

УДК 656.13.072

Дмитро Дмитрів, к.т.н., доцент, Олена Рогатинська, к.т.н., доцент  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

## ОПТИМІЗАЦІЯ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

Анотація. В тезах розглянуто сутність оптимізації міжнародних вантажних автоперевезень з використанням теорії масового обслуговування на митних контрольних пунктах. Запропоновано математичну модель, яка дозволяє мінімізувати паливні витрати та підвищити ефективність обслуговування системою шляхом оптимального керування потоком транспортних засобів.

*Ключові слова: теорія масового обслуговування, математична модель, потік, канал, експотенціальний розподіл, сервіс.*

**Dmytro Dmytriv, Olena Rogatynska**

## OPTIMIZATION INTERNATIONAL FREIGHT TRANSPORT BY THE THEORY OF MASS SERVICE

Abstract. In the abstracts the essence of international freight transportation optimization using queuing theory to customs checkpoints. A mathematical model that minimizes the fuel costs and raise service system by optimal flow control vehicles.

*Keywords: the theory of mass service, mathematical model, stream, channel, ekspotentsialnyu distribution service.*

Процес проходження вантажних автомобілів через митний кордон можна представити як систему масового обслуговування, для якої характерні такі особливості: моменти прибуття на митний контрольний пункт, як правило, не можуть бути абсолютно точно передбачені, час обслуговування на пунктах – різний. Ці особливості можна врахувати під час побудови математичної моделі з використанням теорії масового обслуговування. Випадковий потік заявок і часу обслуговування призводить до того, що система масового обслуговування виявляється завантаженою нерівномірно. Для того, щоб максимально оптимізувати, регулювати ці процеси шляхом прийняття зважених та обґрунтованих управлінських рішень використовується теорія масового обслуговування. Будується математична модель, яка пов'язує задані умови роботи систем масового обслуговування (число каналів, їх продуктивність, характер потоку, заявок) з показниками ефективності цих систем, що описують їх здатність обслуговувати потоки заявок.

Існує кілька моделей черг:  $A/B/s$ , де  $A$  - тип ймовірнісного розподілу моментів часу поступлення заявок в систему,  $B$  - тип ймовірнісного розподілу часу обслуговування,  $s$  - кількість сервісів (пунктів обслуговування). При позначенні кожного типу розподілів, використовують умовні позначення:  $M$  – експотенціальний розподіл,  $D$  - детермінований (фіксований) інтервал часу між надходженнями заявок в систему (детермінована тривалість обслуговування)  $G$  - довільний тип розподілу тривалості обслуговування,  $GI$  - довільний тип розподілу надходження заявок.

Розглянемо модель типу  $M/M/s$ .

Кількість клієнтів (вантажних автомобілів) системи:

$$L = \lambda W \quad (1)$$

$\lambda$  - інтенсивність вхідного потоку вантажних автомобілів.

Середня кількість заявок в черзі:

$$L_q = \lambda W_q \quad (2)$$

Середній час перебування в системі:

$$W = W_q + 1/\mu \quad (3)$$

$\mu$ -інтенсивність обслуговування

Ймовірність того, що система пуста:

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left( \frac{1}{1 - (\lambda/s\mu)} \right)} \quad (4)$$

Очікувана кількість заявок в черзі:

$$L^q = P_0 \left( \frac{(\lambda/\mu)^{s+1}}{(s-1)! \left( s - \frac{\lambda}{\mu} \right)^2} \right) \quad (5)$$

Формули (1)-(5) дозволяють обчислити значення характеристик  $W_q$ ,  $W$ ,  $L$  для довільних значень  $\lambda$ ,  $\mu$ , а також для довільної кількості сервісів ( $s$ ).

Проте багато питань залишаються неврахованими, а саме оптимізація роботи багатоканальної системи обслуговування на прикладі митного контрольного пункту, із умови мінімізації витрат палива в загальній постановці та оптимальне керування потоком вантажних автомобілів. Це вимагає теоретичних й експериментальних досліджень цілого комплексу питань керування потоком вантажного транспорту, що в свою чергу створює передумови до вдосконалення роботи системи, а також дає можливість визначити рекомендації щодо раціональної організації процесу обслуговування транспорту.

Митний кордон Західної України можна розглядати як систему черг з  $n$ -ою кількістю сервісів (митних контрольних пунктів). З метою зменшення навантаження на даний митний контрольний пункт, в кожен наступний момент часу, застосовуючи новітні інформаційні технології, доцільно направляти частину вантажного транспорту до іншого пункту пропуску. Це рішення змінює процес надходження в систему, але постає задача оптимізації.

Водій за допомогою портативних інформаційних систем повинен зробити оптимальний вибір, який означає додатковий час і відстань (відповідно і вартість пального), а з другого боку вартість часу, витраченого вантажним транспортом на очікування в черзі. В будь-якому випадку, потрібно знайти оптимальне співвідношення між вартістю пального і вартістю часу, витраченого транспортним засобом на очікування в черзі. Для чого проводиться аналіз залежності рішення від параметра  $C_w$  (вартість (за год.) очікування вантажівки в системі).

Запропонована модель дозволяє мінімізувати витрати палива вантажним транспортом та підвищити ефективність обслуговування системою шляхом оптимального керування потоком транспортних засобів, що досягається використанням сучасних інформаційних технологій.