

АНАЛІЗ ТРАНСПОРТНОЇ ПОВЕДІНКИ НАСЕЛЕННЯ УКРАЇНИ ПІД ЧАС ПОЧАТКОВОЇ ФАЗИ ПОВНОМАСШТАБНОГО ВТОРГНЕННЯ

¹Національний університет «Львівська політехніка»

Вплив різних надзвичайних подій на транспортні системи є інтересом багатьох науковців. Водночас, розуміння змін транспортних потоків в умовах війни є недостатньо вивченим у світовій науці. Розуміння принципів пересування мешканців за таких масштабних подій дозволить краще та швидше реагувати і забезпечувати якісніше функціонування транспортних систем в умовах надзвичайної ситуації. У роботі досліджено основні особливості формування транспортної поведінки населення України на початку повномасштабного вторгнення росії. Для цього проведено онлайн опитування осіб, які перебували в Україні станом на 24 лютого 2022 року. Отримано відповіді від мешканців усіх областей держави (окрім Автономної Республіки Крим) та всіх вікових категорій. Під евакуацією розумілося залишення свого постійного місця проживання на термін від одного місяця, за винятком, якщо особа не повернулася в первинний населений пункт раніше. Розподіл кількості відповідей від респондентів, які евакуювалися, і тих, що залишилися, є приблизно однаковий. Серед осіб, які відмовились від евакуації, розглянуто причини цього рішення. Також проаналізовано умови, за яких опитані змушені були покинути свої населені пункти. З'ясовано відсотковий розподіл відстаней евакуації від первинного місця проживання. Отримано дані про час прийняття рішення про залишення своїх домівок від початку великої війни. До того ж, визначено основні напрямки евакуації. Зростання інтенсивності руху та часто зниження пропускної здатності, або й взагалі неможливість пересуватися звичним маршрутом, створили для деяких респондентів таку ситуацію, що вони змушені були витратити значно більше часу на пересування до пункту призначення, ніж за нормальних умов. Також проаналізовано час, який мешканці витратили на евакуацію, та відстань до (тимчасового) прихистку від їхніх населених пунктів. Результати роботи є важливими для подальшого аналізу та порівнювання з даними, отриманими за допомогою транспортного моделювання.

Ключові слова: транспортна поведінка, формування транспортних потоків, надзвичайні ситуації, евакуація під час війни.

Вступ

Людство повсякчас зустрічається з різноманітними надзвичайними подіями антропогенного (в тому числі техногенного) та природного походження. Катастрофи можуть докорінно змінювати наше середовище та суспільне життя. Але для зниження чи уникнення негативних наслідків світова наука намагається досліджувати й аналізувати такі події, розробляючи як превентивні заходи, так і схеми дій у разі виникнення надзвичайної ситуації. Транспортна сфера не є виключенням. У фаховій літературі є багато досліджень змін у транспортних потоках через повені й паводки, землетруси, цунамі, теракти тощо [1], [2]. Детально проаналізованим є також вплив нещодавньої пандемії Covid-19 на транспортні системи й транспортну поведінку мешканців різних країн [3]—[5]. Проте, досить обмеженим є науковий внесок дослідників у розуміння впливу війн на сферу транспорту. Причинами цього можуть бути складність отримання інформації, масштабність і рідкісність таких подій. Додатковою перешкодою можуть бути також певні етичні міркування та небажання політизувати науку.

Ще однією вагомою відмінністю гуманітарних конфліктів від інших, зазначених вище надзвичайних ситуацій, є невизначеність для мешканців часу їхнього завершення та потенційного подальшого перебігу. Адже більшість перелічених катастроф мають досить обмежений і часто короткотривалий період.

Повномасштабне вторгнення РФ в Україну, незважаючи на численні попередження та прогно-

зи, застало більшість мешканців України зненацька. Навіть за умови підготованого тимчасового прихистку, не всі люди мали змогу діяти за попередньо продуманим сценарієм. Результатом цього стали значні затори на різних ділянках вулично-дорожньої мережі (ВДМ), здебільшого у напрямку західних регіонів держави та контрольно-пропускних пунктів з країнами ЄС і Молдови.

Важливість розуміння процесів евакуації за таких масштабних подій полягає у можливості визначення тенденцій, напрямків, особливостей формування транспортних потоків як у населених пунктах, так і на міжміських дорогах чи вулицях населених пунктів.

Мета роботи — проаналізувати та зрозуміти основні принципи евакуації мешканців України з початком повномасштабного вторгнення на базі опитування про транспортну поведінку населення в умовах війни.

