

variable are given. A graphical illustration of the matching functions with respect to the scattering indices of the result is given.

It is found that the period of trouble-free operation of the transport system and the period of time of active work can be random, ie the desired result in these conditions is described by a random variable, which is usually the minimum required result. Forms of efficiency indicators and compliance functions are given.

It was found that the performance indicator for these situations includes partial indicators. With any strategy of the opponent and the fixed strategy of the decision-maker, the efficiency of the operation will be less than the mathematical expectation of the correspondence function. Thus, the mathematical expectation of the correspondence function is the lower limit of the average value of the correspondence function of the actual result of the operation required for the decision maker.

**transport system, subsystem, indicator, efficiency, operation, probability, guarantee measure**

*Одержано (Received) 22.03.2021*

*Прорецензовано (Reviewed) 30.03.2021*

*Прийнято до друку (Approved) 26.04.2021*

**УДК 656.025.6**

DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4\(35\).247-253](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2021.4(35).247-253)

**В.В. Аулін**, проф., д-р техн. наук

*Центральнoукраїнський національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна  
e-mail: AulinVV@gmail.com*

**М.Є. Кристопчук**, доц., канд. техн. наук

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне,  
Україна  
e-mail: m.ie.krystopchuk@nuwm.edu.ua*

**О.П. Цьонь**, доц., канд. техн. наук, **М.Я. Сташків**, доц., канд. техн. наук, **М.В. Бабій**,  
канд. техн. наук

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

*e-mail: tson\_oleg\_@ukr.net*

**Ю.Д. Бодоряк**

*Науково-дослідний експертно-криміналістичний центр МВС України, м. Тернопіль,  
Україна*

## Глобальна криза від пандемії Covid-19 та її вплив на мобільність населення

Досліджено вплив пандемії спричиненої вірусом SARS-CoV-2 на транспорту галузь України та світу в цілому. Встановлено, що на початку пандемії Covid-19 в країнах Європейського Союзу було зафіксовано відміну близько 90% від усіх авіарейсів, також спостерігалось зниження об'єму пасажирських перевезень індивідуальним транспортом на 60-90% та транспортом загального користування – на 50%. Проаналізовано статистичні дані Адміністрації Державної прикордонної служби України за 2019-2020 р. щодо фактів перетинання державного кордону України з Республікою Польща та встановлено значне зниження пасажиропотоку у 2020 році. Запропоновано, для підвищення безпеки та зниження ризику інфікування пасажирів Covid-19 при використанні пасажирського транспорту, що прямує у міжнародному сполученні, використовувати додаткове обладнання, яке виконане у формі захисних бар'єрів для забезпечення фізичного дистанціювання між пасажирами.

**пасажирський транспорт, пандемія Covid-19, інфікування пасажирів**

**Постановка проблеми.** Забезпечення високих показників безпеки пасажирських перевезень є одним з пріоритетних напрямків транспортної галузі в цілому, оскільки право на життя та здоров'я людини лежить в основі державних гарантій їх захисту [1]. В результаті пандемії COVID-19 транспортна система України та світу виявилася однією із найбільш постраждалих галузей економіки через закриття міждержавних кордонів, введенням різного роду обмежень на пересування населення, товарів тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На початку пандемії спричиненої SARS-CoV-2 в країнах Європейського Союзу було зафіксовано відміну близько 90% від усіх авіарейсів, також спостерігалось зниження об'єму пасажирських перевезень індивідуальним транспортом на 60-90% та транспортом загального користування – на 50% [2]. Економічна складова впливу пандемії COVID-19 на пасажирські перевезення автомобільним транспортом полягає у зменшенні прибутку автотранспортного підприємства (АТП) від продажів пасажирських квитків, підвищенням витрат на заходи пов'язані із дезінфекцією транспортних засобів та забезпеченням соціальної дистанції на об'єктах транспортної інфраструктури.

Сьогодні Україна та інші країни світу перебувають на так званому перехідному етапі, що проявляється у адаптації автоперевізних підприємств до оновлених умов діяльності та поступовому відновленні пасажиропотоків після жорсткого локдауну.

