

Клименко І.Ю., Весела М.А., Мельнікова Ю.І.

*Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна***ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПУНКТІВ ПРОПУСКУ ЧЕРЕЗ ДЕРЖАВНИЙ КОРДОН З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕОРІЇ МАСОВОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ**

Проведено аналіз сучасного стану розвитку мережі пунктів пропуску через державний кордон. Виявлено, що існуюча мережа пунктів пропуску характеризується застарілою інфраструктурою, тривалим часом перетину кордону, нерівномірністю розміщення пунктів пропуску, високим рівнем навантаження тощо. Найлогічнішою і найочевиднішою відповіддю на виклики перевантаження кордону є створення нових пунктів пропуску. Головною причиною низької ефективності функціонування пунктів пропуску при перетині кордону є допущені на стадії розробки проекту будівництва помилки щодо оцінки очікуваної інтенсивності руху за ними. Істотний вплив на величину фактичних розмірів руху надають прорахунки, що виникають при проектуванні, у визначенні раціональної кількості пунктів, їх розміщення, способів і технологій, що застосовуються. Система обслуговування в зоні пункту пропуску може розглядатися як система масового обслуговування і може класифікуватися за декількома ознаками: кількістю каналів обслуговування, дисципліною обслуговування, схемою обслуговування заявок та кількістю етапів обслуговування. При проектуванні системи пункту пропуску на автомобільній дорозі використано багатоканальну систему обслуговування з очікуванням, коли транспортні засоби по мірі прибуття до пункту пропуску стають в чергу, якщо всі канали обслуговування заняті. Усі можливі умови функціонування багатоканальної системи представлено у вигляді графу. Приведено методика розрахунку характеристик функціонування багатоканальної системи пункту пропуску з очікуванням та розраховано ймовірності знаходження системи у кожному з станів залежно від кількості каналів обслуговування. Визначення оптимальної кількості каналів обслуговування пункту пропуску дозволило мінімізувати час очікування в черзі та час знаходження транспортних засобів в системі в цілому, що забезпечує підвищення ефективності функціонування пункту пропуску через державний кордон.

Ключові слова: система масового обслуговування, автомобільний транспорт, пункт пропуску, багатоканальна система масового обслуговування з очікуванням, ймовірність станів.

ВСТУП

Безвізовий режим між Україною та Європейським Союзом (ЄС), створення зони вільної торгівлі з ЄС та потужний транзитний потенціал України є передумовами для подальшого зростання обсягів пасажиро- та вантажопотоків через державний кордон України. Особливістю політики ЄС є не лише вільне пересування між країнами-членами, а й спільний підхід до функціонування та охорони зовнішнього кордону. Загальна довжина шенгенсько-українського кордону складає 777 км. На цьому відрізку розташовані 15 автомобільних (з них два – автомобільно-пішохідні), 7 пасажирських залізничних (з них 1 недіючий) і 1 пішохідний пункти пропуску (ПП). Середня щільність автомобільних ПП складає приблизно 1 на 52 кілометри шенгенського кордону, однак ПП розташовані вздовж нього нерівномірно, а під'їзні шляхи мають різний ступінь якості, що додатково зменшує доступність пунктів пропуску. [1-3].

Мережа пунктів пропуску, що функціонують сьогодні, характеризується нерівномірністю розміщення пунктів пропуску, високим рівнем навантаження, тривалим часом перетину кордону, застарілою інфраструктурою, тощо. Тому вдосконалення вже існуючих та відкриття нових пунктів пропуску дозволить перерозподілити пасажиро- та вантажопотоки, а отже і збалансувати вхідні та вихідні потоки на всій ділянці державного кордону. Проте для ефективного функціонування пунктів пропуску при перетині кордону необхідно на стадії проектування якомога точніше оцінити очікувану інтенсивність руху за ними, що дозволить визначити раціональну кількість каналів обслуговування та мінімізувати простой автомобілів в пунктах пропуску.

АНАЛІЗ ЛІТЕРАТУРНИХ ДАНИХ ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

За останні роки сформувався висхідний тренд щодо кількості перетинів державного кордону України, що посилює навантаження на існуючі ПП, більшість з яких на сьогодні потребують модернізації та реконструкції. Розрахунок зведеного показника навантаження у розрізі всіх ділянок кордону засвідчив, що розвантаження потребують і українсько-польська, і українсько-угорська, українсько-словацька та українсько-румунська ділянки кордону, особливо у категоріях автобусів та вантажних автомобілів [1, 4, 5].