Результати дослідження

У попередніх дослідженнях за темою здійснено аналіз та моделювання патернів пересувань мережами за використання краудсорсингових всеохоплюючих даних про дорожній рух. Однією з метрик, використаних в роботі [6], є коефіцієнт варіабельності для кожної ланки мережі, усереднений за весь період спостереження, а іншим показником — рівень завантаження мережі. Таким чином у статті відслідковано деякі зміни стану ВДМ у перші два місяці повномасштабного вторгнення і проведено їхнє зіставлення з основними воєнними подіями у досліджуваних містах того самого періоду.

Проте, для повноцінного розуміння змін у транспортних системах під час надзвичайних подій недостатньо використовувати лише зібрані дані про певні показники дорожнього руху. Важливим є також питання розуміння вибору користувача ВДМ щодо здійснення пересування.

Підставою для такого припущення є робота [7]. Тут динаміка поширення заторів і розсіювання дорожнього руху в містах описується як простий процес зараження. Основою є моделі, які використовуються для розуміння розповсюдження інфекційних захворювань серед населення. Йдеться про те, що чим більше транспортних засобів перебувають у заторі, то швидше рівень завантаження ВДМ у населеному пункті зростатиме. У статті показано, що ступінь поширення заторів у мережі та швидкість їхнього відновлення залежать від співвідношення швидкості поширення та швидкості відновлення, представленого базовим репродуктивним числом R_0 . Насправді, R_0 зростає, коли попит збільшується для будь-якого заданого ρ (заздалегідь визначений поріг, який відображає різні рівні завантаження), що чітко вказує на те, що розмір заторів зростатиме, а відновлення у відповідь на попит на транспортні послуги становитиме більше часу [7].

Водночас, якщо розглядати поширення транспортних потоків за принципом зараження, то можна також припустити, що не кожна особа буде залучена у цей процес. Це подібно до розповсюдження вірусу, коли деякі люди можуть мати достатній імунітет і не бути охопленими хворобою. За тим самим принципом може формуватися і транспортна поведінка, оскільки кожній дії передують рішення про її реалізацію, ґрунтуючись на різних мотивах. Звісно, за невідкладною потребою пересування буде здійсненим, проте, за можливості, користувач ВДМ може змінювати час та/або спосіб пересування.

Зі звіту Міжнародної організації з міграції при ООН (МОМ) за перший рік повномасштабного вторгнення можна зробити висновок, що в Україні після 24 лютого 2022 зафіксовано близько 19,5 млн осіб, які залишили своє місце проживання. В це значення станом на лютий 2023 року включено: 5,4 млн внутрішньо переміщених осіб, 5,5 млн осіб, які повернулися додому, 8 млн осіб, які зареєстровані за кордоном як шукачі притулку та 0,6 млн громадян третіх країн, які залишили Україну [8]. Тоді населення України станом на початок 2022 року становило 41,1 млн осіб без урахування тимчасово окупованих територій [9]. Провівши розрахунок, можна зробити висновок, що близько 47,5 % мешканців евакуюувались.

Звіти МОМ є досить докладними та включають багато важливої інформації, проте фокусуються здебільшого лише на отриманні даних щодо внутрішньо переміщених осіб. Водночас, для загального розуміння транспортної поведінки населення важливо розглядати всі напрямки евакуації.

Тож, аби детальніше оцінити формування принципів евакуації населення України з початком повномасштабного вторгнення 24 лютого 2022 року проведено онлайн-опитування. Під евакуацією розумілося залишення особою постійного місця проживання і переїзд в (умовно) безпечне місце у зв'язку з повномасштабним вторгненням. Кінцевою точкою евакуації вважалось місце, у якому особа зупинилася на термін не менше 1 місяця. Винятком, який також враховувався у дослі-

дженні як евакуація, є менший термін, але за умови, що після виїзду людина повернулася у своє первинне місце проживання. Якщо під час евакуації проведено по кілька днів у різних місцях, то весь цей час вважався терміном евакуації.

За час проведення опитування отримано 644 відповіді з усіх регіонів України (окрім тимчасово окупованої Автономної Республіки Крим) та усіх вікових категорій. Серед опитаних 51,7 % мешканців евакуювалися зі свого населеного пункту після початку повномасштабного вторгнення, а 48,3 %, відповідно, ні. Такий результат незначно відхиляється від вищезгаданих даних, тож опитування можна вважати достатньо репрезентативним.

