

mandatory creation of bank reserves to cover possible losses from lending activities as well as the introduction of economic regulations aimed at risk mitigation. However, the impact of such methods is rather indirect and more focused on avoiding systemic risk.

Minimizing credit risk at the bank, unlike compensation from reserves, involves an active influence on the likelihood of adverse events. Therefore, in practice, the emphasis should be shifted from the repayment of losses to previous minimize them. Primarily minimizing credit risk is to be effected by the banks themselves with active methods of influence on the probability of default of loans and interest on them downward. The objective is to improve banks' internal credit risk management. Increased competition serves as a motivation, but that at the state level should be addressing information, legal, general economic mismatch issues.

#### Використана література

1. Марковський, О.В. Моделювання структури та управління ризиками в діяльності комерційного банку: дис. ... канд. екон. наук: [Текст] / О.В. Марковський. – Запоріжжя, 2010. – 206 с.
2. Соскін, О. Фінансово-економічні ризики розвитку України в умовах сучасної кризи [Текст] / О. Соскін // Економіка і управління. – 2009. – № 4. – С.56 – 62.
3. Смолева, Т.М. Сучасні методи оцінки кредитоспроможності позичальників банками України [Текст] / Т.М. Смолева // Финансы, учет, банки. – 2014. – №1(20). – С.241 – 245.
4. Матвійчук, А.В. Аналіз і управління економічними ризиками: навч. посіб. [Текст] / А.В. Матвійчук. – К.: Центр навч. літ-ри, 2007. – 375с.
5. Васюренко, О.В. Банківські операції: навч. посіб. [Текст] / О.В. Васюренко. – К.: Знання, 2008. – 318 с.
6. Карчева, Г. Використання методів непараметричної статистики для оцінки ризику ліквідності банків [Текст] / Г. Карчева // Вісн. Нац. банку України. – 2007. – № 7.
7. Запорожець, З. Управління банківськими ризиками в контексті інформаційних технологій [Текст] / З. Запорожець // Вісник Національного банку України. – 2004. – № 10.

#### References

1. Markovskiy O.V. Modeliuvannia struktury ta upravlinnia ryzykamy v diial'nosti komertsijnoho banku: dys. kand. ekon. nauk. O.V. Markovskiy. Zaporizhzhia, 2010. 206 p.
2. Soskin O. Finansovo-ekonomichni ryzyky rozvytku Ukrainy v umovakh suchasnoi kryzy, O. Soskin. Ekonomika i upravlinnia, 2009, no. 4, pp. 56 – 62.
3. Smoleva T.M. Suchasni metody otsinky kredytopromozhnosti pozychal'nykiv bankamy Ukrainy, T.M. Smoleva. Fynansy, uchet, banky, 2014, no. 1(20), pp. 241 – 245.
4. Matvijchuk A.V. Analiz i upravlinnia ekonomichnymy ryzykamy: navch. posib. A.V. Matvijchuk. K.: Tsentr navch. lit-ry. 2007. 375 p.
5. Vasiurenko O.V. Bankivs'ki operatsii: navch. posib. O.V. Vasiurenko. K.: Znannia, 2008. 318 p.
6. Karcheva H. Vykorystannia metodiv neparametrychnoi statystyky dlia otsinky ryzyku likvidnosti bankiv. H. Karcheva, Visn. Nats. banku Ukrainy, 2007, no. 7.
7. Zaporozhets' Z. Upravlinnia bankivs'kymy ryzykamy v konteksti informatsijnykh tekhnolohij. Z. Zaporozhets'. Visnyk Natsional'noho banku Ukrainy, 2004, no. 10.

Отримано 06.12.2016

## УДК 658.012

Дмитро ДМИТРІВ; Олена РОГАТИНСЬКА; Юрій КАПАЦІЛА

### ЙМОВІРНІСНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ВАНТАЖОПОТОКІВ ЧЕРЕЗ МИТНИЙ КОРДОН

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
Тернопіль, Україна

*Резюме.* На підставі проведеного аналізу робіт присвячених здійсненню міжнародних вантажних перевезень, зокрема механізму перетину міжнародного кордону, в статті розроблено математичну

модель обслуговування автотранспорту на митних пунктах пропуску. Для побудови моделі використано теорію масового обслуговування. Це дало змогу за заданими параметрами вантажопотоку визначити обґрунтовану кількість сервісів (засобів обслуговування) та оптимальне співвідношення між витратами на утримання сервісів і вартістю часу очікування водіїв. Впровадження розробленої моделі дозволить проводити оптимізацію вантажопотоків та в підсумку мінімізувати черги на пунктах пропуску.

