

Національний транспортний університет
Міністерства освіти і науки України

Національний транспортний університет
Міністерства освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЛУЖАНСЬКА НАТАЛІЯ ОЛЕКСАНДРІВНА

УДК 656.073.51

ДИСЕРТАЦІЯ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ВАНТАЖНИХ МИТНИХ КОМПЛЕКСІВ

05.22.01 – транспортні системи
27 – Транспорт

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших
авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Н. О. Лужанська

Науковий керівник –
Лебідь Ірина Георгіївна
кандидат технічних наук,
доцент

Ідентичність усіх примірників дисертації
Засвідчую
Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.059.02
_____ О. Ю. Усиченко

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Лужанська Н.О. Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи» (275 – Транспортні технології (на автомобільному транспорті)). – Національний транспортний університет Міністерства освіти і науки України, Київ, 2021.

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливого науково-практичного завдання підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів за рахунок розробки імітаційної моделі функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга, і методу визначення еталонного вантажного митного комплексу при виконанні міжнародних вантажних автомобільних перевезень з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг шляхом комплексного митно-логістичного обслуговування.

У **вступі** відображені сутність, значимість і актуальність вирішення задачі підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів. Сформульовано мету і задачі дослідження, наведено основні наукові результати, показано практичне значення отриманих результатів та напрямки їх впровадження, наведено інформацію щодо апробації результатів дослідження.

У **першому розділі** дисертаційної роботи виконано аналіз ринку митно-логістичних послуг в Україні та світі. Розвиток митно-логістичної інфраструктури передбачає застосування досконалих методів доставки товарів, чіткого дотримання митного законодавства з боку усіх учасників транспортного процесу та сприяння державних органів влади у формуванні позитивного іміджу країни на міжнародному ринку торгівлі і послуг. Але, на сьогоднішній день Україна має безліч недоліків, які значно знижують рівень довіри до країни, як до бізнес-партнера. Досліджено шляхи удосконалення діяльності суб'єктів ринку транспортних послуг при здійсненні

зовнішньоторговельних операцій. Підтверджено необхідність розробки раціональних стратегій митно-логістичного обслуговування, основним елементом яких є вибір типів логістичних ланцюгів для організації співпраці, що включає до своєї структури, зокрема, вантажний митний комплекс.

Розглянуто найпоширеніші типи логістичних ланцюгів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень до структури яких належать вантажовідправники, експедитори, перевізники, транспортно-експедиторські підприємства, митно-брокерські підприємства, складські комплекси, вантажні митні комплекси, пункти пропуску, митні агенції, логістичні центри, вантажоодержувачі та ряд інших суб'єктів ринку транспортних послуг, що залучаються до транспортного процесу в конкретних умовах реалізації. Проведено аналіз діяльності вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга. Перевагами залучення об'єкту інфраструктури до виконання зовнішньоторговельних операцій є: інтеграція ланок логістичного ланцюга у єдину систему обслуговування, що забезпечує ефективне управління вантажопотоками; забезпечення взаємодії митних органів з суб'єктами підприємницької діяльності; комплексне митно-логістичне обслуговування зовнішньоторговельних вантажів; мінімізація витрат на транспортні послуги; зменшення кількості логістичних посередників; скорочення часу на виконання митних формальностей. В свою чергу ефективність функціонування логістичних ланцюгів визначається суб'єктами ринку транспортних послуг за критеріями: тривалість, вартість, якість і надійність.

У **другому розділі** на основі кластерного аналізу виконано дослідження зовнішньоекономічного потенціалу України з використанням даних про попит на митно-логістичні послуги та показників, що свідчать про рівень економічного розвитку окремого регіону. Отримані, в результаті аналізу, данні дозволяють розробляти рекомендації для взаємодії митних органів України з об'єктами інфраструктури та стейкхолдерами митно-логістичних послуг.

Проаналізовано поведінкові стратегії суб'єктів ринку транспортних послуг. За результатами досліджень встановлено, що для вітчизняного ринку характерним є стрімкий перехід від стратегій, орієнтованих на вартість послуг, до розуміння потреб у якісному обслуговуванні з високим ступенем надійності. Суттєвим недоліком сучасного ринку транспортних послуг є те, що за рахунок обмеженості в ресурсах, більшість приватних підприємств не в змозі забезпечити відповідну якість та надійність обслуговування на рівні європейських стандартів організації зовнішньоторговельних організацій. Здебільшого, основною причиною таких результатів є значна кількість учасників транспортного процесу, що мають між собою складні організаційні зв'язки.