Серед основних причин, які змусили чи дозволили респондентам відмовитися від евакуації була відсутність активних бойових дій в місці проживання або поблизу. Розподіл причин підстав для відмови від залишення свого місця проживання подано на рис. 1. Варто зазначити, що один респондент міг вибрати кілька відповідей.



Рис. 1. Причини відмови від евакуації мешканців України

Для дослідження принципів евакуації важливо також розуміти умови, за яких люди залишали свої помешкання. Серед опитаних більшість могли виїхати досить безперешкодно, оскільки 70,3 % відповіли, що їхній населений пункт не був ні окупований, ні оточений. 23,1 % респондентів евакуювалися через окупацію, а 5,4 % – з оточення. І лише 1,2 % ухвалили рішення про переміщення вже після деокупації регіону.

Більше половини опитаних (50,8 %) рішення про евакуацію ухвалили майже одразу від початку

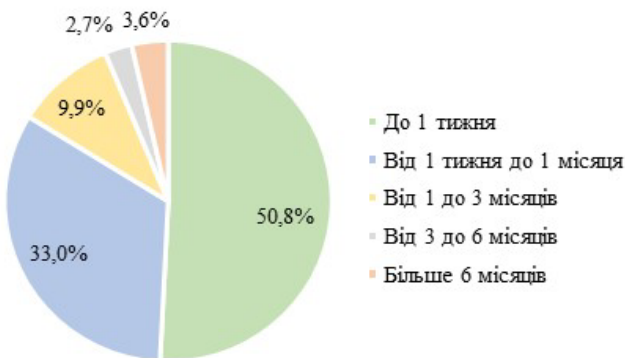


Рис. 2. Розподіл евакуаційних пересувань за часом їхнього здійснення від початку повномасштабного вторгнення

повномасштабного вторгнення — до 1 тижня. Ще 33,0 % опитаних виїхали протягом місяця. Найменшу частку (2,7 %) становить термін від 3 до 6 місяців. Через 6 місяців і більше евакуювалося 3,6 % людей. Це зростання хоч і незначне, проте ймовірно пов'язане з настанням холодної пори року. Різде зменшення цієї кількості у пізніший термін свідчить про здатність до звикання та пристосування населення до надзвичайних подій. Діаграму розподілу за часом евакуації від початку повномасштабного вторгнення показано на рис. 2.

Серед напрямків евакуації найбільшу частку (40,8 %) становлять західні області України: Львівська, Закарпатська, Івано-Франківська, Волинська, Рівненська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька. Серед опитаних 24 % продовжили свою подорож за межі держави. 14,2 % вибрали як тимчасовий прихисток сільську місцевість у своїй області проживання. Проте, також досить значну частку (15,3 %) становило переміщення в інший регіон (окрім західних областей). На рис. 3 подано розподіл кінцевих точок евакуації населення України.

Особливою складністю евакуації під час таких масштабних подій, як війна, є різке зростання інтенсивності руху, що супроводжується часто перевищенням пропускної здатності як міської ВДМ, так і міжміських магістралей. До того ж, наприклад, такі превентивні заходи для перешко-

джання окупації, як руйнування мостів та шляхопроводів, унеможлиблюють користування звичними маршрутами.

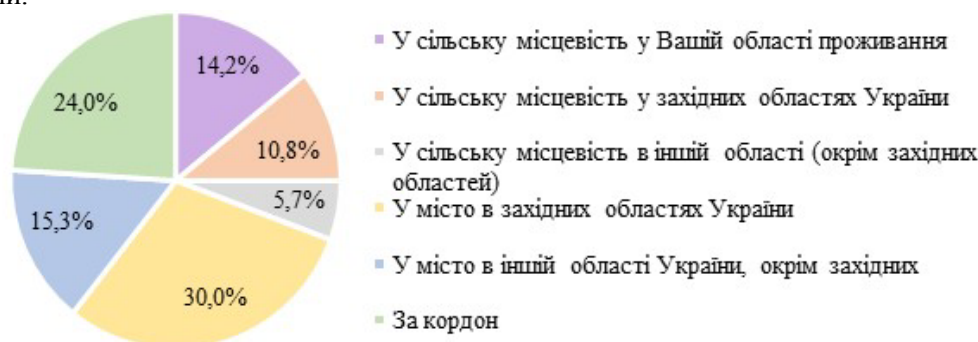


Рис. 3. Розподіл евакуаційних пересувань за напрямками

Окупація армією РФ певних регіонів також додає труднощів евакуації, а часом і унеможлиблює її. Тож час пересування до місця призначення інколи зростає у кілька разів від нормативного (за умови відсутності перешкод).

