УДК 658.012

**Т. І. БОНДАРЄВА, Н. С. ГРЕБЕНЮК**

***Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ»***

# ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ В ОРГАНІЗАЦІЇ ДІЯЛЬНОСТІ МИТНОГО ПУНКТУ ПРОПУСКУ

*У статті досліджено можливість оптимізації роботи митних пунктів пропуску Державної митної служби України за допомогою використання теорії масового обслуговування. Побудовано математичну модель функціонування митного пункту пропуску, розраховано необхідну кількість митних інспекторів відповідно до пропускної здатності і навантаження пунктів пропуску через митну територію України. Це дасть змогу удосконалити організацію діяльності української митниці за рахунок оптимізації кількості персоналу, збалансування навантаження на митних інспекторів в різних прикордонних територіях, підвищення ефективності функціонування пунктів пропуску в цілому.*

***Ключові слова:*** *пункт пропуску, черга, митний інспектор, кордон, пропускна здатність.*

## Вступ

Україна, завдяки своєму географічному положенню, економічним зв'язкам, виробничій сфері, сировинній базі, розвитку ІТ-технологій, кваліфікованим кадрам тощо, є державою із широко розвинутою ЗЕД. Україна – це повноправний і активний член міжнародної торгівлі, що підтверджує її вступ до СОТ, який відкрив нові перспективи для української інтеграції до світового товарообігу. Зараз українські експортери та імпортери продовжують налагоджувати свою діяльність і стають вагомими членами всесвітньої торгівельної спільноти (табл. 1) [1].

Дані таблиці демонструють зростання обсягів експорту і імпорту товарів. До цих даних додамо іноземні інвестиції в речовій формі (напри-

© Т. І. Бондарєва, Н. С. Гребенюк

клад обладнання), продукцію, що ввозиться або вивозиться за митну територію України для участі в виставках, ярмарках, аукціонах, пробні зразки продукції або обладнання тощо. Все це є необхідними умовами економічної розбудови і розвитку підприємництва України, тому з кожним роком кількість товарів, які перетинають кордон України, зростає.

Таблиця 1

Обсяги експорту/імпорту України за 2010-2013 роки

| Рік | Вартість експорту, млн. дол. США | Темп росту експорту | Вартість імпорту, млн. дол. США | Темп росту імпорту |
|---|---|---|---|---|
| 2010 | 66966,4 | | 85535,3 | |
| 2011 | 39695,7 | 59,3% | 45432,6 | 53,1% |
| 2012 | 51405,2 | 129,5 | 60742,2 | 133,7% |
| 2013 | 68394,2 | 133% | 82608,2 | 135,1% |

Така тенденція ускладнює роботу Державної митної служби України в сфері створення сприятливих умов для прискорення товарообігу і пасажиропотоку через митний кордон України, накладає більшу відповідальність на ДМСУ по забезпеченню якісного митного оформлення і контролю, боротьбі з контрабандою і захисту економічних інтересів учасників ЗЕД.

Саме з метою удосконалення здійснення Митної справи в Україні нещодавно було розпочато процес її реформування. Було розроблено офіційну Концепцію такого реформування, прийнято новий Митний кодекс України, було розроблено нові форми митних документів (ВМД, облікова картка), пройшла хвиля атестацій службовців ДМСУ. Можна впевнено сказати, що позитивні зрушення розпочато і вони будуть тривати. Проте необхідно подбати про те, щоб під час реформування митної справи були дотримані принципи науковості, ефективності і суспільної користі.

Сфера митного законодавства сьогодні входить до числа тих, що зазнають найбільших змін. Позитивний напрямок закладено, проте ще не зроблено дієвих кроків для досягнення мінімальних часових витрат на проходження митних процедур. Свідоцтвом цього є наявність великих черг у деяких пунктах пропуску України, що є великою перешкодою для розвитку ЗЕД (див. табл. 2) [2].

На сьогодні спробами пришвидшити митне оформлення і контроль в пункті пропуску було появлення в Митному Кодексі статті про максима-

льну тривалість митного оформлення експортно-імпортних операцій в 4 години і зменшення кількості документів для митного оформлення.