Поряд з цим, ситуація на ринку свідчить про доцільність здійснення комплексного митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі в умовах розвитку торгівельного потенціалу України та з метою задоволення потреб стейкхолдерів. Але все частіше виникає питання: до послуг якого вантажного митного комплексу слід звертатися, оскільки вони відрізняються за своїм технічним, технологічним та організаційним забезпеченням. Для вирішення даної задачі було розроблено метод вибору еталонного вантажного митного комплексу, що полягає у дослідженні та порівнянні техніко-експлуатаційних показників об'єктів митно-логістичної інфраструктури із аналогічними показниками еталонного вантажного митного комплексу, з метою оцінки можливостей співпраці. Оцінка діяльності об'єкту інфраструктури визначається інтегральним показником багатокритеріальної оцінки за групами чинників шляхом зіставлення узагальненого показника ефективності для еталонного вантажного митного комплексу з узагальненим показником вантажного митного комплексу, що оцінюється.

У **третьому розділі** представлено імітаційну модель вибору оптимального логістичного ланцюга, ланкою якого є вантажний митний комплекс. В процесі збору статистичних даних для розробки імітаційної

моделі логістичного ланцюга досліджувалися наступні складові: середній час виконання робіт i -ю ланкою логістичного ланцюга, хв.; загальний час виконання доставки товарів за різними логістичними ланцюгами, хв.

В процесі збору статистики для імітаційного моделювання функціонування вантажного митного комплексу враховувалися характеристики, серед яких: середня довжини черг; час простою транспортних засобів у чергах на обслуговування, хв.; коефіцієнти завантаження обслуговуючих пристроїв; частка транспортних засобів, що обслуговуються без простою у чергах, %. В якості обслуговуючих пристроїв при моделюванні розглядалися: митний інспектор; стоянка в зоні митного контролю; стоянка для затриманих ТЗ; комерційний склад; митний склад; склад тимчасового зберігання.

Досліджувалися процеси функціонування об'єкту інфраструктури було розглянуто за умови митного оформлення експорту і імпорту вантажів, комплексному митно-логістичному обслуговуванню, розміщенню вантажів на митний склад і склад тимчасового зберігання. Апробація імітаційної моделі виконувалася на вантажному митному комплексі, що функціонує в Київській області. Результати моделювання середнього часу перебування транспортних засобів на вантажному митному комплексі при здійсненні операцій з митно-логістичного обслуговування. На основі результатів моделювання вантажного митного комплексу, визначено основні показники результатів моделювання і розраховано тривалість простою транспортних засобів в чергах на обслуговування.

У **четвертому розділі** наведено результати оцінки надійності логістичних ланцюгів різних типів та вантажного митного комплексу. Надійність логістичного ланцюга пов'язана зі своєчасністю виконання митно-логістичних послуг: митного оформлення експорту та імпорту товарів; розміщення товарів на митному складі та складі тимчасового зберігання вантажного митного комплексу; комплексного митно-логістичного обслуговування.

Для оцінки надійності логістичного ланцюга та вантажного митного комплексу було використано розроблену в GPSS імітаційну модель, що представляє собою машинну реалізацію методу статистичних випробувань і дозволяє вирішувати завдання не тільки аналізу (оцінки варіантів структури логістичного ланцюга та вантажного митного комплексу), а й синтезу, коли існує потреба у створенні системи з заданими характеристиками надійності при певних обмеженнях, які є оптимальними за обраними критеріями оцінки ефективності. Обробка результатів моделювання проводилася по обмеженому числу реалізацій випадкового процесу, при цьому мінімальний обсяг випробувань визначався умовою отримання заданої точності та достовірності.

За допомогою імітаційної моделі визначено: надійність функціонування логістичного ланцюга та вантажного митного комплексу, як в цілому, так і окремих їх елементів; структуру логістичного ланцюга з оптимальними характеристиками надійності при певних обмеженнях. Розроблена імітаційна модель дозволяє суб'єктам ринку транспортних послуг здійснювати організацію і планування зовнішньоторговельних операцій з урахуванням необхідних показників ефективності, що висуваються до вантажних митних комплексів, та матимуть вплив на формування структури логістичних ланцюгів.

