

УДК 656.573.23

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РУХУ КОНТЕЙНЕРНИХ ПОЇЗДІВ НАПРЯМКУ УКРАЇНА – КИТАЙ НА ПРИНЦИПАХ ГЛОБАЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ

Д-р техн. наук С.В. Панченко, канд. техн. наук А.О. Каграманян,
доктори техн. наук О.В. Лаврухін, А.М. Котенко, канд. техн. наук В.І. Шевченко

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПОЕЗДОВ НАПРАВЛЕНИЯ УКРАИНА – КИТАЙ НА ПРИНЦИПАХ ГЛОБАЛЬНОЙ ЛОГИСТИКИ

Д-р техн. наук С.В. Панченко, канд. техн. наук А.А. Каграманян,
доктора техн. наук А.В. Лаврухин, А.Н. Котенко, канд. техн. наук В.И. Шевченко

MATHEMATICAL MODEL of RUH of CONTAINER TRAINS of DIRECTION UKRAINE is CHINA ON PRINCIPLES of GLOBAL LOGISTIC

Doctors of techn. sciences S.V. Panchenko, O.V. Lavrukhin, A.M. Kotenko,
cand. techn. sciences A.O. Kagramanyan, V.I. Shevchenko

Запропоновано математичну модель станів руху контейнерного поїзда, що прямує від України до Китаю через проміжні держави Грузію, Азербайджан та Казахстан, що побудована на принципах глобальної логістики. Формалізовано стани руху контейнера на станціях відправлення і призначення, включаючи час перебування його безпосередньо під вантажними операціями і на шляху прямування до залізничних станцій на автотранспорті. Моделювання дає змогу скоротити час перебування контейнерів на контейнерних пунктах, оптимізувати рух контейнерних поїздів і прискорити їх рух.

Ключові слова: контейнерний поїзд, міжнародні перевезення, математична модель, графи станів, глобальна логістика.

Предложена математическая модель состояний движения контейнерного поезда, направляющегося от Украины к Китаю через промежуточные государства Грузию, Азербайджан и Казахстан, которая построена на принципах глобальной логистики. Формализованы состояния движения контейнера на станциях отправления и назначения, включая время нахождения его непосредственно под грузовыми операциями и на пути следования к железнодорожным станциям на автотранспорте. Моделирование позволяет сократить время нахождения контейнеров на контейнерных пунктах, оптимизировать движение контейнерных поездов и ускорить их движение.

Ключевые слова: контейнерный поезд, международные перевозки, математическая модель, графы состояний, глобальная логистика.

The mathematical model of the states of motion of container train is offered sent from Ukraine to China through the intermediate states Georgia, Azerbaijan and Kazakhstan, that built on principles of global logistic. Being of motion of container is formalized in dispatch-stations and setting, including time of finding of him directly under freight operations and on the way of heading for railheads on a motor transport. A design allows to shorten time of finding of containers on container points and optimize motion of container trains and accelerate their motion.

Keywords: container train, international transportations, mathematical model, columns of the states, global logist.

Вступ. Поява нових технологій у перевезенні вантажів, заснованих на принципах глобальної логістики, нових торгових ринків, глобалізація міжнародної торгівлі дають можливість значно підвищити ефективність економічного розвитку України і вимагають розроблення, обґрунтування та оптимізації технологічних процесів на основі застосування математичних методів теорії дослідження операцій.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими та практичними завданнями. Для стабілізації економічного стану України необхідне налагодження торгових відносин з провідними державами, що мають місткі торгові ринки та економіку, що досить швидко розвивається. До таких держав належить Китай, частка якого у світовому торговельному обігу становить 6,1 %, зокрема імпорту – 6,6 %, експорту – 5,9 %. Проблема торгових відносин з Китаєм полягає у відсутності надійного транспортного сполучення. Організація руху першого контейнерного поїзда за транскаспійським напрямком показала можливість доставки вантажів через кордони держав Грузії, Азербайджану, Казахстану до Китаю. Перший контейнерний поїзд прибув до Китаю за 15,5 доби. Вченими Українського державного університету залізничного транспорту планується розроблення наскрізного технологічного процесу прямування контейнерних поїздів з України до Китаю, що надасть змогу прискорити рух та скоротити час їх перебування на шляху прямування.

Дослідженням операцій, математичному моделюванню, розвитку глобальної логістики, міжнародних торгових відносин

присвячені праці вчених США, Європейського союзу, України та ін.

У роботі [1] викладено основи дослідження, що займається кількісним обґрунтуванням рішень і методологічних принципів дослідження операцій у всіх галузях людської діяльності. Розглянуто математичні методи оптимізації, а також методи математичного моделювання.

