

УДК 351.746.1:001

А.Б. Мисик, О.М. Дмитренко

*Національна академія Державної прикордонної служби України  
імені Богдана Хмельницького, Хмельницький*

## МЕТОД ОРГАНІЗАЦІЇ ПРИКОРДОННОГО КОНТРОЛЮ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОГО ЧАСУ

*У роботі представлено метод організації прикордонного контролю у пунктах пропуску через державний кордон щодо визначення характеристик обслуговування потоків осіб, транспортних засобів та вантажів для забезпечення максимальної ефективності контролю в умовах обмеженості ресурсів. Використання методу дозволяє начальнику підрозділу охорони державного кордону прийняти доцільне рішення на спрощення прикордонного контролю.*

**Ключові слова:** пункт пропуску, прикордонний контроль, спрощення, система масового обслуговування, черга, час очікування.

### Вступ

**Постановка проблеми.** Здійснення в установленому порядку прикордонного контролю і пропуску через державний кордон України осіб, транспортних засобів (ТЗ) та вантажів, а також виявлення і припинення випадків незаконного їх переміщення є однією з основних функцій Державної прикордонної служби України [1]. Зазначений порядок регламентовано низкою державних нормативно-правових актів та відомчих розпорядчих документів. Крім цього, одним з основних документів, що мають юридичну силу, є технологічна схема пропуску осіб, ТЗ та вантажів через державний кордон, яка визначає загальний порядок та послідовність проведення всіх видів контролю в пункті пропуску (ППр) [2].

Однак, схемою передбачені контрольні дії і заходи, які проводяться в умовах повсякденної охорони кордону і розраховані на відповідні прогнозовані потоки осіб, ТЗ та вантажів.

При цьому важливо підтримувати баланс між обсягом контрольних дій, що виконуються за певний проміжок часу та тривалістю перебування транспортних засобів у ППр (в черзі та безпосередньо в процесі контролю). Тому актуальності набувають питання прогнозу формування черги та доцільного вибору контрольних дій з метою недопущення зростання черги до величини, яка може призвести до виникнення конфліктних ситуацій і невиконання завдання щодо забезпечення прозорості кордону для законного перетинання осіб, ТЗ та вантажів. Існуючі методики, що використовуються в ППр, таку задачу не вирішують. Для розв'язку задачі пропонується використати методи теорії масового обслуговування та оптимізаційні комбінаторні методи.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Обґрунтуванню структури пункту пропуску та розробці математичної моделі забезпечення функціонуван-

ня ППр як системи масового обслуговування (СМО) присвячені роботи [3 – 5]. Втім, в цих працях не розглядались питання можливості регулювання часу обслуговування та відповідних змін характеристик інтенсивності потоків СМО в умовах перевищення часу очікування заявок над допустимим (критичним). Ці характеристики є основними управлінськими параметрами для процесу організації оперативно-службової діяльності в ППр.

**Формулювання мети статті.** З огляду на вказане вище, метою статті є розробка методу організації прикордонного контролю щодо визначення характеристик обслуговування потоків осіб, ТЗ та вантажів для забезпечення максимальної ефективності контролю в умовах обмеженості ресурсів, зокрема часових.

### Виклад основного матеріалу

Введемо основні поняття, які використовуватимуться в цій роботі:

- заявка – особа, транспортний засіб, вантаж закордонного прямування, що підлягає контролю;
- потік заявок – прибуття осіб, ТЗ та вантажів у пункт пропуску для проходження контролю та вибуття їх з ППр;
- канал обслуговування – смуга руху у пункті пропуску, виділене місце (бокс) для поглибленого огляду тощо.

В контексті вирішення задачі вибору потрібної сукупності контрольних дій в умовах зростання черги та необхідності застосування спрощення смуга контролю автотранспорту у ППр для автомобільного сполучення представляє собою одноканальну систему масового обслуговування з наявною сформованою чергою, довільним потоком заявок і довільним розподілом часу обслуговування. Розгляд одноканальної СМО визначається сутністю процесу запровадження спрощення. Базовим варіантом організації прикордонного контролю в таких умовах є

спрямування ТЗ з надлишковим часом очікування на окрему смугу. На цій смузі можуть знаходитись транспортні засоби різних типів.