**Постановка завдання.** Важливим та актуальним питанням сьогодення являється не лише повернення до показників та об'ємів пасажирських перевезень 2018 - 2019 року, але й прогнозування діяльності світової транспортної сфери після закінчення пандемії спричиненої вірусом SARS-CoV-2, а також пошук шляхів для зниження ризиків інфікування пасажирів у громадському транспорті [3].

**Виклад основного матеріалу.** Відповідно до статистичних даних у січні–вересні 2020р. пасажирообіг підприємств транспорту у внутрішньому та міжнародному сполученні становив 37,1 млрд.пас.км, або 45,6% від обсягу січня–вересня 2019р. Послугами пасажирського транспорту скористалося 1899,1 млн пасажирів, або 60,0% від обсягу січня–вересня 2019р. (рис.1) [4].

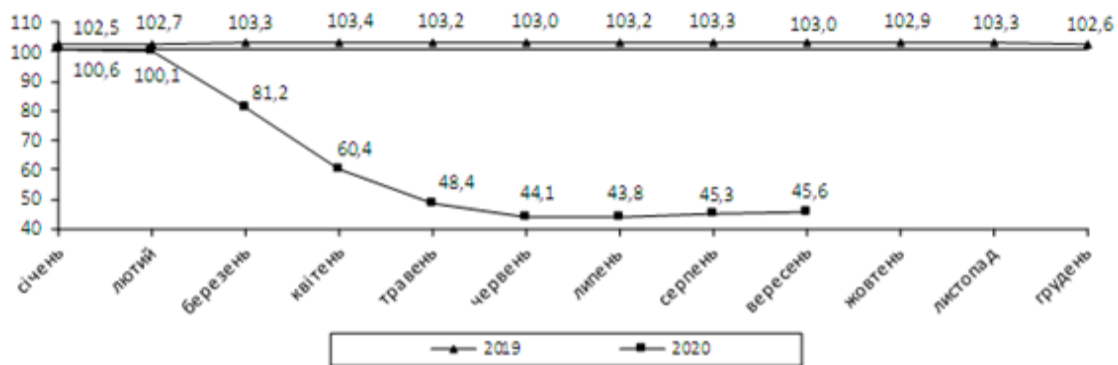


Рисунок 1 – Пасажирообіг підприємств транспорту (у % до відповідного періоду попереднього року, наростаючим підсумком)

Джерело: [4]

Згідно інформації станом на 01.01.2020р. про кількість діючих ліцензій за видами діяльності на право провадження господарської діяльності з міжнародні перевезення пасажирів автомобільним транспортом видано 2502 ліцензії на право виконання міжнародних автобусних рейсів. Детальна інформація про кількість автобусних пасажирських маршрутів, які проходять через автомобільні пропускні пункти України та сусідніх країн та кількість автомобільних пропускних пунктів, через які дозволено проїзд автобусам подана на рис. 2, 3 [5, 6].

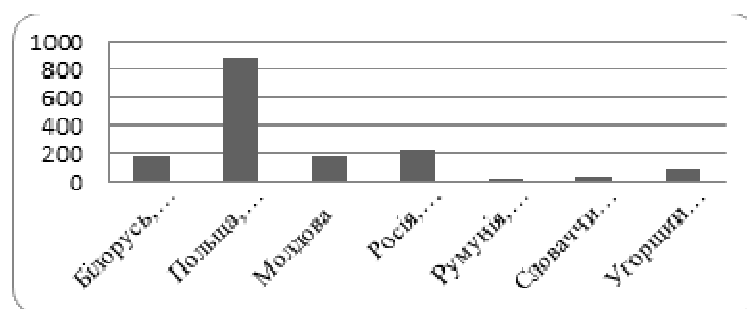


Рисунок 2 – Кількість автобусних пасажирських маршрутів, які проходять через автомобільні пропускні пункти України та сусідніх країн (станом на 25.08.2020)

Джерело: [5]