**Ключові слова:** математична модель, теорія масового обслуговування, потік заявок, модель черги, експоненціальний розподіл, інтенсивність обслуговування, довжина черги, вартісні параметри моделі.

**Dmytro DMYTRIV; Olena ROGATYNSKA; Yuriy KAPATSILA**

## **PROBABILITY MODELING OF AUTOMOBILE FREIGHT FLOWS THROUGH THE CUSTOMS BORDER**

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, Ukraine*

**Summary.** The mathematical model of vehicles service at customs checkpoints is developed in the article and is based on the analysis of papers devoted to the realization of international freight transportations and the mechanism of crossing the international border in particular. Queuing theory is used to build the model. This made it possible to determine a reasonable number of services (facilities maintenance) and the optimal balance between costs of services maintenance and cost of drivers waiting time due to set parameters. Implementation of the developed model will allow to optimize freight flows and as a result to minimize queues at checkpoints.

**Key words:** mathematical model, queuing theory, applications flow, queue model, exponential distribution, intensity of service, queue length, cost parameters of the model.

**Постановка проблеми.** Динаміка євроінтеграційних процесів на сучасному етапі вимагає від України дотримання європейських стандартів у функціонуванні інфраструктурних підрозділів, і, в першу чергу, це стосується митних кордонів України. Як показує практика перетину державного кордону, на пунктах пропуску мають місце утворення черг, що негативно відображається зокрема на діяльності автоперевізників. Широке розповсюдження інформаційних систем і технологій, впровадження новітніх підходів у галузі транспортних технологій, а також застосування математичного моделювання дають можливість розробляти оптимізаційні моделі, які за умов їх впровадження дозволять мінімізувати або повністю виключити черги на митницях. Також одним з елементів ліквідації черг є мінімізація часу обслуговування транспортних засобів під час оформлення документів та огляду.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сучасні транспортні технології, механізми їх реалізації та обґрунтовані методики їх впровадження розглянуті в роботах М.Ф. Дмитриченко, П.Р. Левковця, А.М. Ткаченка, О.С. Ігнатенка, Л.Г. Зайончика, І.М. Статника, І.Г. Смирнова, Т.В. Косаревої, І.М. Сокура, В.В. Герасимчука [3, 5, 7, 8]. Питанням процесу здійснення міжнародних перевезень, організації роботи митних пунктів пропуску та управління на автомобільному транспорті присвятили свої праці І.А. Вікович, І.Л. Самсін, Р.В. Зінько, Т.І. Бондарєва, О.О. Донченко, Д.В. Зеркалов, О.І. Мельніченко, О.Г. Казаченко, В.Я. Савенко, В.А. Гайдукевич [1, 2, 4, 6].

**Метою даної статті** є розроблення математичної моделі для визначення кількості сервісів обслуговування, зважаючи на робочі характеристики моделі, а також знайти оптимальне співвідношення між витратами на утримання сервісів і вартістю часу очікування водіїв.

**Виклад основного матеріалу.** Функціонування суб'єктів господарювання в умовах динамічного розвитку економіки неможливе без упровадження сучасних інформаційних систем. Однією з переваг, які надають інформаційні системи та

технології, це автоматизація й проведення оперативних розрахунків щодо погодження інформаційних, матеріальних, фінансових та трудових потоків у контексті забезпечення безперервного виробничого процесу. Важливість забезпечення вчасної доставки сировини, матеріалів тощо (матеріальний потік), зокрема дотримання концепції «Just In Time» відіграє чи не вирішальну роль у дотриманні безперебійного виробництва та постачання споживачів товарів, особливо з обмеженим терміном придатності. Що стосується українських реалій, то проблемами вітчизняних підприємств, які займаються зовнішньоекономічною діяльністю виступають значні витрати, пов'язані із простоями вантажів на митних кордонах. Тому для мінімізації втрат як часу, так і фінансових ресурсів доцільно оптимізувати автомобільні вантажопотоки за митницями.