Особливістю змісту задачі є вже наявна черга. Приймається припущення, що відомі характеристики потоку, що сформував чергу, будуть зберігатись протягом періоду, на який вводиться спрощення. Задача сформульована як визначення характеристик каналу обслуговування для забезпечення скорочення часу на проведення контролю при одночасному збереженні ефективності процедури прикордонного контролю на певному рівні. При цьому черга має бути скорочена до допустимих меж.

При визначенні часових характеристик системи контролю в ППР з допомогою моделі СМО якість обслуговування передбачається фіксувати на певному рівні. Виходячи з викладеної постановки завдання пропонується модель системи контролю в умовах обмеження часу, або необхідності скорочення черги представити як двохетапну.

На першому етапі моделюється процес у вигляді СМО для прогнозування часу перебування об'єктів контролю в системі при існуючих інтенсивності вхідного потоку чи математичному очікуванні числа заявок, що поступають в одиницю часу, кількості місць в черзі та інтенсивності потоку об'єктів, що пройшли контроль.

За умови перевищення часу перебування об'єктів в системі більше критичного на певний час змінюється значення інтенсивності вихідного потоку для забезпечення скорочення черги. Критичний час визначається шляхом оцінки впливу факторів:

- національний характер, темперамент осіб, які перебувають у черзі;
  - мета поїздки, потреба у поїздки;
  - соціально-професійна організованість, активність осіб, які перебувають у черзі;
  - ступінь комфорту очікування;
  - фізико-географічні характеристики;
- випадки відмов від перетинання ДКУ, скарг та нарікань на повільний пропуск;
- виникнення частих некритичних конфліктних ситуацій та загроза виникнення більш ускладнених конфліктів.

Інтенсивність вихідного потоку збільшується за рахунок скорочення часу на проведення комплексу контрольних дій. Особливість контрольних дій полягає в тому, що тривалість їх виконання практично неможливо скоротити. Тому на другому етапі моделі здійснюється вибірка дій, які забезпечують ефективність контролю на рівні не нижче заданого (або максимальному) при витратах часу, що призведуть до скорочення черги. Ця задача вирішується комбінаторним методом [6].

Розглянемо одноканальну СМО [7] з необмеженою чергою, на яку поступає довільний рекурентний

потік заявок з інтенсивністю  $\lambda$  та коефіцієнтом варіації  $v_\lambda$  інтервалів між заявками, розміщеним в межах від нуля до одиниці:

$$0 < v_\lambda < 1.$$

Час обслуговування  $T_{об}$  також має довільний розподіл із середнім значенням  $t_{об} = 1/\mu$  (де  $\mu$  – інтенсивність вихідного потоку) та коефіцієнтом варіації  $v_\mu$ , теж розміщеним в межах від нуля до одиниці.

Оцінка середньої довжини черги, обмежена зверху та знизу, визначається з виразу:

$$\frac{\rho^2 (v_\lambda^2 + v_\mu^2)}{2(1-\rho)} - \frac{\rho(1-v_\lambda^2)}{2} \leq L_{оч} \leq \frac{\rho^2 (v_\lambda^2 + v_\mu^2)}{2(1-\rho)} + \frac{(1-\rho)(1-v_\lambda^2)}{2}. \quad (1)$$

Якщо вхідний потік – найпростіший, то обидві оцінки – верхня та нижня – співпадають і середня довжина черги визначається формулою Полячека-Хінчина:

$$L_{оч} = \frac{\rho^2 (1 + v_\mu^2)}{2(1-\rho)}. \quad (2)$$

Для наближеної оцінки середньої довжини черги скористаємось формулою [7]:

$$L_{оч} \approx \frac{\rho^2 (v_\lambda^2 + v_\mu^2)}{2(1-\rho)}. \quad (3)$$

Середнє число заявок в системі одержується з  $L_{оч}$  додаванням  $\rho$  – середнього числа заявок, які обслуговуються:

$$L_{сист} = L_{оч} + \rho. \quad (4)$$

Середній час перебування заявки в черзі та в системі розраховується через  $L_{оч}$  та  $L_{сист}$  по формулі Літгла діленням на  $\lambda$ . За його оцінкою робиться висновок про надмірність часу очікування заявок у черзі, що буде підставою для застосування спрощення прикордонного контролю. Тривалість спрощення, яке запроваджується із використанням комбінаторної моделі [6], визначається по останній заявці з надмірним часом очікування. Після її обслуговування цикл повторюється до появи допустимого значення характеристики часу очікування заявок у черзі.

