

12. Никифоров А.А., Родионов А.А. Комбинированное интеллектуальное моделирование, основанное на квадрасимметрических формализмах // Представление знаний в информационных технологиях. - Киев: ИК НАНУ, 1993. - С.94-101.
13. Родионов А.А., Никифоров А.А. Принципы концептуализации инженерии системных информационных технологий на основе трансформационного искусственного интеллекта // Искусственный интеллект. 3'2002. – С.133-143.
14. Sato M. Theory of Hyperfunctions. I, II. - Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo. Sect. 1. Part I. -1959, 8 (1): 139–193; Part I. -1960, 8 (2): 387–437.  
MR0114124, <http://hdl.handle.net/2261/6027>.  
MR0132392, <http://hdl.handle.net/2261/6031>.
15. Шапира П. Теория гиперфункций. - М.: Мир, 1972. - 155 с.

**УДК 338.47:656**

**Л.І. Бажан, С.І. Мишко**

### **Концептуальний підхід до управління вантажними потоками залізничної станції**

*Запропоновано концептуальний підхід до управління функціонуванням вантажної залізничної станції, який базується на комплексі взаємозв'язаних структурних і функціональних моделей аналізу стану вагонного парку та імітаційної моделі вагонопотоками вантажної залізничної станції.*

**Ключові слова:** *вантажна залізнична станція, вагонний парк, вагонопотік, мережі Петрі, автоматна імітаційна модель, прийняття управлінських рішень.*

*A conceptual approach to management of operation of freight railway station, which is based on a set of interrelated structural and functional models of analysis of rolling stock state and a simulation model by wagon streams of freight railway station is offered.*

**Keywords:** *freight railway station, rolling stock, stream of wagons, Petri net, automata simulation model, managerial decision-making.*

### **Актуальність.**

Основними задачами транспорту є найбільш повне забезпечення потреб вантажовласників в перевезеннях. Вантажна станція залізничного транспорту та примыкающие к ним подъездные пути промислових підприємств грають важливу роль в процесі доставки вантажів від місць виробництва до місць вжитку. Постійне вдосконалення технології їх роботи є однією з основних умов успішного перевезення вантажів на залізничному транспорті.

Господарську діяльність вантажна станції проводиться згідно з планом на основі ефективного використання існуючих технічних засобів, трудових, матеріальних, фінансових ресурсів та інших внутрішніх резервів виробництва, при дотриманні режиму економії та забезпеченні збереження власності, а також за рахунок впровадження досягнень науки, техніки і прогресивної технології у відповідності з діючим законодавством і з метою підвищення продуктивності праці та зниження собівартості перевезень. Фінансування залізничних станцій за виконаний обсяг роботи по перевезеннях вантажів здійснюється за рахунок доходів від перевезень.[1]

Вантажні станції є важливим елементом організації перевізного процесу, оскільки вони є місцями зародження і погашення потужних вагонопотоків, а також місцем, де стягуються плати, збори і штрафи з клієнтів, що в умовах ринку є джерелом доходів залізниць. Це обумовлює актуальність дослідження проблеми управління узгодженістю дій безпосередніх учасників транспортного

процесу: технологічної зв'язаності - єдиної технології транспортування, прямиї перевантаження. економічної зв'язаність

### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

В дослідження теоретико-практичних основ прискорення доставки вантажів на залізничному транспорті вагомий вклад внесли вчені та спеціалісти: Абрамов А.П. [2], Галабурда В. Г. [3], Кочнев Ф.П. [4], Грунтов П.С [5], Миротін Л.Б. [6], Николашин В. М. [7], Смехов А. А. [8], Бакаев А.А. [9], Пащенко Ю.Є. [10], Сич Є.М. [11, 12], Цветов Ю.М. [13] та інші. Продовжувати цей перелік можна довго. При цьому, коло вирішених економічних завдань залишилось достатньо обмеженим, зокрема, необгрунтованими є засади трансформації системи управління у відповідності до потреб прискорення обробки вантажопотоку на вантажній залізничній станції, Реалії сьогодення вимагають перегляду і фінансових аспектів комерційної діяльності вантажної станції.

**Постановка завдання.** В даний час метою планування поїзною роботою в рамках вантажної станції управління перевезеннями залізниць є план прийому і здачі поїздів для подальшого їх навантаження та розвантаження Деталізоване планування навантаження та розвантаження вагонів та поїздів, формування составів в певному напрямку розробляється безпосередньо на вантажній станції з урахуванням поточної експлуатаційної ситуації і підходу поїздів і воно направлене на мінімізацію простою поїздів і вагонів на даній станції.