Затримка часу під час перетину кордону пов'язана з чергами, які виникають на митницях через нерозподілені потоки вантажівок. Це, в свою чергу, зумовлено тим, що у маршрутній документації на кожен вантажний автомобіль, який рухається за межі України, чітко встановлено, через який митний термінал він має проходити границю. Відповідно на деяких терміналах відбувається перенавантаження транспортного потоку. Усунути нерівномірність транспортних потоків можливо за допомогою використання інформаційних технологій, зокрема GPRS-технологій, які дозволятимуть водію вантажівки, що рухатиметься до митниці, моніторити її завантаженість та обирати менш завантажену митницю.

При плануванні маршруту вітчизняним перевізникам необхідно проводити аналіз вантажопотоків тими чи іншими митними коридорами за кварталами і навіть місяцями, оскільки митним пунктам притаманна певна сезонність у навантаженні (наприклад, збільшення транспортного потоку у літню пору року, пов'язане з вивозом врожаю сільського господарства, з сезоном відпусток тощо).

Процес проходження вантажних автомобілів через митний кордон можна представити як систему масового обслуговування. Випадковий потік заявок і часу обслуговування призводить до того, що система виявляється завантаженою нерівномірно. Щоб 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 справлятися з потоком заявок.

Будь-який метод дослідження системи черг і побудови відповідної моделі вимагає визначення наступних величин:

1. Кількість заявок (завдань) у системі: число заявок, що обслуговуються в даний момент, і заявок, що знаходяться в черзі на обслуговування.
2. Кількість заявок у черзі: число заявок, які очікують на обслуговування.
3. Тривалість перебування заявки в системі: інтервал часу від моменту, коли заявка надійшла в систему, і до моменту, коли вона покинула систему. Даний інтервал часу включає і час на обслуговування.
4. Тривалість перебування заявки в черзі: інтервал між моментом часу, коли заявка надійшла в систему і до моменту, коли її почали обслуговувати.

Існує кілька моделей черг:  $A/B/s$ , де  $A$  – тип ймовірнісного розподілу моментів часу надходження заявок у систему,  $B$  – тип ймовірнісного розподілу часу обслуговування,  $s$  – кількість сервісів.

Експоненціальний розподіл може описувати процес надходження заявок у систему. Щодо закону розподілу часу обслуговування, достатньо знати його середнє (математичне очікування)  $1/\mu$  і дисперсію  $\sigma^2$ .

Для стаціонарної моделі черг середня кількість заявок у системі

$$L = \lambda W, \tag{1}$$

де  $\lambda$  – інтенсивність надходжень заявок у систему;

$W$  – середній час перебування заявки в системі:

$$W = \frac{1}{(\mu - \lambda)}. \tag{2}$$

Середня кількість заявок у черзі (середня довжина черги):

$$L_q = \lambda W_q, \tag{3}$$

де  $W_q$  – середній час очікування в черзі.

Середній час перебування в системі:

$$W = W_q + 1/\mu, \tag{4}$$

де  $\mu$  – середня інтенсивність обслуговування заявок сервісом.

Ймовірність того, що система порожня,

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left( \frac{1}{1 - (\lambda/s\mu)} \right)}. \tag{5}$$

Очікувана кількість заявок у черзі

$$L_q = P_0 \left[ \frac{(\lambda/\mu)^{s+1}}{(s-1)! \left( s - \frac{\lambda}{\mu} \right)^2} \right]. \tag{6}$$

Коефіцієнт завантаження системи

$$\frac{\lambda}{\mu}. \tag{7}$$

Формули (1) – (7) дозволяють обчислити значення основних характеристик моделі  $W_q$ ,  $W$ ,  $L$  для довільних значень  $\lambda$ ,  $\mu$ , а також для довільної кількості сервісів ( $s$ ).

Митний кордон можна розглядати як систему черг з сервісами обслуговування. Постає задача визначення вартості часу очікування, коли час очікування для водія стає неприйнятним і призводить до збитковості. Знайти оптимальне співвідношення між вартістю покращення обслуговування і вартістю часу, витраченого на очікування в черзі. Задача зводиться до побудови вартісної моделі черги. Розглядаємо модель з експоненціальним розподілом часу надходження заявок і часу обслуговування (рис. 1-3).