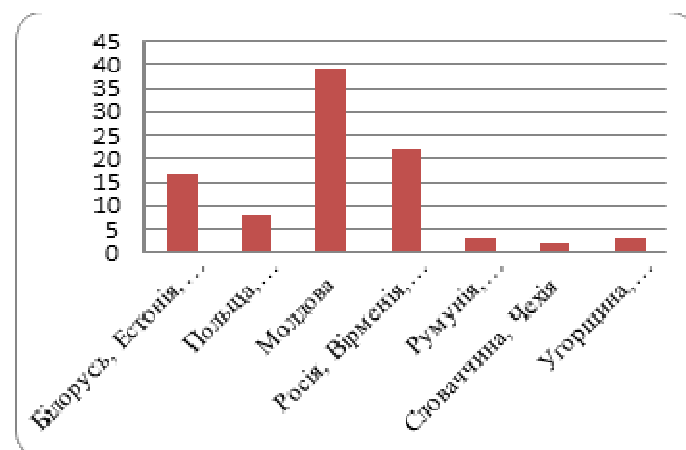
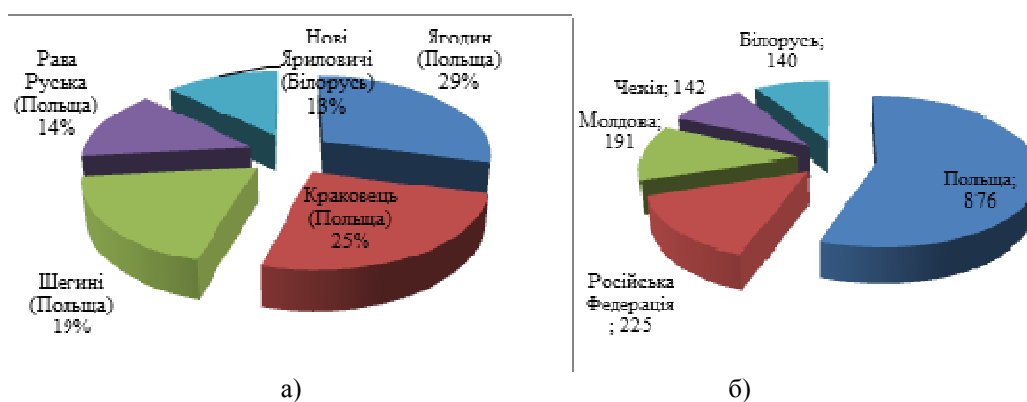


Рисунок 3 – Кількість автомобільних пропускних пунктів, через які дозволено проїзд автобусам

Джерело: [6]

Географічне розташування України в центральній частині Східної Європи на перетинанні транспортних шляхів з Європою в Азію та зі Скандинавських країн у країни Середземноморського регіону зумовлює постійний приріст пасажиропотоку із країнами – сусідами, такими як Республіка Польща, Словацька Республіка, Угорщина, Румунія, Республіка Молдова.

Найбільший кількість пасажирських перевезень та перетинань державного кордону України здійснюється через Україно-Польський кордон. Детальна інформація подана на рис.4.



а) найбільш завантажені АПП на кордоні України; б) країни із найбільшою кількістю автобусних маршрутів з Україною

Рисунок 4 – Статистичні дані Державної прикордонної служби України

Джерело: розроблено авторами

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 20.05.2020 р № 392 «Про встановлення карантину з метою запобігання поширенню на території України гострої респіраторної хвороби COVID-19, спричиненої коронавірусом SARS-CoV-2, та етапів послаблення протиепідемічних заходів» дозволено здійснювати, зокрема, міжнародні перевезення пасажирів автомобільним транспортом. Для виконання міжнародного перевезень пасажирів необхідно, серед іншого, дотримуватися вимог чинних двосторонніх Угод між Україною та країною, до якої або через яку проходить відповідний міжнародний маршрут, а тому необхідно враховувати карантинні обмеження, які введені країнами-сусідами внаслідок кризи, що викликана вірусною хворобою COVID-19 [7].