Згідно з сучасними вимогами до пунктів пропуску вони повинні забезпечувати ефективну обробку даних щодо вантажо- і пасажиропотоків, володіти засобами для виявлення порушень і

створювати позитивне враження про державу. З економічної точки зору, найважливішою передумовою відкриття пункту пропуску є перспектива забезпечення безперервних транспортних потоків через даний пункт пропуску [6].

Мережу пунктів пропуску через державний кордон слід розглядати як складну систему, елементами якої є безпосередньо пункти пропуску, транспортні мережі та транспортні потоки.

Невідповідність між кількістю пунктів пропуску та трафіком призводить до значного перевантаження прикордонної інфраструктури [1]. Суттєва частина пунктів пропуску працює на межі або ж навіть з перевищенням проектної пропускної здатності (таблиця 1).

В представленій таблиці пропускна здатність представляє собою суму середньодобової пропускної здатності пунктів пропуску (за даними Державної прикордонної служби України); фактичний рух – річну кількість перетинів на відповідних пунктах пропуску за рік, поділену на 365 (за даними словацької поліції, Прикордонної служби Польщі, центрального статистичного офісу Угорщини).

Таблиця 1. Пропускна здатність (ПЗ) та фактичний рух (ФР) через шенгенський кордон [1]

Кордон	ПЗ, осіб	ФР, осіб	ПЗ, легкові авто	ФР, легкові авто	ПЗ, вантажні авто	ФР, вантажні авто	ПЗ, автобуси	ФР, автобуси
Українсько-польський	59500	59555	20200	11200	1650	2063	717	448
Українсько-словацький	12000	7288	4000	1295	600	257	50	61
Українсько-угорський	20000	20420	9250	4206	530	449	180	54

Незважаючи на падіння транскордонного руху у зв'язку з пандемією COVID-19 у 2019-2020 роках, в русі через наземний кордон регулярно стаються піки, які супроводжуються проблемами на зразок черг, відсутності санітарних умов (у т.ч. для протидії пандемії), неефективних процедур.

Все це свідчить про те, що рух через наземний шенгенський кордон ще багато років залишатиметься інтенсивним, а отже, системні проблеми, пов'язані з перевантаженням прикордонної інфраструктури та недоліками механізмів управління кордоном, і надалі потребуватимуть вирішення.

ЦІЛЬ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою роботи є моделювання системи пункту пропуску через державний кордон як багатоканальної системи обслуговування з очікуванням та визначення її основних характеристик, що забезпечують ефективне функціонування пункту пропуску.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Найлогічнішою і найочевиднішою відповіддю на виклики перевантаження кордону є створення нових пунктів пропуску. В офіційних документах і заявах відомчого, регіонального, національного і міжнародного рівня за останні 10 років згадуються принаймні 26 перспективних пунктів пропуску на шенгенському кордоні для перетину автомобілем, пішки, автобусом, вантажівкою [1]. Проте попри наявність тематики створення пунктів пропуску у кількох програмних документах національного та регіонального рівня, відсутня єдина державна програма або стратегія з розбудови пунктів пропуску та прикордонної інфраструктури, немає органу, який би координував зусилля та концентрував ресурси на цьому напрямку, визначав пріоритетність розбудови ПП.

Головною причиною низької ефективності функціонування пунктів пропуску при перетині кордону є допущені на стадії розробки проекту будівництва помилки щодо оцінки очікуваної інтенсивності руху за ними. Істотний вплив на величину фактичних розмірів руху надають прорахунки, що виникають при проектуванні, у визначенні раціональної кількості пунктів, їх розміщення, способів і технологій, що застосовуються [7, 8].

Вихідними даними для проектування пунктів пропуску є прогнозована інтенсивність дорожнього руху, яку формують транзитні та місцеві транспортні потоки.

Для моделювання оптимальної роботи ПП їх функціонування доцільно розглядати як систему масового обслуговування (СМО), що здійснює багаторазове виконання однотипних операцій [9].