Результати дисертаційного дослідження впроваджені на підприємствах, що займаються міжнародними вантажними автомобільними перевезеннями та виконують митні формальності при їх здійсненні. Матеріали роботи були впроваджені у навчальний процес при викладанні курсів «Митна інфраструктура», «Митний контроль» та «Транспортно-експедиторська діяльність при виконанні міжнародних перевезень», а також при виконанні бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт.

Ключові слова: вантажний митний комплекс; логістичний ланцюг; надійність, якість обслуговування; митно-логістична інфраструктура; комплексне обслуговування.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати
дисертації:**

**Публікації у виданнях іноземних держав або у виданнях України,
які включені до міжнародних наукових баз:**

1. Luzhanska N., Lebid I., Kravchenya I. Evaluation of the freight forwarding company's staffing efficiency. *Modern engineering and innovative technologies: Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien*. 2020. № 13 (2). P. 94-98. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-13-02-063

2. Luzhanska N.O., Kravcheniia I.M., Lebid I.H. Methodology for the multi-criteria efficiency assessment of cargo customs complexes. *World Science*. 2021. № 1 (66). P. 65-69.

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122020/7278

3. Prokudin G., Lebid I., Luzhanska N., Chupaylenko O. Logistics approach to the organization of unbalanced freight transportation in transport networks. *Transport Means 2020*. (Scopus) ISSN: 2351-7034. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221233233>

Публікації у фахових виданнях України:

4. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2010. Вип. 8. С. 162-165.

5. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності вантажних митних комплексів як ланки логістичного ланцюга. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 21, Ч. 2. С. 158-160.

6. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Оцінка діяльності вантажних митних комплексів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип. 26, Ч. 2. С. 181-185.

7. Лужанська Н. О., Лебідь Є. М. Роль кластерного підходу в митно-логістичній діяльності України. *Вісник Академії митної служби України. Сер. Технічні науки*. 2015. № 1 (53). С. 162-165.

8. Luzhanska N. Multicriteria Assessment of the Efficiency of Transport and Customs Infrastructure Facilities. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 1 (78). P. 70-76. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.1.13658>

9. N. Luzhanska, Kotsiuk O., Lebid I. Technical support for freight customs complex operation. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 2 (250). С. 7-11.

10. Luzhanska N., Kotsiuk O., Lebid I., Kravchenya I., Demchenko Ye. The influence of customs and logistics service efficiency on cargo delivery time. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 3 (80). P. 78-91. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.80.14277>

11. Luzhanska N. Simulation and optimization of freight customs complexes based on queueing systems. *Transport systems and transportation technologies*. 2020. №19. С. 37-42. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2020/208693>

12. Luzhanska N., Lebid I., Kravchenya I. Cluster analysis application in the evaluation of the foreign economic potential of Ukraine`s regions. *Systems and Technologies*. 2020. № 1(59). P. 92-103. DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-6643-2020.1-59.4>

Монографії:

13. Лужанська Н. О. Сучасні тенденції логістичного управління діяльністю вантажних митних комплексів. *Бізнес-моделі розвитку транспортних, агропромислових і інших підприємницьких структур: сучасні реалії та перспективи*: монографія з міжнародною участю / за ред. Л. М. Савчук, Л. М. Бандоріної. Дніпро, 2018. С. 92-99.

Опубліковані наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

14. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Методичні основи оптимізації кількості вантажних митних комплексів. *Перспективи розвитку*

інформаційних та транспортно-митних технологій у митній справі, зовнішньоекономічній діяльності та управлінні організаціями: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2 грудня 2011 р. Дніпропетровськ : АМСУ, 2011. С. 292-294.

15. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Оцінка показників ефективності функціонування об'єктів митно-логістичної інфраструктури. *LXX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей. К. : НТУ, 2014. С. 241.*

16. Лужанська Н. О. Економічне підґрунтя діяльності вантажних митних комплексів. *Митна політика та актуальні проблеми економічної безпеки України (управлінські, фінансово-економічні, правові, інформаційно-технічні, гуманітарні аспекти): матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. 20 квітня 2017 р. Дніпро : Університет митної справи та фінансів, 2017. С. 105-107.*

17. Luzhanska N., Lebid I. Ways of improving objects transport and customs infrastructure. *Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects: theses of international scientific conference. 03-12 May 2017. Dresden (Germany) – Paris (France). P. 113-115.*