Таблиця 2

Оперативна інформація по чергам в автомобільних пунктах пропуску станом на 02.10.2013

| ПУНКТ ПРОПУСКУ | МИТНИЦЯ | На в`їзд | | | На виїзд | | | на оформленні | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | автобус | вантажні | легкові | автобус | вантажні | легкові | автобус | вантажні | легкові |
| **Українсько-білоруська ділянка кордону** | | | | | | | | | | |
| П/п "Доманове-Мокрани" | Ягодинська | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 13 |
| **Українсько-польська ділянка кордону** | | | | | | | | | | |
| П/п "Краківець-Корчова" | Львівська | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 47 | 20 |
| П/п "Шегині-Медика" | Львівська | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 0 | 14 | 50 |
| П/п "Ягодин-Дорогуск" | Ягодинська | 0 | 10 | 0 | 0 | 50 | 0 | 0 | 34 | 10 |
| П/п "Рава-Руська - Хребенне" | Львівська | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 50 | 0 | 10 | 40 |
| **Українсько-румунська ділянка кордону** | | | | | | | | | | |
| П/п "Порубне-Сірет" | Чернівецька обласна | 0 | 0 | 0 | 0 | 43 | 0 | 0 | 7 | 1 |

На сьогодні спробами пришвидшити митне оформлення і контроль в пункті пропуску було появлення в Митному Кодексі статті про максимальну тривалість митного оформлення експортно-імпортних операцій в 4 години і зменшення кількості документів для митного оформлення і контролю. Проте нововведення не зможуть прямо вплинути на наявність черг.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.**

Різним аспектам проблеми організації роботи пунктів пропуску та митного кордону України присвятили свої роботи В. С. Наумов, Т. В. Столяр, С. В. Красноносов, Ц. Г. Огонь, А. М. Пасічник, О. С. Дем'янцева, О. М. Клен та інші. У них розглянуто питання впливу різних факторів на показники ефективності роботи пункту пропуску, питання планування і фінансового забезпечення їх функціонування тощо. Однак ще не достат-

ньо уваги приділено науковим підходам до практичної організації роботи пункту пропуску.

**Мета статті.** Розробити рекомендації щодо вирішення проблеми черг в пунктах пропуску через митний кордон України за допомогою використання теорії масового обслуговування.

## Виклад основного матеріалу.

Шляхи вирішення зазначеної проблеми необхідно шукати саме в організації роботи пункту пропуску. Розглянемо організаційну структуру митного пункту пропуску (рис. 1).

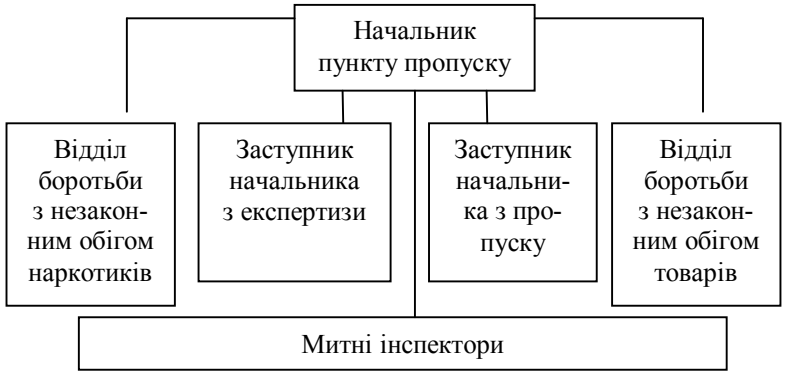


Рис. 1. Організаційна структура митного пункту пропуску

Для пошуку вузьких місць в наведеній структурі розглянемо процедури митного контролю в пункті пропуску з точки зору бізнес-процесів за допомогою програмного продукту BPWin (рис. 2).

З діаграми зрозуміло, що вузьким місцем в організаційній структурі є митні інспектори. Тому для вирішення цієї проблеми необхідно віднайти оптимальну кількість митних інспекторів, при цьому організаційна структура митного пункту пропуску залишиться незмінною.

