного основним джерелом зародження та погашення поїздо- та вагонопотоків є залізнична станція [7], тому доцільно почати удосконалення технології роботи саме з цього підрозділу залізниць.

### **Постановка задачі дослідження.**

Відповідно зазначеного постає наукове завдання – формування моделі раціональної організації поїзної роботи залізничної станції на основі дотримання економічної доцільності.

Поставлена задача призначена для вирішення питання формування автоматизованої технології визначення раціональної колії приймання вантажного поїзду на основі дотримання економічних параметрів. Ця модель дозволить оперативному працівнику залізничної станції (ДСП) та оперативному працівнику дирекції по залізничним перевезенням, а саме поїзному диспетчеру (ДНЦ) отримувати оперативні обґрунтовані рішення щодо виконання поїзної роботи в межах залізничної станції на основі дотримання економічної доцільності.

Разом із цим доцільно зауважити, що сенс диспетчерського управління заключається в безперервному контролі за виконанням оперативних планів експлуатаційної роботи, розробці і реалізації

регульовальних мір для безперебійного слідування поїздів по дільницях і станціях [8].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питанням удосконалення оперативного управління поїзною роботою присвячена робота вченого О.Б. Нікітіна "Методы и технические средства концентрации и централизации оперативного управления движением поездов: Развитие теории и практические приложения" [9] основну увагу в якій приділено питанню дослідження методів і технічних засобів концентрації і централізації оперативного управління рухом поїздів за рахунок вирішення наступних задач: автоматизація функцій управління на станції; визначення методів розрахунку диспетчерських дільниць центрів управління; розподіл зон і функцій оперативного персоналу станцій при централізації управління; проектування інтерфейсу взаємодії користувача; розробка рекомендацій по організації взаємодії персоналу з технічними засобами комп'ютерних систем управління; протоколювання і архівація подій технологічного процесу.

В науковій праці Р.В. Кучумова [10] "Автоматизация оперативного управления движением поездов на железнодорожных станциях" здійснено спробу вирішення задачі автоматизації процесу управління рухом поїздів за рахунок побудови математичного апарату роботи блоку, який використовує комбінаторні і ймовірнісні методи рішення і дозволяє організовувати процес цілеположення для функціонування інформаційної системи управління в автоматичному режимі. Також автором був запропонований математичний апарат блоку, який дозволяє автоматично формувати оптимальну за часом черговість технологічних задач на станції, на основі методів критичного шляху в багатопроектних розробках з урахуванням ресурсів.

Проаналізовані роботи безперечно свідчать про значний внесок в розвиток теорії та практики вирішення питання удосконалення технології оперативного управління поїзною і вантажною роботою

полігонів залізничного транспорту. Однак у зазначених наукових працях практично не приділено уваги формуванню моделей і методів щодо удосконалення технології оперативного управління поїзною роботою за умови врахування економічних параметрів.

**Формування моделі раціональної організації поїзної роботи залізничної станції на основі дотримання економічної доцільності.** Одним з найважливіших параметрів, який характеризує ефективність роботи чергового по станції є витрати віднесені на простій поїздів біля вхідного світлофору [11] під очікуванням приготування маршруту приймання на станцію

$$Q_1 = t_{np}^{ex} \cdot m \cdot c_{6-2}, \quad (1)$$

де  $t_{np}^{ex}$  - час простою вагону у вхідного сигналу, год.;

$c_{6-2}$  - вартість однієї вагоно-години простою, грн.;

$m$  - склад поїзду, ваг.

Наступним параметром можливо вважати витрати пов'язані з прослідкуванням поїзду на станцію, вони в свою чергу залежать від часу який необхідно витратити поїзду для його слідування від вхідного світлофору станцій на колію приймання або пропуску

$$Q_2 = t_{ex} \cdot m \cdot c_{6-2}^p, \quad (2)$$

де  $t_{ex}$  - час слідування поїзду від вхідного світлофору станцій на колію приймання або пропуску, год.;

$c_{6-2}^p$  - вартість однієї вагоно-години в русі, грн.