У роботі [2] викладена теорія і практика сучасної логістики. Систематично викладені новітні підходи, концепції та ідеї в матеріально-технічному постачанні та збуті, визначено зміст і призначення таких понять, як менеджмент матеріалів, управління ланцюгами поставок, логістика поставок, стратегічна, інтегральна і контрактна логістики. Викладено основи фізичного розподілу товарів, управління запасами і доставкою, міжнародної логістики, організації складського господарства і повторного використання відходів виробництва (рециклінгу).

У роботі [3] викладено інформаційні системні вимоги для одночасної консолідації вхідних і вихідних відправлень. З позицій системного підходу в процесах логістики виділено три рівні. Перший – робоче місце, другий – дільниця, склад і третій – система.

У роботі [4] визначено аспекти світової глобальної економічної інтеграції і її перспективи на майбутнє. Викладені основні напрямки міжнародного економічного співробітництва та ризики, дефіцит бюджету США та Європейських економік.

Основна частина дослідження. Для оптимізації руху контейнерних поїздів, побудовано граф станів із циклічним процесом (рис. 1) і відповідно до графа складено систему диференціальних рівнянь.

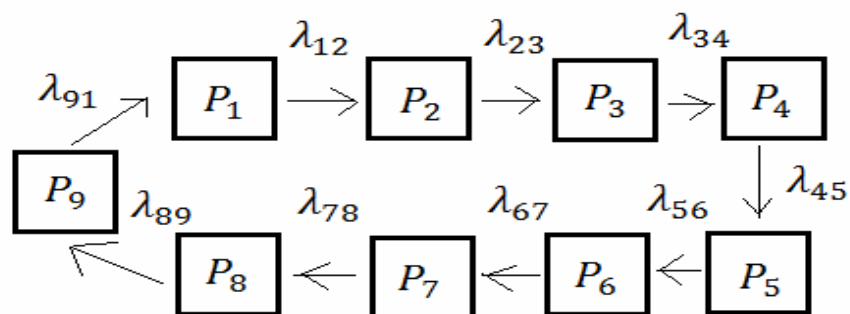


Рис. 1. Розмічений граф станів руху контейнерного поїзда на напрямку Україна – Китай: P_1 – вірогідність перебування контейнерного поїзда під усіма операціями (технічними, вантажними, комерційними, митними і на дільницях) в Україні; P_2 – вірогідність перебування контейнерного поїзда під операціями в Грузії; P_3 – вірогідність перебування контейнерного поїзда під операціями в Азербайджані; P_4 – вірогідність перебування контейнерного поїзда під операціями на залізниці в Казахстані; P_5 – вірогідність перебування контейнерного поїзда в Китаї, P_6 – вірогідність перебування контейнерного поїзда на залізниці Казахстану при русі у зворотному напрямку (Китай – Україна); P_7 – вірогідність перебування контейнерного поїзда на залізниці Азербайджану; P_8 – вірогідність перебування контейнерного поїзда на залізниці Грузії; P_9 – вірогідність перебування контейнерного поїзда на зворотному шляху (Китай – Україна) під фітосанітарним та ветеринарно-санітарним контролем на прикордонній передавальній станції

Система диференціальних рівнянь академіка Колмогорова

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d P_1}{dt} &= \lambda_{91} P_9 - \lambda_{12} P_1; \\ \frac{d P_2}{dt} &= \lambda_{12} P_1 - \lambda_{23} P_2; \\ \frac{d P_3}{dt} &= \lambda_{23} P_2 - \lambda_{34} P_3; \\ \frac{d P_4}{dt} &= \lambda_{34} P_3 - \lambda_{45} P_4; \\ \frac{d P_5}{dt} &= \lambda_{45} P_4 - \lambda_{56} P_5; \\ \frac{d P_6}{dt} &= \lambda_{56} P_5 - \lambda_{67} P_6; \\ \frac{d P_7}{dt} &= \lambda_{67} P_6 - \lambda_{78} P_7; \\ \frac{d P_8}{dt} &= \lambda_{78} P_7 - \lambda_{89} P_8; \\ \frac{d P_9}{dt} &= \lambda_{89} P_8 - \lambda_{91} P_9. \end{aligned} \right. \quad (1)$$

Нормувальна умова:

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7 + P_8 + P_9 = 1.$$

Початкові умови

$$t = 0; P_1 = 1; P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = P_7 = P_8 = P_9 = 0.$$

Вірогідність станів контейнерного поїзда на шляху прямування Україна – Китай та у зворотному напрямку залежно від часу наведена на рис. 2.