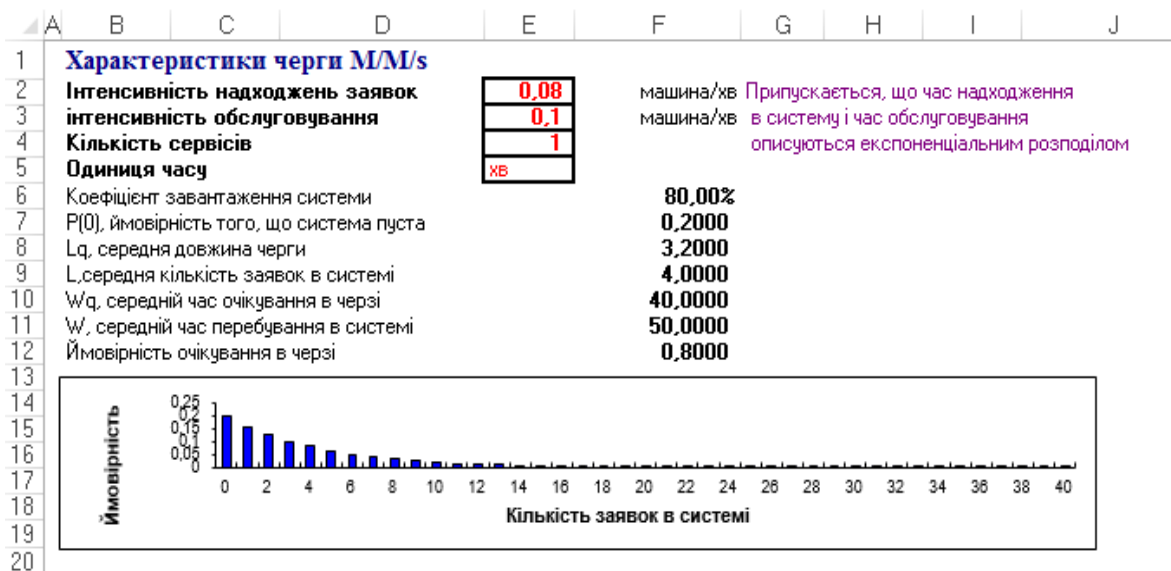


Рисунок 1. Результати обчислень для моделі з одним сервісом

Figure 1. The results of calculations for the model with one service

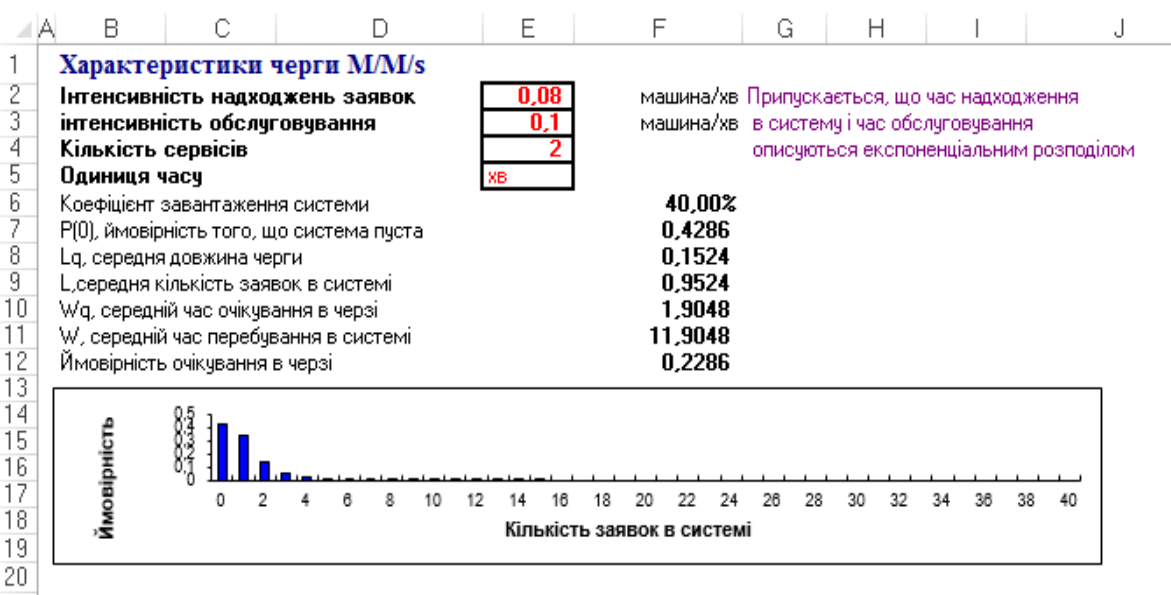


Рисунок 2. Результати обчислень для моделі з двома сервісами

Figure 2. The results of calculations for the model with two services

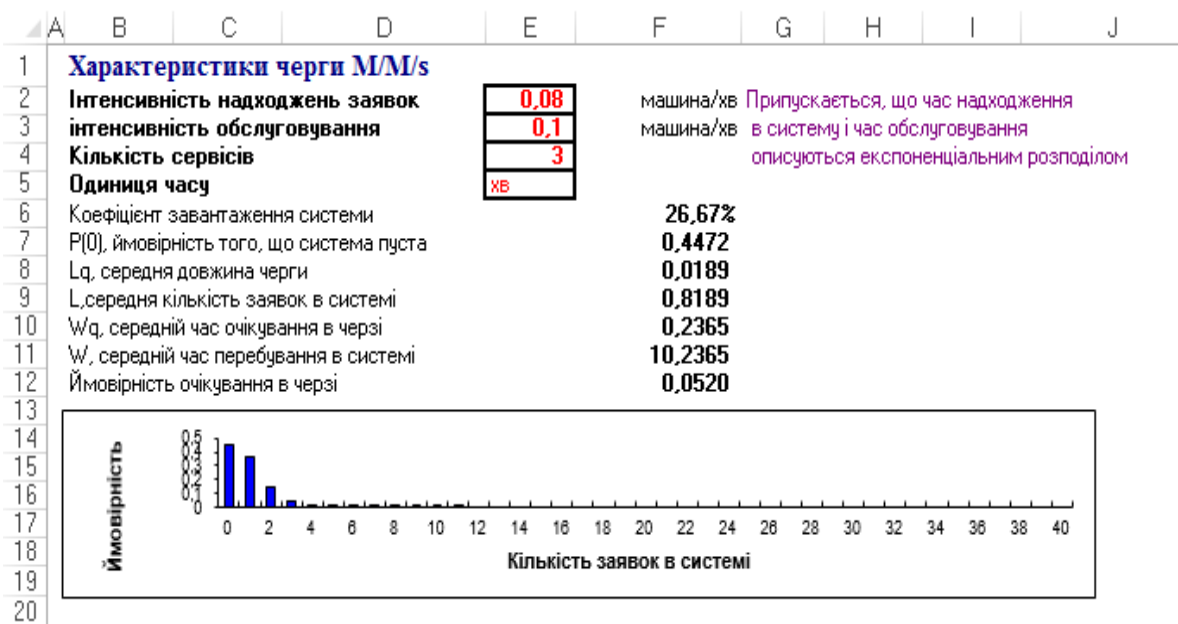


Рисунок 3. Результати обчислень для моделі з трьома сервісами

Figure 3. The results of calculations for the model with three services

Знайшовши характеристики  $L$ ,  $L_q$ ,  $W$ ,  $W_q$ , визначимо оптимальну кількість засобів обслуговування, а також проведемо аналіз залежності розв'язку від параметра  $C_w$  – вартості (за год) очікування заявки в системі.

Вартісні характеристики:

$C_s$  – вартість (за год) утримання засобу обслуговування.

$C_w$  – вартість (за год) очікування заявки в системі.

Загальна вартість обслуговування складає  $C_s \times s \times n$ .

$C_s$  – вартість обслуговування (за год) одного сервісу,  $s$  – кількість сервісів,  $n$  – кількість годин роботи кожного сервіса (тривалість зміни).

Вартість очікування =  $C_w \times L_s \times n$ .

$L_s$  – кількість заявок в черзі, коли працюють  $s$  сервісів.

$ZB(s) = C_s \times s + C_w \times L_s$ .

$ZB(s)$  – загальна вартість (за год) використання  $s$  засобів обслуговування.

