

УДК 656.223.2

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТУВАННЯ ВАНТАЖІВ У КОНТЕЙНЕРАХ З ВИКОРИСТАННЯМ МОДЕЛІ МАРКОВСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Миرونенко В.К., Алексійчук Н.М., Родкевич О.Г.

AN INCREASE OF EFFICIENCY OF TRANSPORTING OF LOADS IN CONTAINERS WITH THE USE OF MODEL OF MARKOVSKIKH PROCESSES

Myronenko V.K., Aleksiiichuk N.M., Rodkevych O.H.

В статті розглянуті проблеми застосування економіко-математичних моделей процесів технологічного забезпечення системи контейнерних перевезень. Описано задачу оптимізації розподілу ресурсів підприємства контейнерних перевезень, який би забезпечив досягнення максимального (мінімального) значення певної цільової функції. Описано практичне застосування математичної моделі марковського процесу, яка формалізує технологічне забезпечення контейнерних перевезень. Наведені результати застосування моделі довели, що збільшення тривалості навантаженого рейсу приводить і до збільшення ймовірності перебування у навантаженому стані і, відповідно, зменшення ймовірностей перебування у порожньому рейсі і в запасі.

Ключові слова: контейнерні термінали, система контейнерних перевезень, контейнер, рухомий склад, модель марковських процесів, оператор перевезення, вантажний рейс вагона.

Вступ. Перехід до нових принципів роботи підрозділів ДП «УДЦТС «Ліски», як оператора контейнерних терміналів, контейнерів та рухомого складу, заснованих на плануванні раціонального переміщення завантажених і порожніх контейнерів, вантажних вагонів і використання інфраструктури, з метою виконання зобов'язань щодо своєчасної доставки контейнерів та інших вантажів, змушує шукати відповідні теоретичні підходи до оцінки ефективності використання рухомого складу.

Постановка проблеми. Будь-яка система контейнерних перевезень нормально функціонує при синхронному матеріальному та інформаційному потоках. При розгляданні таких систем, представляємо переходи системи S_i із стану в стан як такі, що здійснилися під впливом деяких потоків подій. При цьому значення ймовірностей переходу отриманні від зміни інтенсивності λ_{ij} відповідних потоків подій, як тільки здійсниться перша подія у потоці λ_{ij} система зі стану S_i перейде в стан S_j .

Проблема невизначеності, недостовірності інформації про хід технологічних процесів, які відбуваються в системі контейнерних перевезень, ускладнює оцінку «вартості» перебування системи в кожному із станів S_i , переходи в які здійснюються під впливом деяких потоків подій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Значний внесок у вирішення теоретичних та практичних проблем технологічного забезпечення контейнерних перевезень у роботах [2-5] зробили такі науковці та фахівці, як Є. С. Альошинський, П. В. Бех, О. І. Кічка, А. М. Котенко, П. С. Шилаєв та ін. Слід відмітити, що в цих роботах не приділена увага формалізації задачі підвищення ефективності транспортування вантажів у контейнерах з використанням моделі марковських процесів.

Мета статті. В роботі формалізовано задачу підвищення ефективності транспортування вантажів у контейнерах з використанням моделі марковських процесів, формалізовано критерій оптимальності та обмежень моделі організації перевезень контейнерів.

Результати дослідження. В системі експлуатації спеціалізованих платформ для перевезення контейнерів між контейнерними терміналами, рухомий склад може перебувати у наступних станах: S_1 – навантажений рейс, S_2 – порожній рейс, S_3 – простій в очікуванні наступного навантаження (запас або оперативний резерв), S_4 – знаходження в ремонті. Оскільки тривалість періоду між деповськими ремонтами стала і значно більша за час обороту рухомого складу, розглядаємо систему роботи спеціалізованих платформ тільки в період між ремонтами [1].