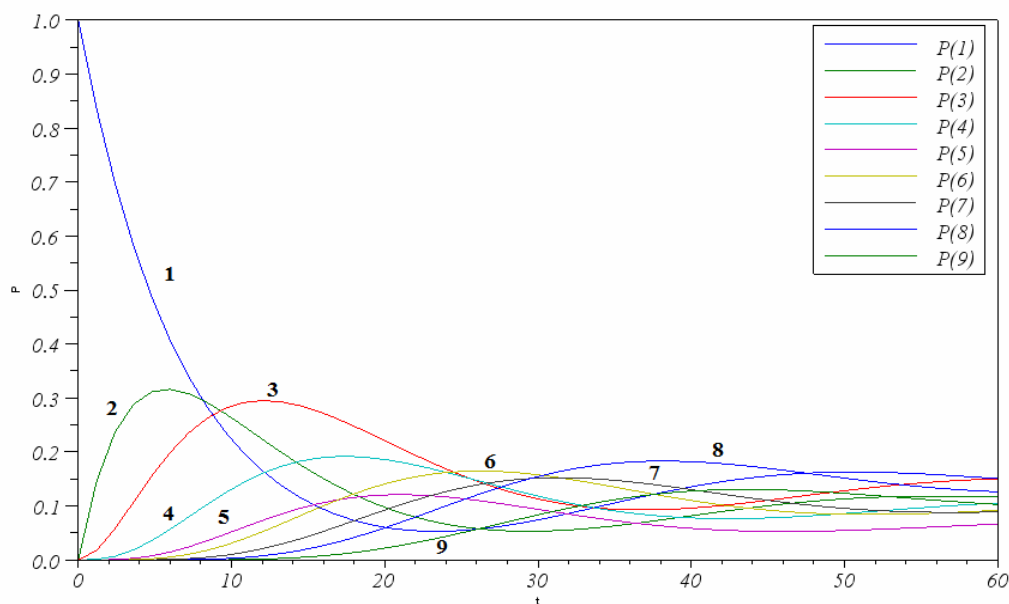


Рис. 2. Вірогідність станів контейнерного поїзда на шляху прямування Україна – Китай та у зворотному напрямку залежно від часу

Математична модель перебування контейнера на контейнерному пункті станцій відправлення та призначення може бути подана так само у вигляді системи диференціальних рівнянь Колмогорова.

$$\begin{cases} \frac{dP_1}{dt} = \lambda_{21}P_2 - \lambda_{12}P_1; \\ \frac{dP_2}{dt} = \lambda_{32}P_3 - (\lambda_{21} + \lambda_{23})P_2; \\ \frac{dP_3}{dt} = \lambda_{23}P_2 + \lambda_{43}P_4 - (\lambda_{32} + \lambda_{43})P_3; \\ \frac{dP_4}{dt} = \lambda_{34}P_3 - \lambda_{43}P_4. \end{cases} \quad (2)$$

$$P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 1.$$

Початкові умови

$$t = 0; P_1 = 1; P_2 = P_3 = P_4 = 0.$$

де P_1 – вірогідність перебування контейнера на контейнерному майданчику станції відправлення та призначення; P_2 – прямування на автотранспорті до

вантажоодержувача чи у зворотному напрямку; P_3 – комерційні та вантажні операції з контейнерами і вагонами на станції; P_4 – вірогідність перебування контейнера на залізничній платформі;

$\lambda_{12} \dots \lambda_{nk}$ – інтенсивності потоків переходу контейнера зі стану в стан.

Графіки імовірності станів контейнера на терміналі подано на рис. 3.