Предметом теорії масового обслуговування є побудова математичних моделей, які пов'язують задані умови роботи систем масового обслуговування (число каналів, їх продуктивність, характер потоку, заявок тощо) з

показниками ефективності цих систем, що описують їх здатність справлятися з потоком заявок.

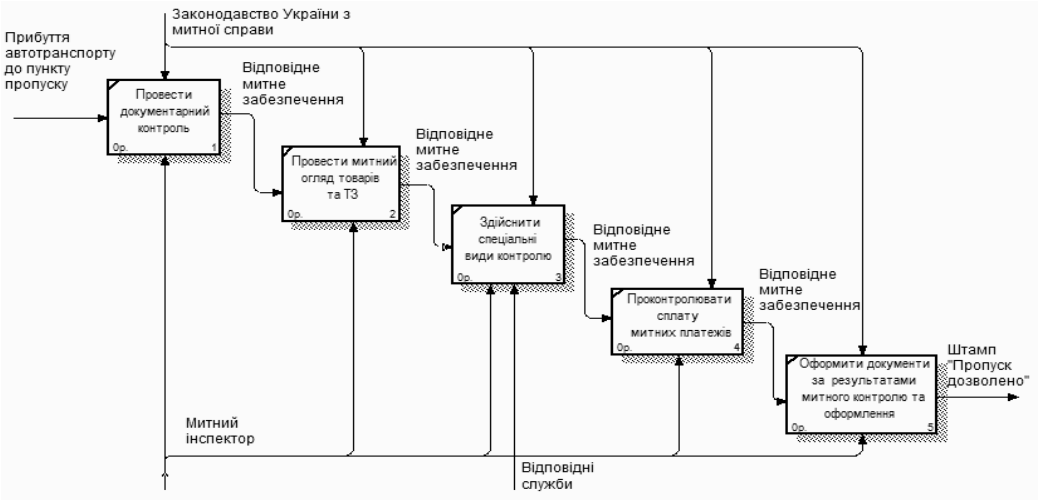


Рис. 2. Діаграма декомпозиції проходження митного контролю

Основними елементами теорії масового обслуговування є джерела вимог, їх вхідний і вихідний потік, канали обслуговування. Схематично вони представлені на рис. 3

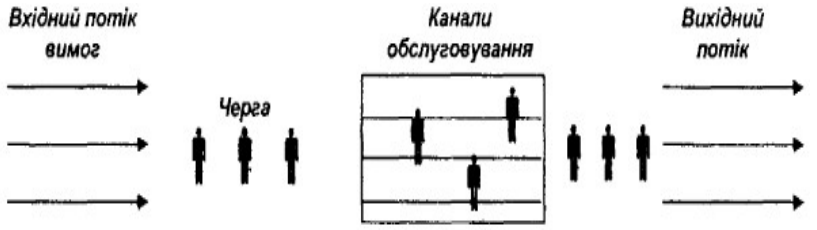


Рис. 3. Основні елементи теорії масового обслуговування

Потік характеризується наступними показниками:

- середня (тут і далі середнє як математичне очікування відповідних випадкових величин) кількість заяв в системі (k);
- кількість каналів в системі (n);
- частота появи події або середнє число подій, які надходять в систему масового обслуговування за одиницю часу (λ);

- середнє число заявок, які обслуговуються за одиницю часу ( $\nu$ );
- середній час обслуговування одним каналом однієї заявки ( $\frac{1}{\nu}$ );
- ймовірність того, що число заявок в черзі перевищить певне значення ( $P_{(k \geq s)}$ ) [3].

Складемо математичну модель функціонування пункту пропуску. Користуючись рисунком 2, визначимо:

– вхідний потік вимог - транспортні засоби, що підлягають митному оформленню і контролю;

– канали обслуговування – митні інспектори;

– вихідний потік – транспортні засоби, митний контроль і оформлення яких завершено.