Основне завдання при впровадженні даної технології – розробити здійснимий, економічно розумний план пропуску поїздів і роботи станції на необхідному напрямку.

Розробка такого плану є складним і об'ємним завданням, але його рішення повинне здійснюватися оперативно по критерію мінімізації втрат для наряду.

### **Мета статті.**

Для підвищення ефективності експлуатації вантажної станції залізничного транспорту пропонується комплекс моделей для поліпшення якості управлінських рішень, що приймаються для удосконалення технології її роботи. Засобом для досягнення зазначеної мети є математичне моделювання вантажної станції, що базується на комплексі взаємозв'язаних структурних і функціональних моделей, побудованих на єдиній методологічній основі з використанням системного підходу.

### **Виклад основного матеріалу.**

Новим завданням, які виникають в умовах ринку, об'єктивно властиві багатокритеріальність, нечіткість, невизначеність вхідної інформації і наявність чинника ризику. Ситуація на транспорті складається таким чином, що багато теоретичних розробок, які пов'язані із застосуванням складного математичного апарату, є такими, що необхідні саме зараз.

Ухвалення якісних управлінських рішень, визначальну стратегію і тактику функціонування вантажної залізничної станції можливе лише за наявності гнучкої системи моделювання, яка повинна забезпечувати автоматизацію процесу пошуку найкращих параметрів функціонування даного виробничого об'єкту.

Необхідно враховувати нестационарність протікання виробничих процесів вантажної залізничної станції, обумовлену чинниками зовнішнього середовища, а також їх імовірнісну природу. Серед цих чинників можна виділити нерівномірність надходження транспортних засобів і вантажів, зміну вимог вантажовласників з

приводу складу транспортних послуг, відмови в роботі вантажно-розвантажувальних машин, змінний рівень експлуатаційної надійності тощо.

Для вантажної залізничної станції розглядається її експлуатаційна діяльність. Вирішення даної проблеми має багатоваріантний характер, залежний від багатьох умов. У зв'язку з цим при плануванні і управлінні діяльністю вантажної залізничної станції необхідно розглядати комплекс завдань, що взаємопов'язані.

Їх рішення - це багатетапний, ітераційний процес, що включає два обов'язкові взаємодіючі етапи: планування і регулювання. Планування здійснюється на рівні стратегічного, а регулювання - на рівні оперативного управління. Оптимальну стратегію функціонування вантажної залізничної станції визначають параметри, що відображають їх найважливіші взаємозв'язки.

Для підвищення стійкості функціонування вантажної станції залізничного транспорту необхідно вирішувати завдання по скороченню витрат, вдосконаленню управління перевізним процесом, обґрунтуванню нормативів трудових, фінансових і матеріальних ресурсів. Особливе значення в умовах конкуренції має пошук нових форм інтеграції залізничного і інших видів транспорту, митних органів, експедиторів, вантажовласників і інших учасників логістичного ланцюга доставки вантажів.

Розвиток ринкових принципів управління на основі впровадження сучасних економічних і інформаційних технологій і погодженої соціальної політики вимагає встановлення нових взаємин залізниць з господарськими партнерами. Збільшення об'ємів робіт, у тому числі не пов'язаних з основною діяльністю залізничного транспорту, веде до зміни ієрархічності системи і структури управління. Помінялися пріоритети цілей

функціонування залізничного транспорту, що привело до зміни принципів управління в галузі.

В наші дні управління транспортними перевезеннями розцінюється по-різному, але необхідно підкреслити, що зараз і не існує якоїсь єдиної, уніфікованої форми управління. В більшості випадків, аби вибрати правильну і доцільну форму управління, необхідно знати, для яких цілей використовуватиметься транспорт.

У сучасних умовах обслуговування вантажопотоків на вантажній залізничній станції є складним логіко-динамічним процесом.

Управління перевезеннями вимагає маршрутизації потоків вантажів, удосконалення експлуатації вантажної залізничної станції та її ресурсів, а значить - скоординованої роботи всіх ділянок. Ці задачі повинні вирішуватися на основі прогнозування спланованого раціональним чином процесу перевезень. Ефективним засобом вирішення цих задач є побудова математичних моделей процесу перевезень у поєднанні з використанням нових інформаційних технологій, оскільки існуючі технології не відображають: просторової розподіленості процесу перевезень; експлуатаційних особливостей вантажної станції; комп'ютерного представлення цих процесів у динаміці.

Концептуально процес прийняття рішення по управлінню вантажопотоками на залізничній вантажній станції можна представити наступним чином (рис 1).