Об'єктивними передумовами функціонування такої системи, як і будь-якої іншої системи масового обслуговування, є наявність наступних її елементів (рис. 1) [10]:

- деякої кількості обслуговуючих пристроїв – вікон для оформлення та перевірки документів, які в теорії СМО прийнято називати каналами обслуговування;
- вхідного потоку заявок – потоку транспортних засобів, що надходять до системи обслуговування пункту пропуску (за точку її початку в просторі зазвичай приймається місце виїзду на площу пункту пропуску) та обслуговуються на цих пунктах;
- черги заявок, що утворюється з автомобілів, які очікують на обслуговування на пунктах пропуску;
- вихідного потоку заявок – потоку обслужених автомобілів, що пройшли через пункти пропуску.

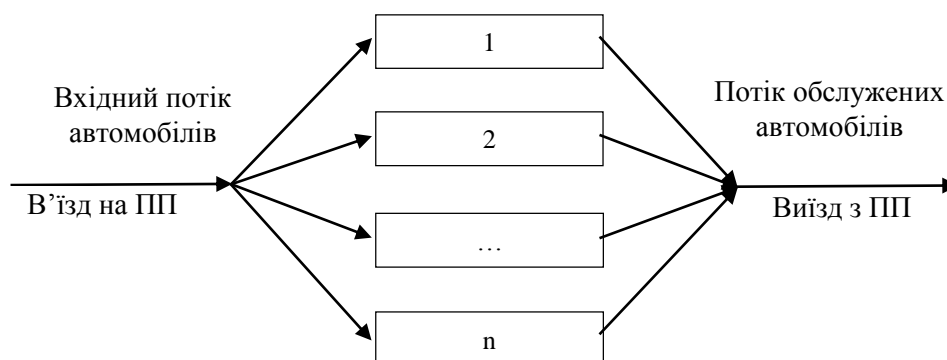


Рисунок 1 – Схема системи масового обслуговування потоку транспортних засобів в пункті пропуску

Система обслуговування в зоні пункту пропуску розглядається як система масового обслуговування і може класифікуватися за декількома ознаками: кількістю каналів обслуговування, дисципліною обслуговування, схемою обслуговування заявок та кількістю етапів обслуговування [11].

За кількістю каналів (вікон обслуговування) пункти пропуску можна розділити на одноканальні та багатоканальні (кількість вікон ПП більше або дорівнює 2). Використання одноканальної системи обслуговування є ефективним тільки при відносно невеликій інтенсивності руху. Для учасників транспортного потоку, які проходять через пункт пропуску, необхідно передбачати багатоканальні системи. Оптимальна кількість каналів обслуговування на ПП розраховується за умови, що розглядається СМО з очікуванням.

Передбачається, що потік автомобілів надходить на пункти пропуску не регулярно (через певні проміжки часу), а випадковим чином (наперед невідомі моменти часу), при цьому час їх обслуговування на цих пунктах також має випадковий характер, оскільки залежить від багатьох факторів, що не піддаються точному обліку.

За дисципліною обслуговування СМО зазвичай поділяються на три класи: з відмовами, з очікуванням та змішаного типу [12]. З розгляду вищенаведених класів обслуговування очевидно, що для проектування системи пункту пропуску на автомобільній дорозі застосовується багатоканальна система обслуговування з очікуванням, коли транспортні засоби по мірі прибуття до пункту пропуску стають в чергу, якщо всі канали обслуговування заняті.

Для багатоканальної системи пункту пропуску змодельємо умови роботи. Автомобіль, що надійшов у цю систему в момент, коли вікна ПП зайняті, стає в чергу і чекає на своє обслуговування, яке в будь-якому випадку обов'язково відбудеться. Така система пропуску може перебувати у різних станах залежно від кількості автомобілів, що знаходяться у СМО як у черзі, так і на обслуговуванні:

S_0 – у пунктах пропуску немає автомобілів, отже, всі канали ПП вільні;

S_1 – зайнято лише одне вікно ПП, решта каналів у пункті пропуску вільні;

S_k – у системі ПП перебуває k автомобілів ($k < n$), тобто зайняті k каналів пункту пропуску, інші $(n-k)$ – вільні;

S_n – у системі перебуває n автомобілів, тобто зайняті всі канали у пункті пропуску, але черги немає;

S_{n+1} – у системі перебуває $n+1$ автомобілів, тобто зайняті всі канали пункту пропуску та один автомобіль перебуває у черзі;

S_{n+m} – у системі перебуває $n+m$ автомобілів, тобто зайняті всі канали пункту пропуску та в черзі знаходяться m автомобілів.