18. Лужанська Н. О. Розробка проектних рішень оптимізації технологічних процесів обробки вантажопотоків на території вантажних митних комплексів. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей. К. : НТУ, 2018. С. 292.*

19. Luzhanska N. O., Lebid I.H., Kravchenya I.N., DemchenkoYe.B., Shchelkunov A.V. Supply chain reliability improvement using the services of freight customs complexes. *Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience: International scientific and practical conference. 27-28 September 2019. Wloclawek, Republic of Poland, 2019. P. 168-171.*

20. Лужанская Н. А., Лебедь И. Г., Кравченя И. Н., Демченко Е.Б. Оптимизация работы грузового таможенного комплекса на основе имитационного моделирования. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту: збірник наукових праць по матеріалах XII міжнародної науково-практичної конференції. 21-23 жовтня 2019 р. Вінниця : ВНТУ, 2019. С. 109-111.*

21. Лужанская Н.А. Роль грузовых таможенных комплексов во внешнеторговом потенциале Украины *Транспорт в интеграционных процессах мировой экономики: материалы международной научно-практической онлайн-конференции. 24 апреля 2020 г. Гомель : БелГУТ, 2020. С. 143-144.*

Опубліковані наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

22. Luzhanska N. Impact of the Cargo Customs Complex Efficiency on the Supply Chain Reliability. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*. 2020. № 1 (5). P. 96-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.14254/jsdtl.2020.5-1.9>

23. Luzhanska N. Influence of the client-oriented approach on logistics chain formation involving a freight customs complex. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*. 2020. № 8 (2-2020). P. 8-14.

24. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 0280120820. Науковий твір «Execution algorithm of customs and logistics services on the territory of freight customs complexes» / Н. О. Лужанська. № 98918; зареєстровано 12.08.20 ; опубл. 30.09.20, Бюл. № 60.

25. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 0292120820. Науковий твір «Technique of determining the foreign economic potential of Ukrainian regions using methods of cluster analysis» / Н. О. Лужанська, І. М. Кравченя, І. Г. Лебідь. № 98921; зареєстровано 12.08.20 ; опубл. 30.09.20, Бюл. № 60.

26. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір CR0072070920. Науковий твір «Technique of research and work optimization of freight customs complexes using software and technological complex of simulation modeling» / Н. О. Лужанська. № 99496; зареєстровано 04.09.20 ; опубл. 30.11.20, Бюл. № 61

SUMMARY

Luzhanska N. O. Improvement of Operational Efficiency of Cargo Customs Complexes. – Research manuscript protected by copyright.

Thesis for a Candidate Degree in Engineering Science. Specialty 05.22.01 – Transport Systems (275 – Transport Technologies (Motor Transport)). – National Transport University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kyiv, 2021.

The thesis is concerned with a solution of an important research and practice problem of the improvement of cargo customs complexes' operating efficiency by means of simulation model development representing a cargo customs complex's operation as a link of a logistics chain, and a method for determination of a benchmark cargo customs complex in international motor freight transportation through comprehensive customs and logistics services taking into account the interests of transport service market entities through comprehensive customs and logistics services.

The **introduction** reflects the essence, significance and relevance of solving the problem of improving cargo customs complexes' operating efficiency. The authors set out the aim and objectives of the research; give an outline of the main scientific results; show the practical value of the obtained findings and the directions of their application, give the information on the approbation of the research results.

The first section of the dissertation analyses the market for customs and logistics services in Ukraine and in the world. The development of customs and logistics infrastructure involves the use of advanced product shipment methods, strict compliance with customs legislation by all transportation process participants

and the promotion of the country's positive image in the international trade and service market by public authorities. However, Ukraine currently has many shortcomings significantly reducing the level of confidence in the country as a reliable business partner.

The paper investigates the ways of improving transport service market entities' activities in performing foreign trade operations. The research substantiates the need to develop rational strategies for customs and logistics servicing, with the choice of logistics chain types for the organization of cooperation including, in particular, a cargo customs complex as its structural element at its core.