Для поїздів, що прибувають на станцію під обробку доцільно виразити параметр, який враховує витрати пов'язані з простоем вагонів на станції

$$Q_3 = t_{np} \cdot m \cdot c_{6-2}, \quad (3)$$

де  $t_{np}$  - простій вагонів на станції (в очікуванні обробки, під обробкою, міжопераційні простой), год.

Для поїздів що надійшли у розформування необхідно визначити параметр, який враховує витрати пов'язані з

простоюванням вагонів на станції при розформуванні

$$Q_4 = t_p \cdot m \cdot c_{6-2}, \quad (4)$$

де  $t_p$  - час на розформування поїзду, год.

До переліку параметрів ефективності доцільно віднести витрати пов'язані з часом роботи маневрового локомотива при розформуванні составів поїздів, як за допомогою сортувальної гірки так і за допомогою профільованих витяжних колій

$$Q_5 = t_l^{ман} \cdot c_{л-2}^{ман}, \quad (5)$$

де  $t_l^{ман}$  - час роботи маневрового локомотиву, що припадає на розформування одного поїзду, год.;

$c_{л-2}^{ман}$  - вартість однієї години роботи маневрового локомотиву, грн.

Останнім параметром, який впливає на ефективність роботи ДСП при визначенні раціональної колії приймання є непрямий параметр – простій вагонів під накопиченням. Враховуючи імовірнісний характер прибуття поїздів у розформуванням призначенням на дану колію накопичення, час простоювання одного вагону  $t_{нак}$  є випадковою величиною з щільністю розподілу  $f(t_{нак})$ . Відповідно з цим витрати на простій вагонів під накопиченням на склад поїзду можливо виразити, як

$$Q_6 = m_{фор} \cdot c_{6-2} \cdot \int_{t_{поч}}^{t_{зак}} t_{нак} f(t_{нак}) dt_{нак}, \quad (6)$$

де  $m_{фор}$  - кількість вагонів в складу поїзду, що формується на станції (швидкість накопичення залежить від кількості вагонів в поїздах, що прибувають)

$t_{поч}$  - початок процесу накопичення поїзду, год.;

$t_{зак}$  - час закінчення процесу накопичення поїзду, год.

Згідно визначених параметрів можливо сформулювати цільову функцію, яка відповідає вибору раціональної колії приймання або пропуску вантажного поїзду за умови досягнення мінімальних експлуатаційних витрат

$$Q(m) = \sum_{i=1}^6 Q_i(m) \rightarrow \min. \quad (7)$$

Сформована цільова функція передбачає існування обмеження, яке вимагає від оперативного персоналу такої координації дій, яка призведе до ліквідації часу затримки поїздів біля вхідного світлофору, а саме  $t_{np}^{ex} \rightarrow 0$ .

Кінцевий вигляд моделі раціональної організації поїзної роботи залізничної станції на основі дотримання економічної доцільності можливо відобразити наступним чином

$$Q(m) = t_{np}^{ex} \cdot m \cdot c_{\theta-z} + t_{ax} \cdot m \cdot c_{\theta-z}^p + t_{np} \cdot m \cdot c_{\theta-z} + t_p \cdot m \cdot c_{\theta-z} + t_l^{ман} \cdot c_{л-z}^{ман} + m_{фор} \cdot c_{\theta-z} \cdot \int_{t_{поч}}^{t_{зак}} f(t_{нак}) dt_{нак} \rightarrow \min \quad (8)$$

при

$$\begin{cases} m_{норм} \leq m \leq m_{ок}, \\ t_{np}^{ex} = 0, \\ t_{ax} \leq \frac{l_{ax}^{min}}{V_{ax}}, \\ t_p \leq t_{норм}, \\ t_l^{ман} \leq t_l^{норм} \end{cases}$$

де  $m_{норм}$  - нормативна довжина поїзду, ваг.;

$m_{ок}$  - довжина поїзду регламентована максимальною довжиною колії приймання певної станції, ваг.;

$l_{ax}^{min}$  - мінімальна відстань, яку повинен проїхати поїзд для зайняття колії приймання, км;

$V_{ax}$  - швидкість входу поїзду на станцію, км/год;

$t_l^{норм}$  - нормативний час роботи маневрового локомотива, лок/год.