Задача зводиться до відшукування такої кількості сервісів  $s$ , щоб функція  $ZB(s)$  набувала найменшого значення. Якщо  $s$  збільшується, то вартість часу очікування зменшується, вартість обслуговування зростає. Наша задача – знайти таке значення  $s$ , щоб сума цих двох вартостей була мінімальна. На жаль, важко вивести формулу, яка дає оптимальне значення. Поставлену задачу можна розв'язати, використовуючи електронні таблиці Microsoft Excel, задавши значення  $C_s$  і  $C_w$  і обчисливши вартість обслуговування і вартість очікування для різної кількості сервісів обслуговування, після чого порівняти загальну вартість для робочої зміни.

Порівняємо загальну вартість для 8-годинної робочої зміни при різній кількості сервісів. Як бачимо, при двох сервісах загальна вартість менша (рис. 4).

Для визначення чутливості розв'язку відносно до вартості  $C_w$  створюється таблиця підстановки. Досліджуються значення  $C_w$  від 0 до 160 (рис. 4).

	A	B	C	D	E
1	Вартість обслуговування за год	50,00		Тривалість	8
2	Вартість очікування за год	100,00		зміни, год	
3					
4					
5	<u>Кількість сервісів</u>	<u>Середня довжина черги</u>	<u>Вартість сервісу</u>	<u>Вартість очікування</u>	<u>Загальна вартість</u>
6	1	4	400	3200	3 600,00
7	2	0,9524	800	761,92	1 561,92
8	3	0,8189	1200	655,12	1 855,12
9					
10	Вартість очікування за год	3600	1561,92	1855,12	
11	0	400,00	800,00	1 200,00	
12	20	1 040,00	952,38	1 331,02	
13	40	1 680,00	1 104,77	1 462,05	
14	60	2 320,00	1 257,15	1 593,07	
15	80	2 960,00	1 409,54	1 724,10	
16	100	3 600,00	1 561,92	1 855,12	
17	120	4 240,00	1 714,30	1 986,14	
18	140	4 880,00	1 866,69	2 117,17	
19	160	5 520,00	2 019,07	2 248,19	

Рисунок 4. Економічний аналіз моделі з 1, 2 і 3 сервісами

Figure 4. Economic analysis models 1, 2 and 3 services

Щоб прослідкувати характер поведінки отриманих значень загальної вартості, побудуємо графік (рис. 5).

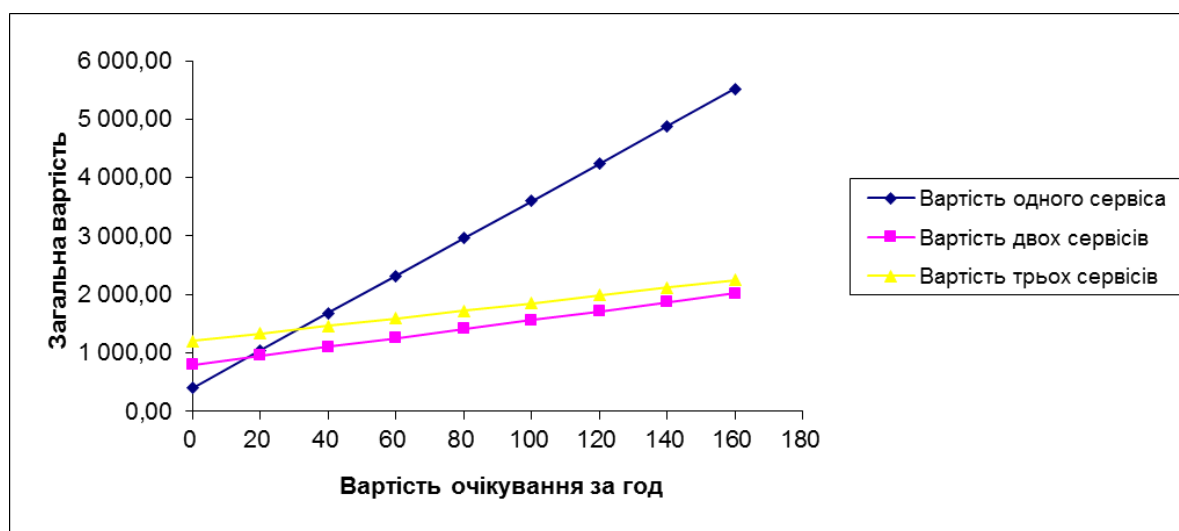


Рисунок 5. Залежність загальної вартості від вартості очікування

Figure 5. The dependence of the total value of the cost of waiting

Один сервіс обслуговування є оптимальним розв'язком при  $C_w < 20$ , два сервіси є кращим рішенням при  $20 < C_w < 160$ .