Маючи розмічений граф станів, можна знайти всі ймовірності станів $P_i(t)$ як функції часу. Для

цього складемо систему рівнянь балансу інтенсивностей потоків подій для ймовірностей станів [1].

$$\left. \begin{aligned} \lambda_{12}P_1 &= \mu_{21}P_2 + \mu_{31}P_3 \\ \mu_{21}P_2 + \lambda_{23}P_2 &= \lambda_{12}P_1 \\ \mu_{31}P_3 &= \lambda_{23}P_2 \\ P_1 + P_2 + P_3 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

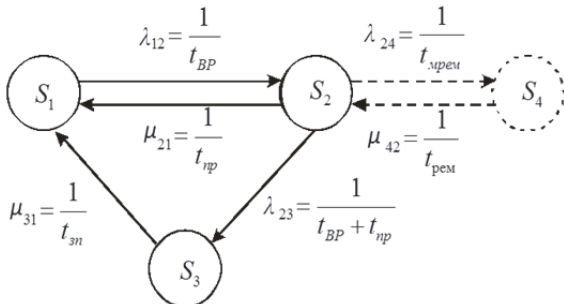


Рис. 1. Граф технологічного процесу (стану) рухомого складу при організації перевезень:

- – показує напрямок переходу зі стану в стан;
- S_1 – навантажений рейс,
- S_2 – порожній рейс,
- S_3 – простій в очікуванні наступного навантаження,
- S_4 – знаходження в ремонті

З системи рівнянь (1) виразимо відповідні невідомі і отримаємо [1]:

$$\left. \begin{aligned} P_2 &= \frac{\lambda_{12}P_1}{\mu_{21} + \lambda_{23}} \\ P_1 &= \frac{\mu_{21}P_2 + \mu_{31}P_3}{\lambda_{12}} \\ P_3 &= \frac{\lambda_{23}P_2}{\mu_{31}} \\ P_1 + P_2 + P_3 &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Ця система рівнянь дозволяє оцінити ймовірність перебування системи у кожному стані. Зрозуміло, що найбільш бажаним є стан S_1 , а також S_2 , якщо вагон є власним і слідує в порожньому рейсі під наступне навантаження, при чому за порожній пробіг теж стягується провізна плата. Втім, зрозуміло, що один стан не можливий без існування іншого. Стан перебування вагона (контейнера) в запасі S_3 об'єктивно зумовлений коливаннями попиту і пропозиції, тому для безперебійної роботи підприємства обов'язком повинен бути резерв (оперативний запас) рухомого складу.

В [1] приводиться визначення перемінних λ_{ij} , μ_{ij} через залежність від часу знаходження у навантаженому (t_{BP}), порожньому рейсі вагонів (контейнерів) (t_{np}) та знаходження вагона (контейнера) у запасі (t_{3n}), обігу вагона (контейнера) (θ), кількості транспортних засобів, що перебувають на балансі

підприємства (n_p), що перебувають у ремонті ($n_{рем}$), середньодобове навантаження вагонів (контейнерів) ($u_{доб}$).

При перевезенні власних контейнерів власними платформами оптимізаційна задача, сформульована вище, передбачає формулювання оптимізаційної функції, яка у загальному вигляді

$$F = e_1P_1x_1 + e_2P_2x_2 + e_3P_3x_3 \Rightarrow \max \quad (3)$$

В цільовій функції величини P_1, P_2, P_3 - це ймовірності станів системи описаних вище, а e_1, e_2, e_3 - це оцінки «вартості» перебування системи в кожному із станів, x_1 - кількість вагонів у завантаженому рейсі, x_2 - кількість вагонів у порожньому рейсі, x_3 - кількість вагонів у запасі, що враховує коливання попиту на перевезення.

Наприклад, вартість перебування вагона у навантаженому рейсі e_1 визначається різницею отриманого від перевезення доходу (вагонної та контейнерної складової) і пов'язаних з перевезенням витрат на утримання рухомого складу та накладних витрат.