У випадку, коли в ході застосування спрощення прикордонного контролю інтенсивність вхідного потоку заявок не дозволяє скоротити чергу, розглядається два варіанти рішення.

Одним з них є використання дискретного часу, який дозволить скоротити чергу.

На протязі цього часу передбачається зменшення кількості вибіркових дій. Такий підхід відповідає вимозі поступовості запровадження спрощення, згідно із [2].

Варіанти вибірки дій прикордонного контролю відносно характерних типів транспортних засобів та вантажів можуть бути прораховані за запропонованою методикою попередньо в період прийняття начальником підрозділу охорони державного кордону рішення на тиждень (місяць).

За результатами розрахунків пропонується розробити номограми, які дозволять оперативно приймати рішення щодо процедури спрощення.

## Висновки

Таким чином, наведений підхід дозволяє отримати інструментарій вирішення задачі визначення характеристик каналу обслуговування для забезпечення скорочення часу на проведення контролю при одночасному збереженні ефективності прикордонного контролю на певному рівні.

У подальшому доцільно розробити модель та методику визначення критичного часу перебування об'єктів контролю в пункті пропуску.

## Список літератури

1. Про Державну прикордонну службу України : Закон України від 03.04.2003 № 661-IV : за станом на 01.01.2013. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua>.

2. Про прикордонний контроль : Закон України від 05.11.2009 № 1710-VI : за станом на 19.11.2012 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://zakon4.rada.gov.ua>.

3. Катеринчук І.С. Обґрунтування структури пункту пропуску методами теорії масового обслуговування / І.С. Катеринчук // Збірник наукових праць. – Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. – 2004. – № 28., Ч.2 (Спеціальний випуск). – С. 63-65.

4. Катеринчук І.С. Моделювання вхідних потоків систем масового обслуговування прикордонного контролю у пунктах пропуску / І.С. Катеринчук // Збірник наукових праць. – Хмельницький: Вид-во НАДПСУ. – 2004. – № 31, Ч.2. – С. 41-45.

5. Дмитров С.О. Теоретичні основи та методи математичного моделювання службово-бойових дій угруповань військ (сил) у прикордонних районах України в мирний час: дис. ... д-ра військ. наук: 21.02.02 / Дмитров Сергій Олександрович. – К., 2001. – 354 с.

6. Боровик О. В. Математична постановка задачі технологічного спрощення прикордонного контролю в автомобільних пунктах пропуску через державний кордон на основі реалізації вибіркових заходів прикордонного контролю / О. В. Боровик, О. М. Дмитренко // Вісник Національного університету «Львівська політехніка»: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка» – 2012. – № 732. – С. 316-320.

7. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология, 2-е изд., стер. / Е.С. Вентцель. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 208 с.

Надійшла до редколегії 14.03.2013

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. О.В. Боровик, Національна академія Державної прикордонної служби України, Хмельницький.

## МЕТОД ОРГАНИЗАЦИИ ПОГРАНИЧНОГО КОНТРОЛЯ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕННОГО ВРЕМЕНИ

А.Б. Мысык, О.Н. Дмитренко

*В работе представлен метод организации пограничного контроля в пунктах пропуска через государственную границу по определению характеристик обслуживания потоков лиц, транспортных средств и грузов для обеспечения максимальной эффективности контроля в условиях ограниченности ресурсов. Использование метода позволяет начальнику подразделения охраны государственной границы принять целесообразное решение на упрощение пограничного контроля.*

**Ключевые слова:** пункт пропуска, пограничный контроль, упрощение, система массового обслуживания, очередь, время ожидания.

## THE METHOD OF BORDER CONTROLS ORGANIZATION IN A LIMITED TIME

A.B. Mysyk, O.M. Dmytrenko

*This paper presents a method for the organization of border control at checkpoints across the state border to determine the characteristics of the servicing flows of people, vehicles and cargo to ensure maximum efficiency of the control in the context of limited resources. The use of the method allows the head of the border division to take appropriate solution to simplify border controls.*

**Keywords:** check point, border control, simplification, queuing system, the queue, waiting time.