Основні властивості системи: багатоканальна, без відмов (вимога не покине систему за наявності черги), з необмеженою кількістю вимог, з обмеженим часом обслуговування (митне оформлення не може перевищувати 4 годин – ст. 255 Митного Кодексу України).

Розглянемо пункт пропуску на українсько-польській ділянці кордону, який є однією з найбільш завантажених і де, як наслідок, часто виникають черги. Основні характеристики системи:

- згідно Технологічній схемі пропуску через державний кордон осіб, транспортних засобів, товарів і інших предметів в міжнародному автомобільному пункті пропуску, що розглядається, пропускна спроможність пункту пропуску складає 2300 транспортних засобів на добу. В роботі визначимо середнє число заявок, які надходять в систему масового обслуговування за одиницю часу, як середнє значення – $\lambda = 1000$ заявок за зміну (зміна складає 24 години);
- згідно наведеної Технологічної схеми пропуску через державний кордон осіб, транспортних засобів, товарів і інших предметів в міжнародному автомобільному пункті пропуску митний контроль може тривати до 2 годин (з урахуванням часу на проведення поглибленого огляду). В роботі визначимо середній час обслуговування одним каналом однієї заявки як середнє значення – $\frac{1}{\nu} = 0{,}5$ годин, тобто $\frac{1}{48}$ зміни ( $\nu = 48$ );

- згідно Штатного розкладу пункту пропуску, що розглядається, кількість митних інспекторів, що працює одночасно, в середньому складає 20 осіб. Тому визначимо n = 20;

- згідно ТКУ при робочій зміні, яка триває 24 години, працівнику має бути надана перерва, тривалістю в 0,5 години через кожні 4 години. Тобто за робочу зміну митний інспектор 3 години знаходиться на перерві – це 12,5% від робочого часу. Одночасно на перерві може знаходитись лише декілька інспекторів. Тому завантаженість системи може складати 90%. Тобто імовірність того, що усі митні інспектори завантажені, не повинна перевищувати 90%. Для проведення розрахунків приймемо цю імовірність за 0,9, тобто П=0,9.

Для наведеної системи перевіримо виконання умови відсутності необмеженого зростання довжини черги $\frac{\lambda}{\nu} < n$. Вона виглядає наступним чином: $\frac{1000}{48} > 20$. Робимо висновок, що черга в системі буде з'являтися і зростати.

Для того, щоб зменшити ймовірність виникнення черги і скоротити тривалість очікування вимоги в системі, оптимізуємо один із параметрів системи. Єдиним параметром, на який можна вплинути в наведеній системі, є кількість митних інспекторів, тобто n.

Таким чином, виходячи з існуючих незалежних даних, необхідно розрахувати необхідну кількість митних інспекторів (n), яка забезпечить безперебійну роботу пункту пропуску. При цьому в систему буде закладено заплановані параметри інтенсивності і ефективності системи, що забезпечать гармонійне функціонування пункту пропуску.

Для знаходження орієнтованої необхідної кількості митних інспекторів на пункті пропуску скористаємося умовою, що забезпечує відсутність необмеженого зростання довжини черги: $\frac{\lambda}{\nu} < n$. В наведеній моделі отримуємо результат: $\frac{1000}{48} \approx 21$. Фактично ця умова означає, що кількість митних інспекторів n має бути не менше 21.

Проте така величина n не гарантує, що система буде вдало виконувати свої функції. Існує імовірність, що час очікування буде завеликий. До того ж необхідно віднайти рівновагу між завантаженістю інспекторів і необхідним резервом часу (обідня перерва згідно ТКУ, пересування, невідкладне відлучення від місця роботи тощо). Як було визначено раніше, завантаженість становить 90%, тобто П=0,9.

Одночасно необхідно досягти результату, при якому імовірність того, що транспорт очікує початку контролю більше години надзвичайно мала. Приймаємо $P(\beta > 1) = 0,0001$.