В свою Чергу Республіка Польща відповідно до рішення Міністрів Республіки Польща № 964 дозволяється перетин державного кордону пасажирським автомобільним транспортом регулярного сполучення в межах 50% від загальної кількості місць для сидіння, передбаченої технічною характеристикою транспортного засобу з дотримання всіх вимог щодо індивідуального захисту.

Згідно даних Адміністрації Державної прикордонної служби України, у 2019 році на кордоні із Республікою Польща в пунктах пропуску для автомобільного та пішохідного сполучення зафіксовано 21,117 млн. фактів перетинання державного кордону особами (на в'їзд – 10,577 млн., на виїзд – 10,54 млн, громадянами України – 18,876 млн, іноземцями та особами без громадянства – 2,241 млн). Детальна інформація подана на рис.5 [8, 9].

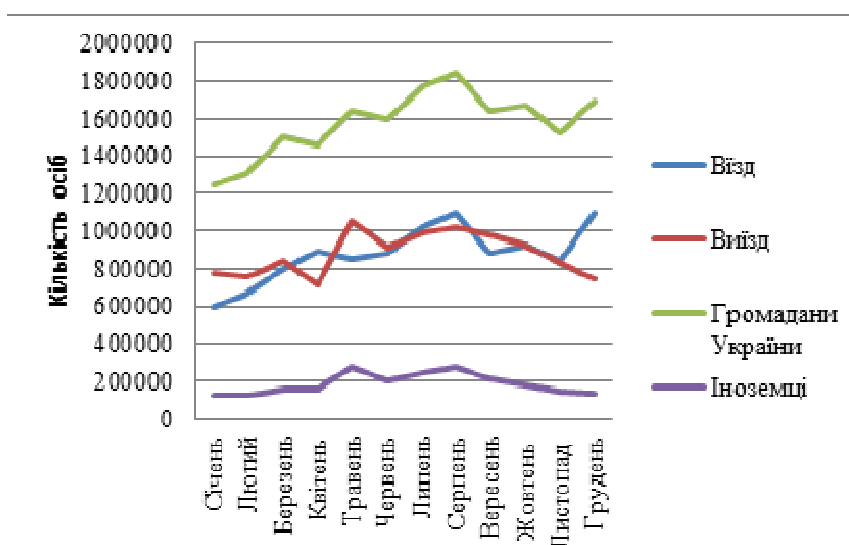


Рисунок 5 – Кількість фактів перетинання державного кордону Україна – Польща за 2019р.  
Джерело: [8, 9]

У січні – вересні 2020 року відповідно до даних Адміністрації Державної прикордонної служби України було зареєстровано 6,327 млн. фактів перетинання державного кордону з Республікою Польща (на в'їзд – 3,061 млн, на виїзд – 3,266 млн, громадянами України – 5,814 млн, іноземцями – 513 тис). Детальна інформація по місяцям 2020 року подана на рис. 6.

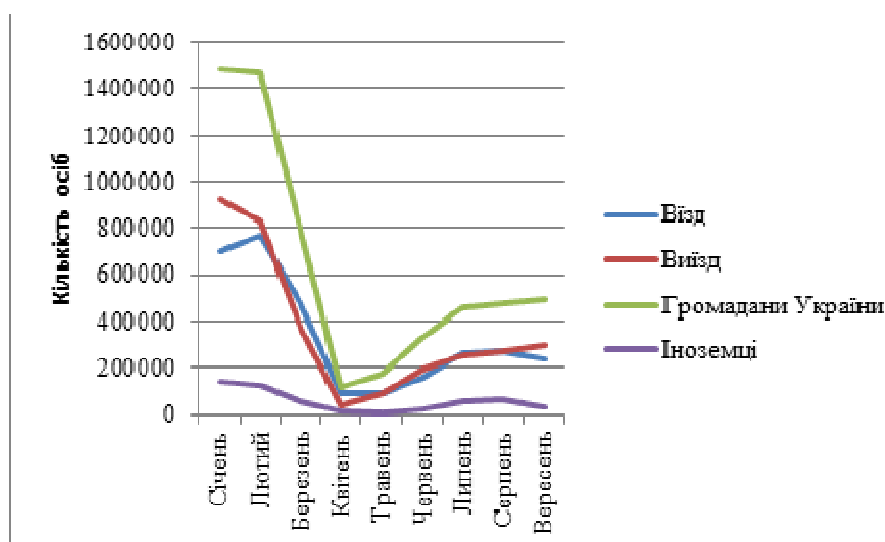


Рисунок 6 – Кількість фактів перетинання державного кордону Україна – Польща за 2020р.  
Джерело: [4]