Таким чином, робота системи пункту пропуску може бути представлена одним з $n+m+1$ станів, з яких стани S_0, S_1, \dots, S_k характеризуються тим, що при їх настанні відсутня будь-яка черга автомобілів.

Усі можливі умови функціонування багатоканальної системи ПП представлені на рисунку 2.

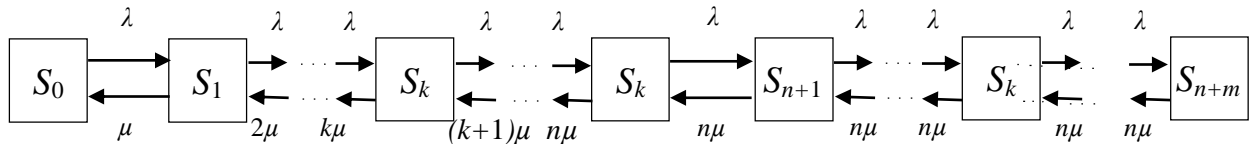


Рисунок 2 – Можливі умови функціонування багатоканальної системи пункту пропуску [10]

Основними характеристиками функціонування багатоканальної системи пункту пропуску з очікуванням є:

- 1) інтенсивність прибуття автомобілів λ , авт/год;
- 2) інтенсивність обслуговування одного каналу μ , авт/год;
- 3) кількість каналів пропуску n , од;
- 4) показник завантаження системи в розрахунку на один канал

$$\psi = \frac{\lambda}{\mu \cdot n} \quad (1)$$

- 5) ймовірність того, що всі канали вільні

$$P_0 = \left(1 + \frac{\psi}{1!} + \frac{\psi^2}{2!} + \dots + \frac{\psi^{n-1}}{(n-1)!} + \frac{\psi^n}{(n-1)!} \cdot \frac{1}{n-\psi} \right)^{-1} \quad (2)$$

- б) ймовірність станів системи

$$P_k = \frac{\psi^k}{k!} P_0, \quad \text{для } k=1 \dots n; \quad (3)$$

$$P_{n+i} = \frac{\psi^{n+i}}{n^i \cdot n!} P_0, \quad \text{для } i=1, 2, \dots$$

- 7) ймовірність очікування автомобілів у черзі

$$P_q = \frac{\psi^n}{n!} \cdot \frac{n}{n-\psi} \cdot P_0 \quad (4)$$

- 8) середня кількість автомобілів у черзі, авт.

$$N_q = \frac{\psi^{n+1}}{n!} \cdot \frac{n}{(n-\psi)^2} \cdot P_0 \quad (5)$$

- 9) середня кількість автомобілів у системі, авт.

$$N_c = N_q + \psi \quad (6)$$

- 10) середній час очікування у черзі, год

$$t_q = \frac{N_q}{\lambda} \quad (7)$$

- 11) середній час перебування в СМО, год

$$t_c = t_q + \frac{1}{\mu} \quad (8)$$

За приведеною методикою було здійснено моделювання роботи пропускного пункту при запланованій інтенсивності прибуття автомобілів 40 авт/год, інтенсивності обслуговування одним каналом 6 авт/год та кількості каналів обслуговування від 4 до 9. Ймовірність знаходження системи в кожному з станів при різній кількості каналів обслуговування представлено на рис. 3.