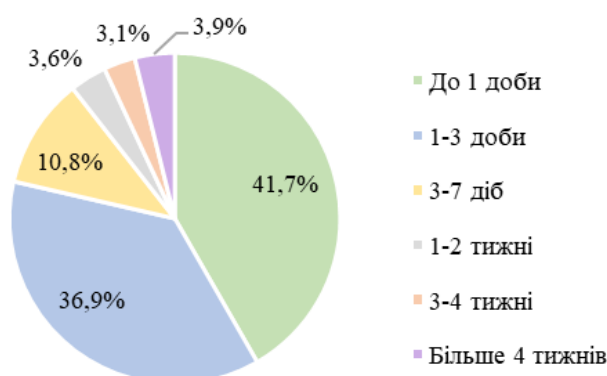


Рис. 4. Розподіл тривалості пересування до кінцевої точки евакуації

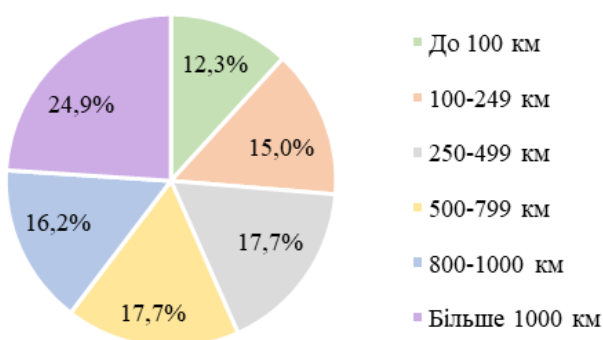


Рис. 5. Розподіл діапазонів відстані евакуації

До того ж, особи, що евакуйовувалися, часто не знали свого точного місця призначення, оскільки не мали родичів чи інших близьких людей в (умовно) безпечних місцях, тож пошук постійного прихистку міг становити значний час. Так, серед опитаних 3,1 % витратили від 3 до 4 тижнів для досягнення кінцевої точки евакуації, а 3,9 % навіть більше 4 тижнів. Проте, все ж найбільшій частці респондентів (41,7 %) знадобилося до 1 доби. Графічне зображення розподілу часу, необхідного для евакуації до її кінцевої точки показано на рис. 4.

Ще одним надзвичайно важливим питанням є розуміння відстані евакуації до кінцевої точки. Тобто наскільки далеко люди змушені були поїхати від їхніх помешкань. Серед відповідей немає одного найвираженішого діапазону відстаней, проте все ж найбільшу частку (24,9 %) становить варіант «більше 1000 км», а найменшу (12,3 %) — «до 100 км». Решта діапазонів мають не надто значні відхилення у частках між собою. Діаграму цього розподілу показано на рис. 5.

Провівши вторинний аналіз відповідей, отримано деякі додаткові характеристики транспортної поведінки населення України з початком повномасштабного вторгнення.

Серед осіб, які евакуйовувалися на відстань до 100 км, 80,5 % зупинилися у сільській місцевості у своїй області проживання і 98 % витра-

тили на пересування до 1 доби.

Досить очевидним, проте також важливим є те, що рішення про евакуацію на невелику відстань респонденти ухвалювали одразу після початку великої війни — до 1 тижня від 24 лютого 2022 року евакуйовувались 76 %. До того ж, 90,2 % з них повернулися у своє первинне місце проживання (більшість до 3 місяців після виїзду).

Для евакуації з регіонів, які перебували в оточенні чи окупації, 18,5 % мешканцям довелося витратити більше 1 тижня на пересування до кінцевої точки, серед них 7,7 % — більше 4 тижнів. Найбільша частка (38,5 %) серед опитаних цієї групи евакуйовувалась на відстань більше 1000 км. Основними напрямками були західні області України (50,8 %) та інші держави (21,5 %).