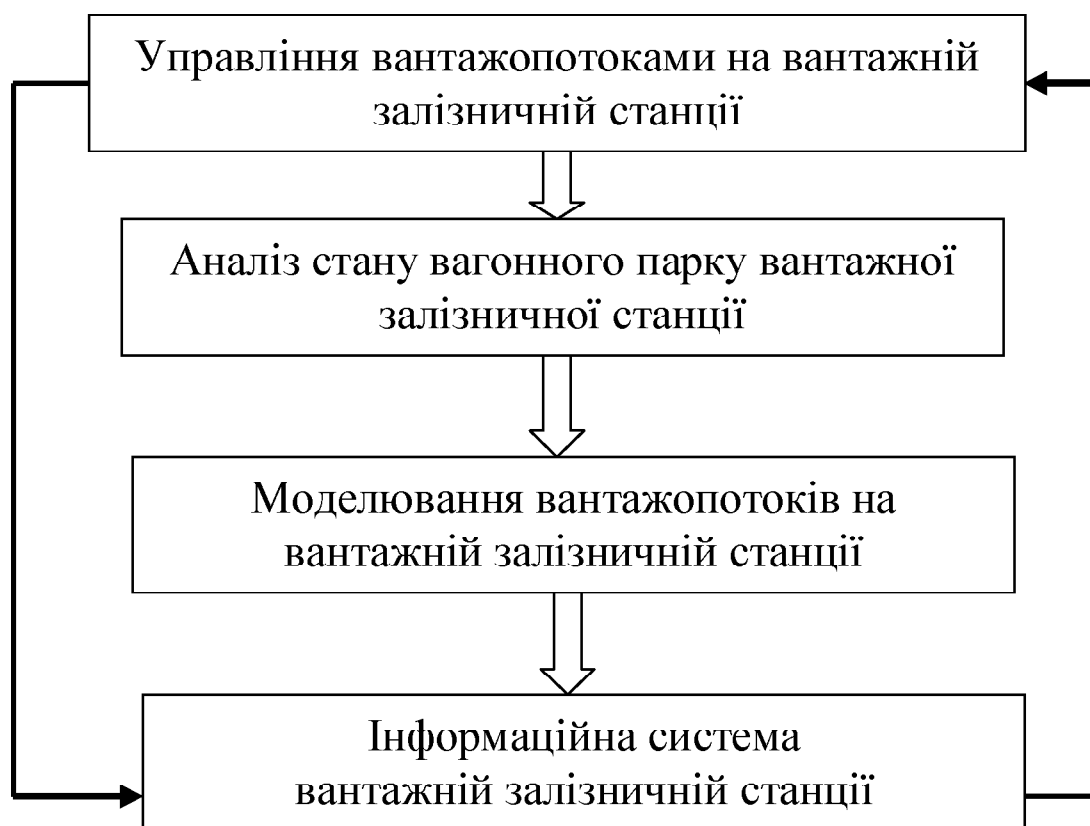


Рис. 1. Концептуальна схема управління вантажними потоками вантажної залізничної станції.

Процес формування вантажних потоків на вантажній станції є невід’ємним та одним з найбільш визначальних елементів в організації вагонопотоків на залізниці.

Ефективність цього процесу безпосередньо впливає як на якість роботи вантажної станції, так і на показники експлуатаційної роботи залізничного напрямку в цілому. В свою чергу, процеси розформування та формування поїздів на вантажній станції залежить від багатьох факторів та вимагають значних ресурсовитрат, які часто розподіляються та використовуються на станції досить нерационально. Причинами такої ситуації є, з одного боку, недосконалість та зношеність технічних засобів, що задіяні

у процесах розформування-формування, а з іншого – нераціональна технологія їх використання на станціях.

Враховуючи важливу роль составоутворення на вантажній станції в системі організації вагонопотоків, проблема дослідження цього процесу та пошуку напрямків його вдосконалення завжди знаходилась в полі зору. Особливої актуальності проблема дослідження процесу составоутворення та пошуку напрямків його вдосконалення набула в сучасних умовах, що характеризуються суттєвим зменшенням обсягів перевезень, зміною структури вагонопотоків, значною зношеністю технічних засобів та потужним рівнем конкуренції з боку інших видів транспорту.

Процес обробки та обслуговування вагонів на вантажній залізничній станції є складним технологічним процесом, на ефективність якого впливає велика кількість випадкових факторів, що значно ускладнює прийняття управлінського рішення. Одним із перспективних варіантів формального опису аналізу технологічного процесу обслуговування вагонного парку на вантажній станції є використання методології мереж Петрі [16].

Теорія мереж Петрі є математичним апаратом, який призначений для роботи з паралельними та асинхронними системами, якою є система обслуговування вагонний парк вантажної станції.