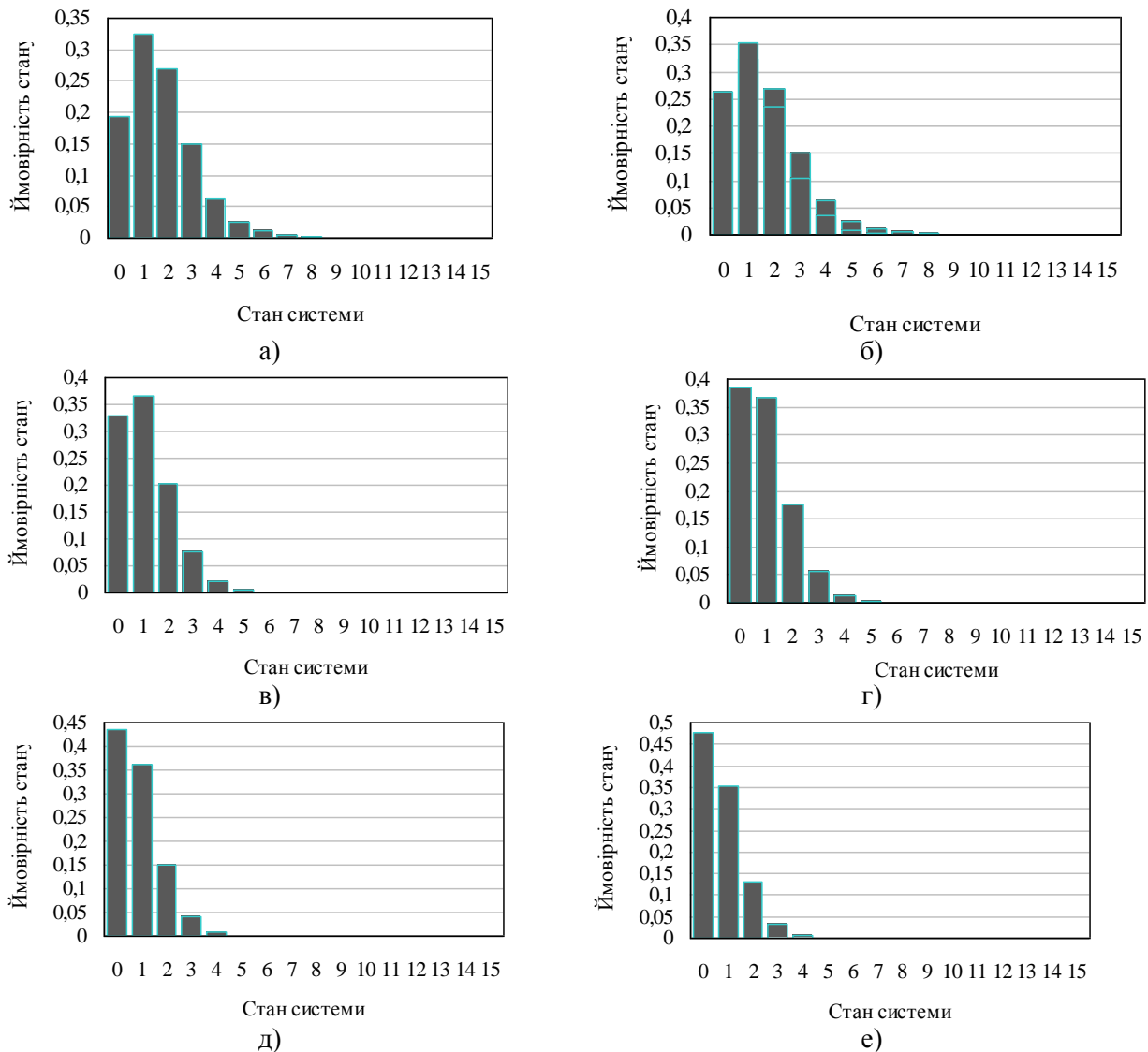


Рисунок 3 – Ймовірність знаходження автомобілів в пункті пропуску в залежності від кількості каналів обслуговування: а) – СМО з 4 каналами обслуговування; б) – СМО з 5 каналами обслуговування; в) – СМО з 6 каналами обслуговування; г) – СМО з 7 каналами обслуговування; д) – СМО з 8 каналами обслуговування; е) – СМО з 9 каналами обслуговування

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведений аналіз сучасного стану розвитку мережі пунктів пропуску через державний кордон дозволив встановити, що існуюча мережа пунктів пропуску характеризується застарілою інфраструктурою, тривалим часом перетину кордону, нерівномірністю розміщення пунктів пропуску, високим рівнем навантаження тощо. Найлогічнішою і найочевиднішою відповіддю на виклики перевантаження кордону є створення нових пунктів пропуску.

За приведеною методикою розрахунку характеристик функціонування багатоканальної системи пункту пропуску з очікуванням було проведено моделювання роботи пропускного пункту при проєктованій інтенсивності прибуття автомобілів 40 авт/год, інтенсивності обслуговування одним каналом 6 авт/год та кількості каналів обслуговування від 4 до 9. За результатами моделювання системи пункту пропуску через державний кордон як багатоканальної системи обслуговування було встановлено, що при роботі 7 каналів обслуговування ймовірність очікування автомобіля в черзі близька до 0, що свідчить про ефективну роботу та забезпечення безперебійних транспортних потоків через даний пункт пропуску.