The thesis considers the most common types of logistics chains in international motor freight transportation. Their structural elements include consigners, freight forwarders, carriers, freight forwarding companies, customs brokerage companies, storage facilities, cargo customs complexes, checkpoints, customs agencies, logistics centers, consignees and some other actors in the transport service market involved in the transport process in specific conditions of its realization

The study analyses a cargo customs complex's operation as a link of a logistic chain. The advantages of its integration as a link in the logistics chain are the following: integration of the links in a logistics chain into a single service system providing effective cargo flow management; ensuring the interaction of customs authorities with business entities; comprehensive servicing of foreign trade cargo; transport and logistics service cost minimization; reducing the number of logistics intermediaries; reduction in time for the attendance of customs formalities. In turn, the efficiency of logistics chains is determined by transport service market entities based on the following criteria: duration, costs, quality and reliability.

In the **second section**, based on the cluster analysis, the authors study Ukraine's foreign economic potential using data on demand for customs and logistics services and indicators showing an economic development level of a

particular region. The data obtained in the analysis allow working out recommendations for the interaction of the Ukrainian customs authorities with infrastructure facilities and stakeholders of customs and logistics services.

The research analyses transport service market entities' behavioral strategies. According to the obtained findings, it is established that the domestic market is characterized by a rapid transition from strategies focused on the cost of service to understanding the need for highly reliable and quality service.

A significant drawback of the modern transport service market is that, due to resource scarcity, most private enterprises are unable to provide adequate quality and reliability of service at the level of European foreign trade organization standards. For the most part, the main reason for such results is the large number of transport process participants connected with complex organizational ties.

At the same time, the market situation indicates the feasibility of comprehensive customs and logistics servicing at the cargo customs complex in the conditions of Ukraine's trade potential development to meet stakeholders' needs. But there increasingly arises a question of what cargo customs complex to use because they differ in their technical, technological and organizational support.

To solve this problem, we develop a method of selecting a benchmark cargo customs complex. It implies the study and comparison of technical and operational indicators of customs and logistics infrastructure facilities with the analogous indicators of the benchmark cargo customs complex in order to assess cooperation possibilities.

The evaluation of an infrastructure facility's operation is determined as an integrated indicator of multi-criteria assessment by the groups of factors by comparing the generalized efficiency indicator for the benchmark cargo customs complex with the generalized indicator of the evaluated cargo customs complex.

The **third section** presents a simulation model for selecting an optimal logistics chain with a cargo customs complex as its link. In the process of statistical data collection for the development of the logistics chain simulation model, we investigate the following components: average time of work

performance by the i link in the logistics chain, min; total shipping time by different logistics chains, min.

In the process of collecting statistics for simulation of the cargo customs complex's operation, we take into account the following characteristics: average length of queues, downtime for vehicles in the queue to get customs and logistics servicing, min.; load factors of service devices; the share of vehicles serviced without downtime in queues, %. In the simulation, as service devices we consider the following: a customs inspector, parking in the customs control zone, parking for detained vehicles, a commercial warehouse; a customs warehouse; a temporary storage warehouse.

The paper investigates the processes of infrastructure facility's operation under the condition of export and import customs clearance, comprehensive customs and logistic servicing, and placement of cargoes at a customs warehouse and a temporary storage warehouse.

We have performed the approbation of the simulation model at a cargo customs complex operating in the Kyiv region presenting the modeling results of the average duration of stay of vehicles at the cargo customs complex for customs and logistic servicing.

Based on the modeling results of the cargo customs complex, we determine the main indicators of the modeling results and calculate the downtime of vehicles in service queues.

The **fourth section** presents the results of assessing the reliability of logistics chains of different types and a cargo customs complex. Logistics chain reliability is associated with the timeliness of customs and logistics servicing: export and import customs clearance; placement of goods at the customs warehouse and the temporary storage warehouse of the cargo customs complex; comprehensive customs and logistics services.

To assess the reliability of a logistics chain and a cargo customs complex, we use a simulation model developed in GPSS. It is a machine implementation of the statistical testing method and allows to solve problems connected not only with

the analysis (evaluation of a logistics chain and cargo customs complex structure), but also with synthesis, where there is a need to create a system with specified reliability characteristics under certain restrictions that are optimal according to the selected efficiency evaluation criteria.

Processing of the simulation results is carried out on the limited number of random-process realizations with the minimum scope of tests as a condition ensuring given accuracy and reliability.

Based on the simulation model, we determine the operating reliability of the logistics chain and cargo customs complex, both as a whole and of their individual elements; the structure of the logistics chain with optimal reliability characteristics under certain restrictions. The developed simulation model allows transport market entities to organize and plan foreign trade operations taking into account the appropriate efficiency indicators required for cargo customs complexes and affecting the formation of the structure of logistics chains.