**Висновки.** У статті розроблено математичну модель для визначення кількості сервісів обслуговування, зважаючи на робочі характеристики моделі. Обчислено

вартість обслуговування і вартість очікування для 1, 2, і 3 сервісів (засобів обслуговування). Порівнюється загальна вартість для 8-годинної робочої зміни при кількості сервісів  $s = 1; 2; 3$ . Показано, що відкриття другого сервісу обслуговування значно зменшує час очікування водіїв у черзі, проте потребує додаткових затрат. При двох сервісах загальна вартість мінімальна. Відкриття третього сервісу вже не дає значних результатів.

Подальші дослідження можна спрямувати на розроблення глобальної інформаційної системи на базі Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України, яка дасть змогу складати оптимальні маршрути вантажоперевезень. Це можна досягти за рахунок узгодження загальної бази даних здійснення перевезень за напрямками та відповідного розподілення вантажопотоків через митні коридори в режимі реального часу.

**Conclusions.** The mathematical model of the amount of maintenance services determination, taking into account model's working characteristics, is developed in the article. Maintenance costs and costs of waiting time for 1, 2 and 3 services (facilities maintenance) are calculated. Total cost for the 8-hour work shift at a number of services  $s = 1; 2; 3$  is compared. It is shown that opening a second service reduces drivers waiting time in line, but requires additional costs. Total cost is at its minimum when two services are used. Opening the third service does not give significant results.

Further research can be directed to the development of global information system based on the Association of International Automobile Carriers of Ukraine, which will make it possible to create optimal routes of freight transportations. This can be achieved by agreeing a general database of freight transportations by directions and appropriate distribution of freight flows through customs corridors in real time mode.

#### Використана література

1. Бондарева, Т.І. Застосування теорії масового обслуговування в організації діяльності митного пункту пропуску [Текст] / Т.І. Бондарева, Н.С. Гребенюк // Економіка та управління підприємствами машинобудівної галузі. – 2014. – № 3. – С. 91 – 102. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/eupmg\\_2014\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/eupmg_2014_3_11).
2. Міжнародні перевезення: навч. посібник [Текст] / М.Ф. Дмитриченко, І.А. Вікович, І.Л. Самсін, Р.В. Зінько. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2012. – 308 с.
3. Транспортні технології в системах логістики: підручник [Текст] / М.Ф. Дмитриченко, П.Р. Левковець, А.М. Ткаченко, О.С. Ігнатенко, Л.Г. Зайончик, І.М. Статник. – Київ: Інформавтодор, 2007. – 676 с.
4. Донченко, О.О. Міжнародні перевезення, опорний конспект лекцій [Текст] / О.О. Донченко. – К.: Видавничий центр КНТЕУ, 2004. – 110 с.
5. Управління автомобільним транспортом: навч. посіб. [Текст] / П.Р. Левковець, Д.В. Зеркалов, О.І. Мельніченко, О.Г. Казаченко, за ред. Д.В. Зеркалова. – К.: Арістей, 2006. – 416 с.
6. Савенко, В.Я., Гайдукевич В.А. Транспорт і шляхи сполучення: підручник [Текст] / В.Я. Савенко, В.А. Гайдукевич. – К.: Арістей, 2006. – 256 с.
7. Смирнов, І.Г. Транспортна логістика: навчальний посібник для вузів [Текст] / І.Г. Смирнов, Т.В. Косарева. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 224 с.
8. Сокур, І.М. Транспортна логістика: навч. пос. для студ. вищ. навч. закл. [Текст] / І.М. Сокур, Л.М. Сокур, В.В. Герасимчук – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 222 с.