ВИСНОВКИ

Головною причиною низької ефективності функціонування пунктів пропуску при перетині кордону є допущені на стадії розробки проєкту будівництва помилки щодо оцінки очікуваної

інтенсивності руху за ними. Система обслуговування в зоні пункту пропуску була розглянута як система масового обслуговування. За результатами моделювання системи пункту пропуску через державний кордон як багатоканальної системи обслуговування було встановлено, що при роботі 7 каналів обслуговування ймовірність очікування автомобіля в черзі близька до 0, що свідчить про ефективну роботу та забезпечення безперебійних транспортних потоків через даний пункт пропуску. Визначення оптимальної кількості каналів обслуговування пункту пропуску дозволило мінімізувати час очікування в черзі та час знаходження транспортних засобів в системі в цілому, що забезпечує підвищення ефективності функціонування пункту пропуску через державний кордон.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кравчук П. Кордон 777. Сучасні проблеми шенгенського кордону України / Кравчук П., Сушко І. // Київ : Міжнародний фонд Відродження, 2021. – 50 с.
2. Загальна характеристика державного кордону [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dpsu.gov.ua/ua/map>
3. Протяжність кордонів України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://europewb.org.ua/protyazhnist-kordoniv-ukrayiny/>
4. Оцінка перспектив розбудови мережі пунктів пропуску через державний кордон у Закарпатській області : науково-аналітична доповідь / Під ред. Притула Х.М. – Львів : ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М.І. Долишнього НАН України», 2020. – 131 с.
5. Перелік пунктів пропуску [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dpsu.gov.ua/ua/perelik-punktiv-propusku/>
6. Кашуба О.М. Моделі розвитку інфраструктури міжнародних автомобільних пунктів пропуску на кордоні // Містобудування та територіальне планування. –2018. –Випуск 66. – С.232-240.
7. Пасічник А. М. Дослідження пропускової здатності української мережі міжнародних автомобільних транспортних коридорів / А.М. Пасічник, В.С. Мальнов, О.М. Клен // Вісник АМСУ. – 2012. – № 1 (47). – С.28–35.
8. Транскордонне співробітництво України в контексті євроінтеграції: монографія / Н.А. Мікула, В.В. Засадко. – К. : НІСД, 2014. – 316 с.
9. Системологія на транспорті / Е.В. Гаврилов, М.Ф. Дмитриченко, В.К. Доля та ін. – К. : Знання, 2009. – 375 с.
10. Кондратенко Т. Е. Методологія створення платних автомобільних дорог Дальнього Востока на прикладі автомобільної дороги «Восточный обход г. Хабаровска» / Ярмолинский В.А., Кондратенко Т.Е. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос.ун-та, 2014. – 155 с.
11. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування: навч. посібник / Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. – 141 с.
12. Імітаційне моделювання систем масового обслуговування: навч. посіб. / В.Б. Толубко, А.Д. Кожухівський, В.В. Вишнівський, Г.І. Гайдур, О.А. Кожухівська. – Київ : ДУТ, 2018. – 175 с.

1. [Kravchuk P., Sushko I. Kordon 777. Suchasni problemy shenhenskoho kordonu Ukrainy \[Cordon 777. Current problems of the Schengen cordon of Ukraine\]. Kyiv, International Renaissance Fund, 2021. 50 p. \(Ukr.\)](#)

2. Zahalna kharakterystyka derzhavnoho kordonu [A salient characteristic of the sovereign cordon]. Available at: <https://dpsu.gov.ua/ua/map>

3. Protiazhnist kordoniv Ukrainy [Length of cordons in Ukraine]. Available at: <https://europewb.org.ua/protyazhnist-kordoniv-ukrayiny/>

4. Prytula Kh.M. *Otsinka perspektyv rozbudovy merezhi punktiv propusku cherez derzhavnyi kordon u Zakarpatskii oblasti* [Assessment of prospects for the development of a network of checkpoints across the state border in the Transcarpathian region]. Lviv, DU «Instytut rehionalnykh doslidzhen imeni M.I. Dolishnoho NAN Ukrainy», 2020. 131 p. (Ukr.)

5. Perelik punktiv propusku [List of checkpoints]. Available at: <https://dpsu.gov.ua/ua/perelik-punktiv-propusku/>

6. Kashuba O.M. Modeli rozvytku infrastruktury mizhnarodnykh avtomobilnykh punktiv propusku na kordoni [Models of infrastructure development at international border crossings]. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*, 2018, vol. 66, pp. 232-240. (Ukr.)