Існуючі підходи до прийняття рішень при управлінні технологічним процесом обслуговування вагонного парку на вантажній станції дозволяють вирішувати досить вузький круг завдань без врахування більшості параметрів, що визначають їх ефективність. Це обґрунтовує необхідність моделей підтримки прийняття, що програмно реалізуються, рішення.



Теорія мереж Петрі є математичним апаратом, призначеним для роботи з паралельними і асинхронними системами, до яких відноситься технологічний процес обслуговування вагонного парку на вантажній станції, яка в даний час набула широкого поширення. У мережі Петрі відсутній вимір часу або перебіг часу. Виконання мережі Петрі розглядається як послідовність дискретних подій.

Відповідно до [17] за визначенням мережею Петрі є сукупність об'єктів

$$P = \langle P, T, I, O, \mu \rangle, \quad (1)$$

де  $P = \langle p_1, p_2, \dots, p_n \rangle$  - кінцева множина станів;

$T = \langle t_1, t_2, \dots, t_m \rangle$  - кінцева множина переходів;

$I$  - вхідна функція переходів;

$O$  - вихідна функція переходів;

$\mu$  - вектор манкіровки мережі Петрі.

Функції входу і виходу визначаються відображенням бінарного добутку множини переходів і множини станів на множину  $\{0,1\}$

$$I : T \times P \rightarrow \{0,1\}$$

$$O : T \times P \rightarrow \{0,1\} \quad (2)$$

Маркіровка мережі Петрі визначається множини відображенням множини станів на множину натуральних чисел  $N$

$$\mu : P \rightarrow N. \quad (3)$$

Графічно мережа Петрі інтерпретується як дводольний орієнтований граф, що складається з вершин двох типів станів і переходів, які сполучені між собою дугами, при цьому вершини одного типа не можуть бути

сполучені безпосередньо. У станів можуть розміщуватися маркери, які здатні переміщатися по мережі.

Моделювання в мережі Петрі здійснюється на подієвому рівні. Визначаються, які дії відбуваються в системі, які стани передували цим діям і які стани прийме система після виконання дії. Виконання подієвої моделі в мережах Петрі описує поведінку системи. Аналіз результатів виконання показує, в яких станах перебувала або не перебувала система, які стани в принципі не досяжні. Проте, такий аналіз не дає числових характеристик, що визначають стан системи.

Переходи відображують дії, що відбуваються в системі, а стани характеризують ситуацію в системі після виконання дії. Таким чином, модель мережі Петрі служить для відображення і аналізу причинно-наслідкових зв'язків в системі, що досліджується. Аналіз результатів моделювання дозволяє визначити, в яких станах перебувала система.

На основі алгоритмів, які розроблені в [18], побудовані відповідні моделі технологічного процесу обслуговування вагонного парку на вантажній станції. Це дало можливість розробити імітаційну модель функціонування вантажної залізничної станції для визначення напрямків вантажопотоків та обсягів перевезень в залежності від наявності ресурсів (вагонів) вагонного парку станції.

Імітаційне моделювання - це поширений різновид аналогового моделювання, що реалізовується за допомогою набору математичних інструментальних засобів спеціальних імітуючих комп'ютерних програм і технологій програмування, що дозволяє за допомогою процесів-аналогів провести цілеспрямоване дослідження структури і функцій реального складного процесу в пам'яті

комп'ютера в режимі «імітації» та виконати оптимізацію деяких його параметрів [19].

Імітаційне моделювання економічних процесів застосовується при проведенні експериментів з дискретно-безперервними системами складних економічних об'єктів для здобуття і відстежування їх динаміки в екстрених ситуаціях, пов'язаних з невизначеністю, натурне моделювання яких неможливе. Саме такою системою є система вантажної залізничної станції, для якої була створена модель виробничо-технологічного підрозділу залізниці по організації перевезень вантажів та взаємодії виробничого процесу з підприємствами, суміжними службами залізничного транспорту [20].

Враховуючи особливості протікання технологічного процесу вагонопотоків на залізничній вантажній станції, для створення імітаційної моделі було застосовано апарат ймовірносного автоматного моделювання [21], за допомогою якого розроблена нова інформаційна технологія для прийняття ефективного управлінського рішення при оцінюванні стану функціонування вантажної залізничної станції, що обумовлюється невизначеністю та ризиками різної природи.

### **Висновки.**

Розроблена сукупність моделей може бути покладена в основу автоматизованої системи підтримки прийняття рішень для оцінки і вибору раціонального комплексу заходів, спрямованих на підвищення ефективності експлуатації вантажних станцій, отримувати кількісну оцінку заходів, спрямованих на поліпшення техніко-технологічних параметрів вантажної станції, використовувати їх для прийняття рішень, що мінімізує

простої вагонів і експлуатаційні витрати вантажної станції, максимізуючи її прибутковість.