Проведений аналіз статистичних даних Державної прикордонної служби України за останні роки дозволив спрогнозувати можливий обсяг перетинання державного кордону України з Республікою Польща на 2021 рік (рис. 7).

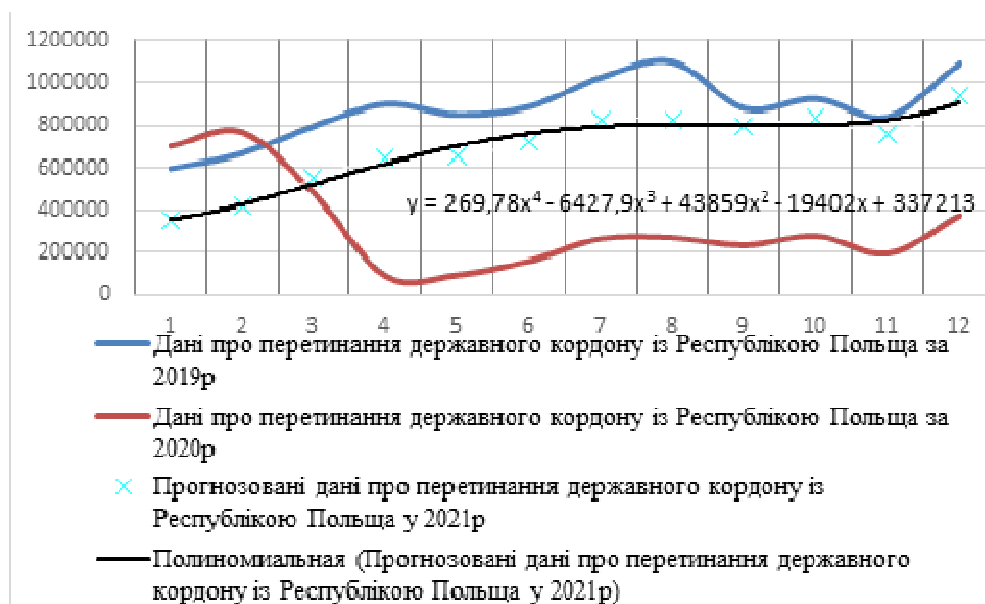


Рисунок 7 – Прогнозовані дані про перетинання державного кордону з республікою Польща на 2021 рік

Джерело: розроблено авторами

Результати, представлені у матеріалах Union Internationale des Transports Publics свідчать про те, що від 20% до 30% з усіх хворих COVID-19 заражаються вірусом у громадському транспорті, оскільки велика кількість пасажирів знаходиться в замкнутому приміщенні на протязі тривалого часу (при міжнародних пасажирських перевезеннях) та не має можливостей для виявлення потенційних носіїв інфекції серед пасажирів.

Для підвищення безпеки та зниження ризику інфікування пасажирів Covid-19 при використанні ними пасажирського транспорту, що прямує за міжнародним сполученням, важливим є забезпечення фізичного дистанціонування між ними. Це можливо досягнути шляхом використання додаткового захисного обладнання у формі захисних бар'єрів, що встановлюється між суміжними сидіннями. Прозорі захисні бар'єри з акрилу є ефективним засобом протидії зараженню вірусними захворюваннями, в т.ч. коронавірусною інфекцією Covid-19.

#### **Висновки:**

1. Міжнародні перевезення пасажирів суттєво скоротилися під час пандемії коронавірусу SARS-CoV-2. Це зумовлено рядом обмежувальних заходів, що були запроваджені урядами країн.