Для знаходження кількості митних інспекторів n, яка зможе задовольнити ці умови, скористаємося формулою:

$$P(\beta > t) = \Pi e^{-(n\nu-\lambda)t} \quad (t \geq 0), \qquad (1)$$

де $P(\beta > t)$ - імовірність того, що час початку обслуговування не перевищить час t;

П – імовірність того, що усі канали обслуговування зайняті;

n – кількість каналів обслуговування;

ν - середнє число заявок, які обслуговуються за одиницю часу;

λ - частота появи події;

t – довільний проміжок часу.

Для наведеної моделі доречним і корисним буде визначити максимальний час очікування до 6 годин, тоді t = 0,25 зміни.

Підставимо у формулу дані наведеної моделі:

$$0,0001 = 0,9e^{-(48n-1000)\cdot 0,25}.$$

Розв'язав рівняння, отримуємо:

$$-12n - 250 = \ln\frac{1}{9000},$$

звідки

$$n = \frac{\ln 9000 + 250}{12} \approx 22.$$

Маємо висновок, що в пункті пропуску для задоволення двох протилежних потреб має бути не менше 22 митних інспекторів.

Розглянемо, який вигляд має розподільний закон часу очікування при n=22. Для цього скористаємося формулою (1), звідки

$$P\{\beta > t\} = 0{,}9e^{-56t}.$$

Результати розрахунків зведемо в табл. 3. З таблиці робимо висновок, що за наявності на пункті пропуску 22 митних інспекторів, імовірність того, що транспорту доведеться чекати більше 1 години дорівнює 0,079. Тобто 79 заявок з 1000 будуть змушені чекати більше 1 години. Імовірність очікування більше 2 годин дорівнює 0,007, тобто із тисячі заявок на обслуговування більше 2 годин будуть чекати 7 заявок. Імовірність очікування більше 3 годин є дуже незначною. Тобто з великою імовірністю можна вважати, що митні процедури стосовно транспорту, що надійшов до пункту пропуску, розпочнуться негайно.

Таблиця 3

Результати розрахунків для моделі

| t в годинах | $P\{\beta > t\}$ |
|---|---|
| 1 | 0,07875377 |
| 2 | 0,00730281 |
| 3 | 0,00063903 |
| 4 | 0,00005926 |
| 5 | 0,00000519 |
| 6 | 0,00000045 |

Проте в наведеній моделі не враховуються можливі черги через затримку на прикордонній території суміжної держави або форс-мажорні обставини. Знайдене значення n є мінімально необхідною кількістю митних інспекторів, яка забезпечить зменшення ймовірності виникнення черг в пункті пропуску, що розглядається. Прослідкуємо, як зміниться відповідна імовірність при збільшенні значення n.

Таким чином, якщо за наявності 22 митних інспекторів імовірність очікування більше 1 години складає близько 0,079, то з наявності 23 митних інспекторів ця імовірність різко зменшується до 0,01. Із збільшенням n імовірність бути зменшуватися і надалі. Проте результати, що були отримані при n = 23, є задовільними і подальше збільшення кількості митних інспекторів в наведеній ситуації є недоречним, бо ефект від одного додаткового інспектора буде менший, ніж витрати на оплату його праці.

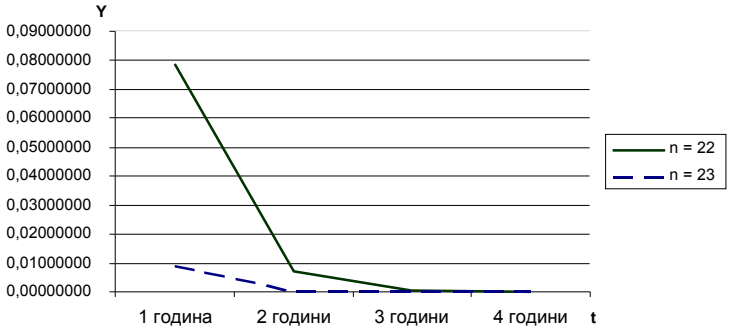


Рис. 4. Графіки розподілення часу очікування початку обслуговування $Y = P(\beta > t)$ для n = 22, n = 23

## Висновки та перспективи подальшого дослідження

Сьогодні в пунктах пропуску України працюють в середньому від 4 до 30 митних інспекторів. За допомогою описаної математичної моделі можна розрахувати необхідну кількість митних інспекторів в усіх пунктах пропуску через митну територію України відповідно до пропускної здатності і навантаження. Це допоможе оптимізувати кількість персоналу, що працює в пунктах пропуску, збалансує навантаження на митних інспекторів в різних прикордонних територіях, підвищить ефективність функціонування пунктів пропуску в цілому.