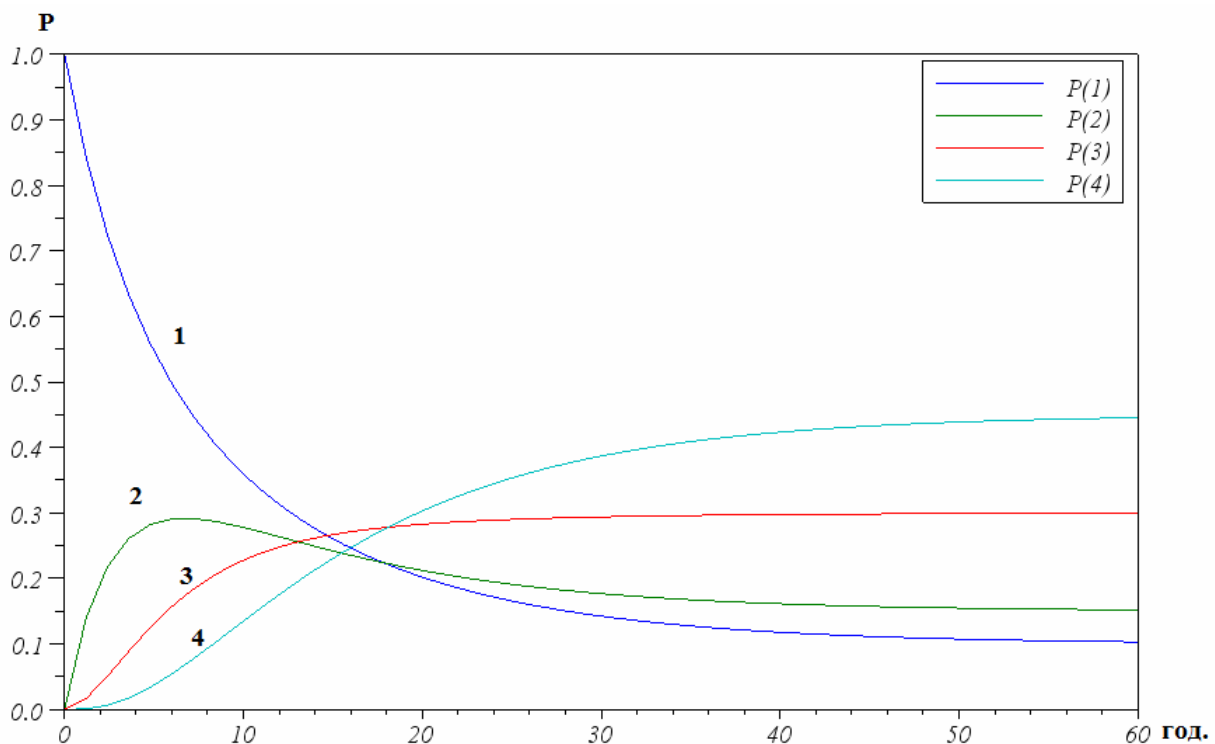


Рис. 3. Імовірність станів контейнера на терміналі

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Математичне моделювання станів руху контейнерного поїзда дає змогу виявити вузькі місця в технології і технічному оснащенні залізниць напрямку Україна – Китай та запровадити заходи з прискорення руху. Подальший розвиток і удосконалення технології цього напрямку передбачається за рахунок запровадження руху двоярусних контейнерних поїздів і моделювання за допомогою методу динаміки середніх та розроблення

наскрізного технологічного процесу маршруту Україна – Китай.

Поява нових контейнерних технологій сприяє розвитку глобальної логістики за участю транспорту України. Потенціал глобальної логістики має бути спрямований на виконання стратегічних цілей суб'єктів господарювання. Такі цілі конкретизуються в завданнях глобальної логістики: оптимізація функціонального циклу глобальної логістики (скорочення його тривалості за рахунок прискорення міжнародних перевезень, зменшення

кількості посередницьких структур); розвиток логістичної інфраструктури в зовнішньоекономічному просторі; розвиток інформаційного забезпечення глобальних логістичних процесів за рахунок

застосування космічних технологій контролю схоронності вантажів та попередження крадіжок порожніх контейнерів.

Список використаних джерел

1. Вентцель, Е.С. Исследование операций [Текст] / Е.С. Вентцель. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
2. Kenneth C. Williamson, Daniel M. Spitzer, Jr., David J. Bloomberg. Modern Logistics Systems: Theory and Practice // *Journal of Business Logistics*, February 1990. – № 2. – P. 65-68.
3. James H. Bookbinder, Carolyn I, Barkhouse. An Information System for Simultaneous Consolidation of Inbound and Outbound Shipments // *Transportation Journal*. – Summer 1993. – № 4. – P. 5-20.
4. Feldstein M. Aspects of Global economic integration: outlook for the future, NBER WP 7899. – № 9. – P. 1-13.

Панченко Сергій Володимирович, доктор технічних наук, професор, ректор Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. 057-730-10-13.

Каграманян Артур Олександрович, канд. техн. наук, проректор Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. 057-730-10-13.

Лаврухін Олександр Валерійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. 057-730-10-85.

Котенко Анатолій Миколайович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. 057-730-10-85.

Шевченко Віталій Іванович, канд. техн. наук, доцент кафедри управління вантажною і комерційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел. 057-730-10-85.

Panchenko Sergey Vladimirovich, doctor of technical sciences, professor, rector of the University Ukrainian railroad transport. Tel. 057-730-10-13.

Kahramanyan Arthur Aleksandrovich, candidate. Sc. Science, University Vice-Rector of Ukrainian railroad transport. Tel. 057-730-10-13.

Lavruhyn Alexander Valerevych, doctor of technical sciences, professor. Tel. 057-730-10-85.

Kotenko Anatoly Nikolayevich, doctor of technical sciences, professor. Tel. 057-730-10-85.

Shevchenko Vitaly Ivanovich, PhD. Sc. science, associate professor. Tel. 057-730-10-85.

Принята 04.03.2016 р.