2. Після подолання пандемії існує велика ймовірність того, що населення різних країн буде уникати використання громадського автомобільного транспорту з метою зменшення соціальних контактів. Тому підвищення безпеки пасажирів при міжнародних перевезеннях набуде вагомого значення на шляху отримання прибутків автотранспортними підприємствами.

3. Досягнути підвищений рівень безпеки від інфікування вірусними захворюваннями на автотранспорті можливо досягнути лише шляхом забезпечення фізичного дистанціонування між пасажирами з використанням захисних бар'єрів між суміжними сидіннями. Прозорі захисні бар'єри з акрилу є ефективним засобом протидії зараженню вірусними захворюваннями, в т.ч. коронавірусною інфекцією Covid-19.

#### **Список літератури**

1. В. Муж, О. Цьонь. Правові механізми забезпечення безпеки пасажирських перевезень. *Матеріали XXI наукової конференції Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя*, Тернопіль, 2019. С. 42-43.
2. European Commission (2020). The European Green Deal, COM(2019) 640.
3. Ляшук О.Л., Бодоряк Ю.Д., Шминдюк Ю.А., Цьонь О.П. Стан аварійності на автошляхах України. *Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти: матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції (в авторській редакції), (м. Кривий Ріг, 13 листопада 2020 року)*. Кривий Ріг, 2020. С. 299.
4. Державна служба статистики України. URL: [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/tr.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm). (дата звернення: 08.01.2021)
5. Аулін В.В., Гриньків А.В., Головатий А.О. Інтелектуальні транспортні системи як результат впровадження інноваційних ефективних технологій. *Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 15-17 квітня 2020 р.* Кропивницький: ЦНТУ, 2020. С.207.
6. Yevhen Tkhoruk, Olena Kucher, Mykola Holotiuk, Mykhailo Krystopchuk, Oleg Tson. Modeling of assessment of reliability transport systems. *Proceedings of ICCPT 2019, May 28-29, 2019*. Ternopil. : TNTU, Scientific Publishing House "SciView", 2019. P. 204–210.
7. Міністерство інфраструктури України. URL: <https://mtu.gov.ua/news/31932.html?PrintVersion> (дата звернення: 10.01.2021)
8. Юрій Ярославович Вовк, Олег Петрович Цьонь, Ірина Петрівна Вовк, Роман Андрійович Бігун, Ігор Михайлович Зима. Безпека транспорту в контексті глобальних цілей сталого розвитку 2030: Україна. *Транспортна безпека: правові та організаційні аспекти: матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції (в авторській редакції), (м. Кривий Ріг, 12 листопада 2019 року)*. Кривий Ріг, 2019. С. 346.
9. Аулін В.В., Великодний Д.О., Дьяченко В.О. Оптимізація і управління ресурсами в транспортно-логістичній системі АПК. *Міжвузівський збірник "Наукові нотатки"*. Луцьк: Луцький НТУ, 2018. №62. С.8-11.