Визначена цільова функція та її обмеження представляють математичну модель визначення найбільш раціональних, з економічної точки зору, варіантів пропуску та прийняття поїздів на залізничну станцію для обробки або розформування.

**Висновки.** Сформована модель роботи залізничної станції в умовах виконання поїзної роботи, дозволить розробити автоматизовану технологію, а в подальшому систему підтримки прийняття рішень щодо раціональної організації поїзної роботи залізничної станції на основі дотримання економічної доцільності.

Разом із цим слід зазначити, що робота чергового по станції та поїзного диспетчера ґрунтується не скільки на дотриманні економічної доцільності, а скільки на засадах забезпечення безпеки руху. Згідно до цього в подальшому для отримання раціонального режиму роботи ДСП та ДНЦ, необхідно розробити модель, яка дозволить в оперативних умовах, у разі порушення умов безпечної експлуатації та вимог технічно-розпорядчого акта станції, корегувати рішення отримане в результаті роботи сформованої моделі.

### Список використаних джерел

1. Смахов, А.А. Управление грузовой и коммерческой работой на железнодорожном транспорте [Текст] / А.А. Смахов, В.В. Повороженко, А.Т. Дерибас – М.: Транспорт, 1990.- 351 с.
2. Абрамов, А.П. Маркетинг на транспорте [Текст] / А.П. Абрамов, В.Г. Галабурда, Е.А. Иванова – М.: Желдориздат, 2001. – 329 с.
3. Величко, В.И. Система фирменного транспортного обслуживания [Текст] / Величко В.И., Сотников Е.А., Голубев Б.Л. – М.: Интекст, 2001. – 184 с.
4. Величко, В.И. Основы транспортного экспедиования на железнодорожном транспорте [Текст] / В.И. Величко, Е.А. Сотников, Т.А. Винокурова, Б.Л. Голубев – М. Интекст, 2000. – 96 с.
5. Верлока, В.С. О повышении конкурентоспособности железных дорог [Текст] / В.С. Верлока // Залізничний транспорт України. – 2000. – Вип. 5. С. 68-71.

6. Курбатова, А.В. Транспортный рынок: особенности, возможности, условия конкурентоспособности [Текст] / А.В. Курбатова // Железнодорожный транспорт. – 2000. – Вип. 5. С. 7-9.

7. Грунтов, П.С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте. Учебник для вузов ж.д. транспорта [Текст] / П.С. Грунтов, Ю.В.Дьяков, А.М. Макаровичкин – М.: Транспорт, 1994. – 543 с.

8. Акулиничев, В.М. Система организации вагонопотоков на сортировочных станциях [Текст] / В.М. Акулиничев – М.: МИИТ, 1967 – 67 с.

9. Никитин, А.Б. Методы и технические средства концентрации и централизации оперативного управления движением поездов : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.08 / Александр Борисович Никитин; ПГУПС. – Санкт-Петербург, 2005. – 328 с.

10. Кучумов, Р.В. Автоматизация оперативного управления движением поездов на железнодорожных станциях: дис. ... канд. техн. наук: специальность 05.22.08 / Кучумов Роман Владимирович; ПГУПС. - Санкт-Петербург, 2009. - 218с.

11. <http://scbist.com/zh-d-stati/2020-statya-priem-poezdov.html>

---

Лаврухін Олександр Валерійович д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українська державна академія залізничного транспорту. Тел.:(057) 730-10-85. E-mail: creattel@mail.ru

Lavrukhin Alexander Dr. Sc. Sciences, Professor, Head of Department of Management trucks and commercial work Ukrainian State Academy of Railway Transport. Phone.: ( 057) 730-10-85. E-mail: creattel@mail.ru