Вартість перебування вагона у порожньому рейсі може давати дохід, покриваючи собівартість утримання вагону, якщо цю вартість компенсує вантажовідправник. Перебування вагона в запасі не приносить жодних доходів і супроводжується певними витратами, пов'язаними як з утриманням вагону, так і використанням зайнятої інфраструктури для відстою рухомого складу. Саме якість технологічного забезпечення істотно впливає на економічні результати перевезень.

Зрозуміло, що в процесі перевезення найбільший прибуток оператору перевезення (перевізнику) приносить стан перебування транспортних засобів (вагонів, контейнерів) у вантажному рейсі, ймовірність якого дорівнює P_1 , тому підвищення цього значення потягне за собою і більший прибуток. Резерв для покращення існує в різниці між теоретичними значеннями перебування рухомого складу як в запасі, так і в порожньому стані. Для оптимізації моделі необхідно змінити основні значення перемінних λ_{ij}, μ_{ij} , що мають на неї вплив.

Очевидно, що обмеженням моделі є не підвищення частками усіх трьох категорій вагонів (з урахуванням тих, що знаходяться в ремонтах) загального робочого парку вагонів. Це виражається співвідношенням (4): або

$$x_1 + x_2 \leq (1 - \gamma_{рем})(n_p - x_3) \quad (4)$$

де $\gamma_{рем}$ - частка вагонів у всіх видах ремонту ($0 < \gamma_{рем} < 1$).

Кількість вагонів, задіяних у вантажному рейсі

X_1 визначається:

$$x_1 \geq u_{\text{доб}} t_{BP} \quad (5)$$

Кількість вагонів, задіяних у порожньому рейсі

X_1 визначається:

$$x_2 \geq u_{\text{доб}} t_{\text{нор}} \quad (5)$$

де $u_{\text{доб}}$ - середньодобове вивантаження вагонів (контейнерів).

$$x_3 = n_p (1 - \gamma_{\text{рем}}) - x_1 - x_2 \quad (6)$$

Висновок. Очевидно, що при зміні експлуатаційних умов використання рухомого складу і технологічного забезпечення перевезень змінюються також фінальні ймовірності станів системи, які повинні бути орієнтирами для встановлення технічних норм експлуатаційної роботи підприємства, похідних від параметрів t_{BP} , t_{np} , t_{sn} та ін. У такий спосіб можна нормувати і середньодобові пробіги транспортних засобів, їх продуктивність. При цьому остаточне технологічне рішення при забезпеченні контейнерних перевезень повинно все ж таки ґрунтуватися на максимумі цільової функції (3).

Література

1. Алексійчук Н. М. Удосконалення технологічного забезпечення контейнерних перевезень з використанням резервів провізних спроможностей залізничного транспорту. [Текст] / Н.М. Алексійчук // Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня к.т.н. – 2013.
2. Альошинський Є. С. Оптимізація процесу виконання митних операцій на припортових пунктах переробки міжнародних контейнерних вантажів [Текст] / Є. С. Альошинський // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – № 3. – С. 3 – 7.
3. Бех П. В. Удосконалення системи контейнерних перевезень на залізницях України: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.22.20 / Бех Петро Вікторович; ДНУЗТ ім. ак. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2006. – 20 с.
4. Кічка О. І. Формалізація процесу взаємодії видів транспорту в морському контейнерному терміналі / О. І. Кічка, Ю. І. Гришина // Вісник СХУ ім. В. Даля. – 2011. – № 5 (159). – С. 150 – 154.
5. Котенко А. М. Удосконалення технології перевезення вантажів в універсальних контейнерах [Текст] / А. М. Котенко, П. С. Шилаєв, В. І. Шевченко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2007. – № 6/5 (30). – С. 12 – 17.