The thesis findings are implemented at enterprises specializing in international motor freight transportation and the completion of required customs formalities. The materials of the research are introduced into the educational process when teaching courses «Customs Infrastructure», «Customs Control» and «Freight Forwarding Activities in International Transportation», as well as in bachelor's and master's qualification research papers.

Keywords: cargo customs complex; logistics chain; reliability; service quality; customs and logistics infrastructure; comprehensive service.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Публікації у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукових баз:

1. Luzhanska N., Lebid I., Kravchenya I. Evaluation of the freight forwarding company's staffing efficiency. *Modern engineering and innovative*

technologies: Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien. 2020. № 13 (2). P. 94-98. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-13-02-063

2. Luzhanska N.O., Kravcheniia I.M., Lebid I.H. Methodology for the multi-criteria efficiency assessment of cargo customs complexes. *World Science*. 2021. № 1 (66). P. 65-69.

DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122020/7278

3. Prokudin G., Lebid I., Luzhanska N., Chupaylenko O. Logistics approach to the organization of unbalanced freight transportation in transport networks. *Transport Means* 2020. (Scopus) ISSN: 2351-7034. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221233233>

Публікації у фахових виданнях України:

4. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2010. Вип. 8. С. 162-165.

5. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності вантажних митних комплексів як ланки логістичного ланцюга. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 21, Ч. 2. С. 158-160.

6. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Оцінка діяльності вантажних митних комплексів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип. 26, Ч. 2. С. 181-185.

7. Лужанська Н. О., Лебідь Є. М. Роль кластерного підходу в митно-логістичній діяльності України. *Вісник Академії митної служби України. Сер. Технічні науки*. 2015. № 1 (53). С. 162-165.

8. Luzhanska N. Multicriteria Assessment of the Efficiency of Transport and Customs Infrastructure Facilities. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 1 (78). P. 70-76. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.1.13658>

9. N. Luzhanska, Kotsiuk O., Lebid I. Technical support for freight customs complex operation. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 2 (250). С. 7-11.

10. Luzhanska N., Kotsiuk O., Lebid I., Kravchenya I., Demchenko Ye. The influence of customs and logistics service efficiency on cargo delivery time. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 3 (80). P. 78-91. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.80.14277>

11. Luzhanska N. Simulation and optimization of freight customs complexes based on queueing systems. *Transport systems and transportation technologies*. 2020. №19. С. 37-42. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2020/208693>

12. Luzhanska N., Lebid I., Kravchenya I. Cluster analysis application in the evaluation of the foreign economic potential of Ukraine`s regions. *Systems and Technologies*. 2020. № 1(59). P. 92-103. DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-6643-2020.1-59.4>

Монографії:

13. Лужанська Н. О. Сучасні тенденції логістичного управління діяльністю вантажних митних комплексів. *Бізнес-моделі розвитку транспортних, агропромислових і інших підприємницьких структур: сучасні реалії та перспективи*: монографія з міжнародною участю / за ред. Л. М. Савчук, Л. М. Бандоріної. Дніпро, 2018. С. 92-99.

Опубліковані наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

14. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Методичні основи оптимізації кількості вантажних митних комплексів. *Перспективи розвитку інформаційних та транспортно-митних технологій у митній справі, зовнішньоекономічній діяльності та управлінні організаціями*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2 грудня 2011 р. Дніпропетровськ : АМСУ, 2011. С. 292-294.

15. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Оцінка показників ефективності функціонування об'єктів митно-логістичної інфраструктури. *LXX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та*

співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей. К. : НТУ, 2014. С. 241.

16. Лужанська Н. О. Економічне підґрунтя діяльності вантажних митних комплексів. *Митна політика та актуальні проблеми економічної безпеки України (управлінські, фінансово-економічні, правові, інформаційно-технічні, гуманітарні аспекти)*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. 20 квітня 2017 р. Дніпро : Університет митної справи та фінансів, 2017. С. 105-107.

17. Luzhanska N., Lebid I. Ways of improving objects transport and customs infrastructure. *Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects*: theses of international scientific conference. 03-12 May 2017. Dresden (Germany) – Paris (France). P. 113-115.