7. Pasichnyk A.M. Mal'nov V.S. Klen O.M. *Doslidzhennia propusknoi zdatnosti ukrainskoi merezhi mizhnarodnykh avtomobilnykh transportnykh korydoriv* [Investigation of the capacity of the Ukrainian

network of international road transport corridors]. *Visnyk AMSU: Seriiia «Tekhnichni nauky»*, 2012, vol. 1 (47), pp. 28–35. ([Ukr.](#))

8. Mikula N.A., Zasadko V.V. *Transkordonne spivrobotnytstvo Ukrainy v konteksti yevrointehratsii* [Ukraine's cross-border cooperation in the context of European integration]. Kyiv : NISD, 2014. 316 p. ([Ukr.](#))

9. Havrylov E.V., Dmytrychenko M.F., Dolia V.K. *Systemolohiia na transporti* [Systemology in transport]. Kyiv, Znannia, 2009. 375 p. ([Ukr.](#))

10. Kondratenko T. E., Yarmolinskiy V.A. *Metodologiya sozdaniya platnyih avtomobilnyih dorog Dalnego Vostoka na primere avtomobilnoy dorogi «Vostochniy obhod g. Habarovska»* [Methodology for creating toll roads in the Far East on the example of the highway «Eastern Bypass of Khabarovsk»]. Habarovsk: Izd-vo Tihookean. gos.un-ta, 2014. 155 p. ([Rus.](#))

11. Lytvynov A.L. *Teoriia system masovoho obsluhovuvannia* [Theory of mass service systems]. Kharkiv: KhNUMH O.M. Beketova, 2018. 141 p. ([Ukr.](#))

12. Tobulko V.B., Kozhuhivskui A.D., Vyshnivskiy V.V., Haidur H.I., Kozhuhivska O.A. *Imitatsiine modeliuвання system masovoho obsluhovuvannia* [Simulation modeling of queuing systems]. Kyiv, DUT, 2018. 175 p. ([Ukr.](#))

I.Yu. Klymenko, M.A. Vesela, Yu.I. Melnikova. Improving efficiency of border checkpoints while using a queuing theory. The current state of border checkpoints has been analyzed. It has been identified that the network is characterized by an obsolete infrastructure, time-consuming border crossing, irregular arrangement of the border checkpoints, heavy workload etc. Establishing of new border checkpoints is the most logical and obvious responses to the challenges. The mistakes, made at the design stage as for the probable densities of traffic within them, turned out to be the main reason of poor efficiency of border checkpoints. Defective design, incorrect determination of adequate number of such checkpoints, their arrangement, and techniques and procedures applied influence heavily actual traffic density. Serving system within a motor vehicle crossing point may be considered as a queueing system and classified depending upon several factors: the number of service channels, service procedure, service pla.; and frequency of service stages. Multichannel waiting service system has been involved while designing a checkpoint pattern for a highway, i.e. while arriving at a crossing point, vehicles get in line no service channel is free. A graph demonstrates all the possible operating procedures of such a multichannel system. A procedure to calculate operating characteristics of the multichannel system of a border checkpoint with waiting has been represented; probabilities of the system being within each state have been defined depending upon the number of service channels. Determination of optimum number of service channels for a border checkpoint has made it possible to minimize waiting time as well as duration of a vehicle stay within the system. The abovementioned supports the improved efficiency of a border checkpoint.

Keywords: queueing theory, motor vehicles, checkpoint, multichannel waiting service system, state probability.

КЛИМЕНКО Ірина Юріївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Управління на транспорті», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: klymenkoiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6263-0951>

ВЕСЕЛА Марія Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент кафедри «Управління на транспорті», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: mves357@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9318-9110>

МЕЛЬНИКОВА Юлія Ігорівна, старший викладач кафедри «Управління на транспорті», Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», e-mail: yulaskripa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7023-023X>

Iryna KLYMENKO, Candidate of Technical Science, associate professor of Transport Management Department, Dnipro University of Technology, e-mail: klymenkoiy@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6263-0951>

Mariia VESELA, Candidate of Technical Science, associate professor of Transport Management Department, Dnipro University of Technology, e-mail: mves357@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0001-9318-9110>

Yuliia MELNIKOVA, Senior Lecturer of Transport Management Department, Dnipro University of Technology, e-mail: yulaskripa@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7023-023X>

DOI 10.36910/automash.v1i18.766