#### Література

1. Управління залізничним транспортом. У 4-х книгах. Книга перша. Організаційно-правова основа. Інфраструктура: Навчальний посібник./ Д.О.Шамрай, Т.Г.Яновська, М.В.Дорошенко, Д.В.Зеркалов. За ред. Д.В.Зеркалова. – К.: Основа, 2004. – 266 с.
2. Абрамов А.П., Галабурда В.Г., Иванова Е.А. Маркетинг на транспорті. /Под общей редакцией д-ра экон. наук, В.Г. Галабурды. Учебник для вузов. М.: Желдориздат, 2001. - 329с
3. Галабурда В. Г. Стратегическое планирование на железнодорожном транспорте // Ж.-д. трансп. - 2000. - № 6. - С. 46 - 50.
4. Кочнев Ф.П. Управление эксплуатационной работой железных дорог : учеб. пособ. для вузов / Ф.П. Кочнев, И.Б. Сотников. - М.: Транспорт, 1990. - 424 с.
5. Грунтов П.С. Управление эксплуатационной работой и качеством перевозок на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов / Грунтов П.С, Дьяков Ю.В., Макаровичин А.М. и др.; Под ред. Грунтова. П.С. - М.: Транспорт, 1994г. - 543с.
6. Миротин Л.Б. Теория транспортных процессов и систем: Учебник для вузов/ А.В.Вельможин, В.А.Гудков, Л.Б.Миротин. - М.: Транспорт, 1998. - 167с
7. Николашин В. М. Коммерческая эксплуатация на транспорте. - М.: РАПС, 1997. - 35 с.
8. Смехов А. А., Николашин В.М. Возможности применения автоматизированной системы принятия оптимальных управленческих решений на грузовых станциях. - М.: ЦНИИТЭИ МПС. - 1995. - № 3. - С. 1 - 21. - (Сер. «Грузовая и коммерческая работа»).
9. Бакаев А.А., Кутах А.П. Информационное моделирование и качество управление транспортными процессами // Управляющие системы и машины. - 2003. - № 3. - С. 84 - 92.
10. Пашенко Ю.Є. Транспортно-дорожній комплекс України в процесах міжнародної інтеграції : / Ю.Є. Пашенко, О.І. Никифорок. – Ніжин : Аспект-Поліграф, 2008. – 192 с.
11. Сич Є.М., Бойко О.В., Панченко О.І. Принципи ефективної взаємодії залізниць з регіонами. – К.: Логос, 2010. – 262 с

12. Сич Є.М. Інноваційно-інвестиційні комплекси транспортної галузі: методологія формування та розвитку : / Є. Сич, В. Ільчук. – К.: Логос, 2006. – 264 с.
13. Цвєтов Ю.М. Залізничний транспорт України на порозі реформування : наукове видання / [Ю.М. Цвєтов, М.В. Макаренко, А.Д. Лашко та ін.] – К. : ДЕТУТ, 2008. – 189 с.
14. Юрій Бараш. Управління залізничним транспортом країни: / Юрій Бараш. – Д. : Вид-во ДНУЗТ ім. акад. Лазаряна, 2006. – 264 с.
15. Уваров С.А. Логистика: общая концепция, теория, практика. - СПб.: 1996. - 232 с.
16. Питерсон Дж. Теорис сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984. – 264 с.
17. Котов В.Е. Сети Петри. – М.: Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 160 с.
18. Мишко С. Модель оперативного управління вантажними потоками залізничного вузла в термінах мереж Петрі // Економіст. – 2005. - №8. – с. 77-79.
19. Емельянов А.А. Имитационное моделирование экономических процессов: Учеб. пособие / А.А. Емельянов, Е.А. Власова, Р.В. Дума; Под ред. А.А. Емельянова. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 368 с:
20. Мишко С.І. Економіко-математичне моделювання технологічних процесів роботи залізничної проміжної станції // Залізничний транспорт України. – 2006. - №5. – с. 66-72.
21. Бакаев А.А., Гриценко В.И., Сакунова И.С. Автоматное моделирование в задачах исследования сложных систем. – К.: Логос, 2007. – 208 с.

**УДК330.115**

**І.В.Яблоков**

### **Фінансові потоки в транспортній логістиці**

*Розглядаються основні принципи управління фінансовими потоками для оптимізації руху матеріальних потоків у рамках транспортної логістичної системи.*

***Ключові слова:** транспортна логістика, фінансові потоки.*