Проте необхідно пам’ятати, що наведена модель не враховує впливу зовнішніх чинників на систему функціонування пункту пропуску або внутрішніх причинно-наслідкових зв’язків (вплив результату попередньої операції на тривалість наступної). Все це є сферою подальших досліджень цієї проблеми, які дадуть змогу удосконалити модель і оптимізувати функціонування пунктів пропуску через Митну територію України, що в свою чергу, сприятиме розвитку зовнішньоекономічної діяльності України.

## Література

*1. Офіційний сайт Державної митної служби України. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.customs.gov.ua. – 30.01.2014.*

*2. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.ukrstat.gov.ua. – 30.01.2014.*

*3. Кокс, Д. Р. Теория очередей [Текст] / Д.Р. Кокс, У. Л. Смит. – М. : Мир, 1966. – 216 с.*

*4. Митний контроль та митне оформлення [Текст] : навч. посіб. / під ред. М. М. Каленського. – К. : Т-во «Знання», 2002. – 284 с.*

*5. Розенберг, В. Я. Что такое теория массового обслуживания [Текст] / В. Я. Розенберг, А. И. Прохоров. – М. : Советское радио, 1962. – 254 с.*

*6. Четыркин, М. Е. Теория массового обслуживания и ее применение в экономике [Текст] / М. Е. Четыркин. – М. : Статистика, 1971. – 101 с.*

*7. Все для внешнеэкономической деятельности. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mdoffice.com.ua. – 30.01.2014.*

*Надійшла до редакції 21.02.2014, розглянута на редколегії 19.05.2014*

**Рецензент:** д-р екон. наук, професор **О. Є. Попов**, Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна, Харків.

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТАМОЖЕННОГО ПУНКТА ПРОПУСКА

***Т. И. Бондарева, Н. С. Гребенюк***

В статье исследована возможность оптимизации работы таможенных пунктов пропуска Государственной таможенной службы Украины с применением теории массового обслуживания. Построена математическая модель функционирования таможенного пункта пропуска, рассчитано необходимое количество таможенных инспекторов в соответствии с пропускной способностью и загруженностью пунктов пропуска через таможенную территорию Украины. Это даст возможность усовершенствовать организацию деятельности украинской таможни за счет оптимизации количества персонала, сбалансирования нагрузки на таможенных инспекторов на различных приграничных территориях, повышения эффективности функционирования пунктов пропуска в целом.

**Ключевые слова:** пункт пропуска, очередь, таможенный инспектор, граница, пропускная способность.

## APPLICATION OF THE THEORY OF MASS SERVICE FOR THE ORGANIZATION OF ACTIVITY OF THE CUSTOMS CHECK POINT

***T. I. Bondareva, N. S. Grebenyuk***

This article is dedicated to the investigation of the possibility of customs checkpoints operation optimizing on the Customs Service of Ukraine using the queuing theory. The article includes construction and investigation of the mathematical model of customs checkpoint function in for calculation of necessary quantity of customs inspectors according to throughput and congestion of check points through customs territory of Ukraine. It will give the chance to optimise quantity of the personnel, will balance loading on customs inspectors in various frontier territories, will raise efficiency of functioning of check points as a whole.

**Key words:** checkpoint, queue, customs inspector, borderline, capacity.

**Бондарєва Тетяна Іванівна** – канд. техн. наук, доцент каф. менеджменту, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, e-mail: bond_tat@ukr.net.

**Гребенюк Наталія Сергіївна -** студент каф. менеджменту, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», Харків, Україна, e-mail: n.s.grebenyuk@gmail.com.