#### References

1. Bondarjeva T.I., Hrebeniuk N.S. Zastosuvannia teorii masovoho obsluhovuvannia v orhanizaciji dijálnosti mytnoho punktu propusku. Ekonomika ta upravlinnia pidprýemstvamy mašynobudivnoji haluzi, 2014, no. 3, pp. 91 – 102. Available at: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/eupmg\\_2014\\_3\\_11](http://nbuv.gov.ua/UJRN/eupmg_2014_3_11) [in Ukrainian].
2. Dmytrychenko M.F., Vikovyh I.A., Samsin I.L., Zinko R.V. Mizhnarodni perevezennia. Lviv, Vydavnytstvo Lvivskoi politekhniki, 2012. 308 p. [in Ukrainian].
3. Dmytrychenko M.F., Levkovets P.R., Tkachenko A.M., Ihnatenko O.S., Zaionchik L.H., Statnyk I.M. Transportni tekhnolohii v systemakh lohistyky. Kyiv, Informavtodor, 2007. 676 p. [in Ukrainian].
4. Donchenko O.O. Mizhnarodni perevezennia, oporny konspekt leksii, Kyiv, KNETEU Publ., 2004. 110 p. [in Ukrainian].



5. Levkovets P.R., Zerkalov D.V., Melnichenko O.I., Kazachenko O.H. Upravlinnia avtomobilnym transportom, navch. posib, Kyiv, Aristei Publ., 2006. 416 p. [in Ukrainian].
6. Savenko V.Ya., Haidukevych V.A. Transport i shliakhy spoluchennia, Kyiv, Aristei, 2006. 256 p. [in Ukrainian].
7. Smyrnov I.H., Kosareva T.V. Transportna lohistyka, Kyiv, 2008. 224 p. [in Ukrainian].
8. Sokur I.M., Sokur L.M., Herasymchuk V.V. Transportna lohistyka, Kyiv, 2009. 222 p. [in Ukrainian].

Отримано 05.12.2016

УДК 338.242.2; 378.141.4; 519.156

**Костянтин ЗЕЛЕНСЬКИЙ; Ігор ЛУЦІВ**

## **ПІДВИЩЕННЯ КОНКУРЕНТОСПРОМОЖНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ПЛАНУ НА ОСНОВІ ГРАФО-КОМБІНАТОРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,  
Тернопіль, Україна*

**Резюме.** Однією із складових стандарту вищої освіти вищого навчального закладу є навчальний план. Конкурентоспроможний навчальний план забезпечує підвищення конкурентоспроможності вищого навчального закладу. У статті досліджено вплив управлінських факторів на структуру навчального плану. Наведено приклади моделювання структури навчальних планів із застосуванням графо-комбінаторних підходів. Побудовано математичну модель обчислення множини проєктованих навчальних планів. Для підвищення конкурентоспроможності навчального плану пропонується: збільшувати число поетапних застосовувань управлінських факторів; об'єднувати навчальні кредити у групи за навчальними дисциплінами; довільно розміщувати початкові дисципліни у семестрі; зменшувати кількість навчальних семестрів.

**Ключові слова:** навчальний план, управлінський фактор, навчальний кредит, граф, множина, конкурентоспроможний.

**Kostyantyn ZELENSKYI; Igor LUTSIV**

## **CURRICULUM COMPETITIVENESS INCREASE ON THE BASIS OF GRAPH-COMBINATORIAL MODELING**

*Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University, Ternopil, Ukraine*

**Summary.** The university curriculum is one of the components of higher education standards. Competitive curriculum enhances the competitiveness of higher education. This paper examines the influence effect of managerial factors on the curriculum structure. These managerial factors can be assessed as follows: 1) division a set of few weeks in training subsets - semesters; 2) selection of the educational credits set according to the semesters; 3) arbitrary order of studying credits per semester arrangement. Mathematical model calculations of designed curriculum set have been developed. The techniques for curriculum structure graph-combinatorial modeling are proposed. The calculation examples of curriculum set structure and design are given. The way of the curriculum structure varying based on: 1) the number of semesters; 2) the number of academic weeks in the semester. It was found that: 1) a set of planned curriculum is proportional to the set of possible educational credits arrangement; 2) the number of managerial factors increase reduces the set of possible educational credits arrangement. The competitiveness of the curriculum improving can be reached at: 1) increase in the number of managerial factors stage by stage applications; 2) combining educational credits into groups in regard to the academic disciplines; 3) random allocation of academic subjects per semester; 4) reducing the number of semesters. It is proposed to use as managerial factors in a complex way the following: Ministry recommendations;