Висновки

1. Проведене опитування щодо евакуації населення України на початку повномасштабного вторгнення дозволяє оцінити загальні характеристики та певні особливості формування транспортних потоків в умовах війни.
2. Основними напрямками евакуації були західні області України та інші держави.
3. Особи, які вибрали для евакуації не дуже віддалене місце призначення від свого населеного пункту (іншу місцевість у своїй області) в абсолютній більшості та досить швидко (до 3 місяців) повернулися у свої первинні місця проживання.
4. В подальшій роботі результати дослідження будуть зіставлені з даними, отриманими в результаті моделювання, про час пересування різними ділянками міських та міжміських вулично-дорожніх мереж України.
5. Детальний розподіл напрямків та відстаней пересування допоможе у калібруванні розробленої моделі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] G. Marsden, J. Anable, J. Shires, and I. Docherty, "Travel behaviour response to major transport system disruptions: Implications for smarter resilience planning," *International Transport Forum Discussion Paper*, no. 2016-09, Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), International Transport Forum. Paris.
- [2] L.-G. Mattsson, and E. Jenelius, "Vulnerability and resilience of Transport Systems – a Discussion of Recent Research," *Transportation Research, Part A: Policy and Practice*, no. 81, pp. 16-34, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.06.002>.
- [3] S. S. Patra, B. R. Chilukuri, and L. Vanajakshi, "Analysis of road traffic pattern changes due to activity restrictions during COVID-19 pandemic in Chennai," *Transportation Letters*, no. 13 (5–6), pp. 473-481, 2021. <https://doi.org/10.1080/19427867.2021.1899580>.
- [4] P. Bucskey, "Modal share changes due to COVID-19: The case of Budapest," *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, no. 8, pp. 100141, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100141>.
- [5] E. Macioszek, and A. Kurek, "Extracting road traffic volume in the city before and during covid-19 through video remote sensing," *Remote Sensing*, no. 13 (12), pp. 2329, 2021. <https://doi.org/10.3390/rs13122329>.
- [6] S. T. Waller et al. "Analyzing and modeling network travel patterns during the Ukraine invasion using crowd-sourced pervasive traffic data," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, no. 2677 (10), pp. 491-507, 2023. <https://doi.org/10.1177/03611981231161622>.
- [7] M. Saberi et al. "A simple contagion process describes spreading of traffic jams in urban networks," *Nature Communications*, no. 11 (1), 2020. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-15353-2>.
- [8] International Organization for Migration. *Ukraine Crisis 2022–2023: 1 Year of Response*. [Electronic resource]. Available: https://www.iom.int/sites/g/files/tmzbd1486/files/documents/2023-02/IOM_Ukraine_Regional_Response-1_Year_Special_Report.pdf. Accessed: 14 February 2023.
- [9] Інститут демографії та соціальних досліджень імені М. В. Птухи Національної Академії Наук України, «Чисельність населення по регіонах (за оцінкою) на 1 лютого 2022 року та середня чисельність у січні 2022 року,» [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://db.ukrcensus.gov.ua/PXWEB2007/ukr/news/op_popul.asp.

Рекомендована кафедрою автомобілів та транспортного менеджменту ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 30.11.2023

Сотнікова Анна Олександрівна — аспірантка кафедри транспортних технологій, e-mail: anna.o.sotnikova@lpnu.ua.

Національний університет «Львівська політехніка», Львів

Analysis of the Travel Behavior of Ukrainian Population During the Initial Phase of Full-Scale Invasion

¹Lviv Polytechnic National University

The impact of various emergency events on transportation systems is of interest to many scientists. At the same time, understanding the changes in traffic flows during wartime is not well researched in the world scientific community. However, understanding the principles of movement of residents during such large-scale events will allow for a better and faster response and ensure better functioning of transport systems in an emergency situations. The paper investigates main features of the formation of transport behavior of the population of Ukraine at the beginning of the full-scale invasion of Russia. For this purpose, an online survey was conducted among people who were in Ukraine as of February 24, 2022. Responses were received from residents of all regions of the country (except for the Autonomous Republic of Crimea) and all age groups. Evacuation was defined as leaving one's permanent place of residence for a period of one month or more, unless the person had returned to the original settlement earlier. The distribution of the number of responses from respondents who evacuated and those who did not is approximately the same. Among those who refused to evacuate, the reasons for this decision are examined. The conditions under which the respondents were forced to leave their settlements are also analyzed. The percentage distribution of evacuation distances from the primary place of residence is determined. The data on the time of the decision to leave their homes since the beginning of the big war were obtained. In addition, the main directions of evacuation were identified. The increase in traffic and often the reduced capacity, or even the inability to follow the usual route, created a situation for some respondents where they had to spend much more time traveling to their destination than under normal conditions. Therefore, the time residents spent evacuating and the distance to the (temporary) shelter from their settlements were also analyzed. The results of this work are important for further analysis and will be compared with the data obtained by means of transportation modeling.

Keywords: travel behavior, transport flow formation, disruptions, evacuation during the war.

Sotnikova Anna O. — Post-Graduate Student of the Chair of Transport Technologies, e-mail: anna.o.sotnikova@lpnu.ua