References

1. Aleksiiuchuk N. M. Udoskonalennia tekhnolohichnoho zabezpechennia konteinernykh perevezen z vykorystanniam rezerviv proviznykh spromozhnosti zaliznychnoho transportu. [Tekst] / N.M. Aleksiiuchuk

// Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovoho stupenia k.t.n. – 2013

2. Alosynskiy Ye. S. Optyimizatsiia protsesu vykonannia mytynykh operatsii na pryportovykh punktakh pererobky mizhnarodnykh konteinernykh vantazhiv [Tekst] / Ye. S. Alosynskiy // Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti. – 2008. – № 3. – С. 3 – 7.
3. Bekh P. V. Udoskonalennia systemy konteinernykh perevezen na zaliznytsiakh Ukrainy: avtoref. dys. kand. tekhn. nauk: 05.22.20 / Bekh Petro Viktorovych; DNUZT im. ak. V. Lazariana. – Dnipropetrovsk, 2006. – 20 s.
4. Kichkina O. I. Formalizatsiia protsesu vzaiemodii vydiv transportu v morskomu konteinerному terminali/ O. I. Kichkina, Yu. I. Hryshyna // Visnyk SNU im. V. Dalia. – 2011. – № 5 (159). – С. 150 – 154.
5. Kotenko A. M. Udoskonalennia tekhnolohii perevezennia vantazhiv v universalnykh konteinerakh [Tekst] / A. M. Kotenko, P. S. Shylaiev, V. I. Shevchenko // Skhidno-levropeyskyi zhurnal передovykh tekhnolohii. – 2007. – № 6/5 (30). – С. 12 – 17.

Мироненко В.К., Алексійчук Н.М., Родкевич О.Г. Повышение эффективности транспортировки грузов в контейнерах с использованием модели марковских процессов

В статье рассмотрены проблемы применения экономико-математических моделей процессов технологического обеспечения системы контейнерных перевозок. Описано задачу оптимизации распределения ресурсов предприятия контейнерных перевозок, который бы обеспечил достижение максимального (минимального) значения определенной целевой функции. Описано практическое применение математической модели марковского процесса, которая формализует технологическое обеспечение контейнерных перевозок. Полученные результаты применения модели доказали, что увеличение продолжительности груженого рейса приводит и к увеличению нахождения в груженом рейсе и, соответственно, уменьшению вероятности нахождения в порожнем рейсе и в запасе.

Ключевые слова. Контейнерный терминал, система контейнерных перевозок, контейнер, подвижной состав, модель марковских процессов, оператор перевозки, груженный рейс вагона.

Myronenko V.K., Aleksiiuchuk N.M., Rodkevych O.H. An increase of efficiency of transporting of loads in containers with the use of model of markovskikh processes

The articles considers the problem of application of economic mathematical models of technological providing of the system of container traffics. The task of optimization of allocation of container traffic enterprise resources is described, that would provide achievement of maximal (minimum) value of a certain objective function. Practical application of markovian process mathematical model which formalizes the technological providing of container traffics is described. The obtained results of model application proved that increase of loaded trip duration leads to the increase of probability of stay in the loaded state and, accordingly, diminishing of probabilities of stay in an empty trip and in a reserve stay.

Key words. container terminals, system of container traffics, container, rolling stock, model of markovian processes, operator of transportation, loaded trip of wagon.

Мироненко Віктор Кімович – д.т.н., професор, завідувач кафедри «Управління процесами перевезень» Державного економіко-технологічного університету транспорту, viktor.myronenko@yandex.ua.

Алексійчук Надія Миколаївна – к.т.н., головний фахівець Департаменту комерційної роботи Укрзалізниці, alexej4uk@i.ua.

Родкевич Оксана Григорівна – к.т.н., доцент кафедри «Управління процесами перевезень» Державного економіко-технологічного університету транспорту, detut1@ukr.net.

Рецензент: *Марченко Д.М.*, д.т.н., професор

Стаття подана 25.01.2015