## References

1. Muzh, V. & Tson, O. (2019). Pravovi mekhanizmy zabezpechennia bezpeky pasazhyrskykh perevezen. *Materialy XXI naukovoï konferentsii Ternopil'skoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu imeni Ivana Puliuia, Ternopil*. P. 42-43 [in Ukrainian].
2. European Commission (2020). The European Green Deal, COM(2019) 640. [in English].
3. Liashuk, O.L., Bodoriak, Yu.D., Shmyndiuk, Yu.A. & Tson, O.P. (2020). Stan avariinosti na avtoshliakhakh Ukrainy. *Transportna bezpeka: pravovi ta orhanizatsiini aspekty: materialy KhV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (v avtorskii redaktsii), (m. Kryvyi Rih, 13 lystopada 2020 roku)*. Kryvyi Rih. P. 299 [in Ukrainian].
4. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. *www.ukrstat.gov.ua*. Retrieved from [http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu\\_u/tr.htm](http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/tr.htm). [in Ukrainian].
5. Aulin, V.V., Hrynkiv, A.V. & Holovaty, A.O. (2020). Intelektualni transportni systemy yak rezultat vprovadzhennia innovatsiinykh efektyvnykh tekhnolohii [Intelligent transport systems as a result of the introduction of innovative efficient technologies]. Increase of Machine and Equipment Reliability: *materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii - materials of the International scientific-practical conference, (15-17 kvitnia 2020 r.)*. Kropyvnytskyi: TsNTU, P.207 [in Ukrainian].
6. Yevhen Tkhoruk, Olena Kucher, Mykola Holotiuk, Mykhailo Krystopchuk & Oleg Tson. (2019). Modeling of assessment of reliability transport systems. *Proceedings of ICCPT 2019, May 28-29, — Ternopil*. : TNTU, Scientific Publishing House "SciView". P. 204–210. [in English].
7. Ministerstvo infrastruktury Ukrainy [Ministry of Infrastructure of Ukraine]. *mtu.gov.ua*. <https://mtu.gov.ua/news/31932.html?PrintVersion>. [in Ukrainian].
8. Yurii Yaroslavovych Vovk, Oleh Petrovych Tson, Iryna Petrivna Vovk, Roman Andriiovych Bihun & Ihor Mykhailovych Zyma. (2019). Bezpeka transportu v konteksti hlobalnykh tsilei staloho rozvytku 2030: *Ukraina. Transportna bezpeka: pravovi ta orhanizatsiini aspekty: materialy KhIV Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii (v avtorskii redaktsii), (m. Kryvyi Rih, 12 lystopada 2019 roku)*. Kryvyi Rih. S. 346 [in Ukrainian].
9. Aulin, V.V. Velykodnyi, D.O. & Diachenko, V.O. (2018). Optymizatsiia i upravlinnia resursamy v transportno-lohistychnii systemi APK [Optimization and management of resources in the transport and logistics system of agro-industrial complex]. *Mizhvuzivskyi zbirnyk "Naukovi notatky" - Interuniversity collection "Scientific Notes"*. Lutsk: Lutskiy NTU. 62. 8-11 [in Ukrainian].

**Viktor Aulin**, Prof., DSc.

*Central Ukrainian National Technical University, Kropyvnytskyi, Ukraine*

**Mykhailo Krystopchuk**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

*National University of Water and Environmental Engineering, Rivne, Ukraine*

**Oleg Tson**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Mykola Stashkiv**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Mariia Babii**, PhD tech. sci.

*Ternopil Ivan Puluji National Technical University, Ternopil, Ukraine*

**Yurii Bodoriak**

*Research Forensic Center of the Ministry of Internal Affairs of Ukraine, Ternopil, Ukraine*

### **The Global Crisis of Covid-19 and Its Impact on Population Mobility**

An important and relevant issue today is not only the return to the indicators and volumes of passenger traffic in 2018-2019, but also forecasting the activities of the world transport sector after the SARS-CoV-2 virus pandemic, as well as finding ways to reduce the risk of passenger infection in public transport.

The impact of the pandemic caused by the SARS-CoV-2 virus on the transport industry of Ukraine and the world as a whole has been studied. It was found that at the beginning of the Covid-19 pandemic, about 90% of all flights to the European Union were recorded in the European Union, as well as a decrease in passenger traffic by individual and 60-90% and public transport - by 50%. The statistical data of the Administration of the State Border Guard Service of Ukraine for 2019-2020 on the facts of crossing the state border of Ukraine with the Republic of Poland are analyzed and a significant decrease in passenger traffic in 2020 is established.

It is proposed to use additional equipment, which is made in the form of protective barriers to ensure physical distance between passengers, to increase safety and reduce the risk of infection of Covid-19 passengers when using internationally transported passenger vehicles.

**passenger transport, Covid-19 pandemic, infection of passengers.**

*Одержано (Received) 01.04.2021*

*Прорецензовано (Reviewed) 21.04.2021*

*Прийнято до друку (Approved) 26.04.2021*