18. Лужанська Н. О. Розробка проектних рішень оптимізації технологічних процесів обробки вантажопотоків на території вантажних митних комплексів. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доповідей. К. : НТУ, 2018. С. 292.

19. Luzhanska N. O., Lebid I.H., Kravchenya I.N., DemchenkoYe.B., Shchelkunov A.V. Supply chain reliability improvement using the services of freight customs complexes. *Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience*: International scientific and practical conference. 27-28 September 2019. Wloclawek, Republic of Poland, 2019. P. 168-171.

20. Лужанская Н. А., Лебедь И. Г., Кравченя И. Н., Демченко Е.Б. Оптимизация работы грузового таможенного комплекса на основе имитационного моделирования. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту*: збірник наукових праць по матеріалах XII міжнародної науково-практичної конференції. 21-23 жовтня 2019 р. Вінниця : ВНТУ, 2019. С. 109-111.

21. Лужанская Н.А. Роль грузовых таможенных комплексов во внешнеторговом потенциале Украины *Транспорт в интеграционных процессах мировой экономики*: материалы международной научно-практической онлайн-конференции. 24 апреля 2020 г. Гомель : БелГУТ, 2020. С. 143-144.

Опубліковані наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

22. Luzhanska N. Impact of the Cargo Customs Complex Efficiency on the Supply Chain Reliability. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*. 2020. № 1 (5). P. 96-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.14254/jsdtl.2020.5-1.9>

23. Luzhanska N. Influence of the client-oriented approach on logistics chain formation involving a freight customs complex. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*. 2020. № 8 (2-2020). P. 8-14.

24. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 0280120820. Науковий твір «Execution algorithm of customs and logistics services on the territory of freight customs complexes» / Н. О. Лужанська. № 98918; зареєстровано 12.08.20 ; опубл. 30.09.20, Бюл. № 60.

25. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 0292120820. Науковий твір «Technique of determining the foreign economic potential of Ukrainian regions using methods of cluster analysis» / Н. О. Лужанська, І. М. Кравченя, І. Г. Лебідь. № 98921; зареєстровано 12.08.20 ; опубл. 30.09.20, Бюл. № 60.

26. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір CR0072070920. Науковий твір «Technique of research and work optimization of freight customs complexes using software and technological complex of simulation modeling» / Н. О. Лужанська. № 99496; зареєстровано 04.09.20 ; опубл. 30.11.20, Бюл. № 61

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	22
ВСТУП	23
РОЗДІЛ 1	30
АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНИХ МИТНИХ КОМПЛЕКСІВ	
1.1 Оцінка попиту на митно-логістичні послуги	30
1.2 Оцінка сучасного стану митно-логістичного обслуговування в Україні та світі	39
1.3 Обґрунтування доцільності застосування вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень	45
1.4 Аналіз діяльності вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга	49
1.5 Обґрунтування критеріїв ефективності діяльності вантажних митних комплексів	52
1.6 Задачі дослідження	58
Висновки до розділу 1	59
РОЗДІЛ 2	61
ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНОГО МИТНОГО КОМПЛЕКСУ, ЯК ЛАНКИ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА	
2.1 Застосування кластерного аналізу для визначення попиту на митно-логістичні послуги за регіонами України	61
2.2 Оцінка доцільності застосування послуг вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних перевезень автомобільним транспортом	71
2.3 Обґрунтування критеріїв ефективності функціонування вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга	77
2.4 Технологія виконання митно-логістичного обслуговування на вантажних митних комплексах	80
2.5 Метод визначення еталонного вантажного митного комплексу з урахуванням інтересів стейкхолдерів	92
2.4 Вплив ефективності роботи вантажного митного комплексу на надійність ланцюга постачань	97
2.5 Висновки до розділу 2	103

	21
РОЗДІЛ 3	105
ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВАНТАЖНОГО МИТНОГО КОМПЛЕКСУ ЯК ЛАНКИ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА	
3.1 Постановка задачі імітаційного моделювання	105
3.2 Формулювання математичної моделі	107
3.3 Імітаційна модель функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга	113
3.3.1 Розробка імітаційної моделі в GPSS World	113
3.3.2 Випробування імітаційної моделі функціонування вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга	116
3.3.3 Дослідження властивостей імітаційної моделі	118
3.3.4 Оцінка результатів моделювання	122
3.4 Апробація імітаційної моделі	125
3.5 Висновки до розділу 3	140
РОЗДІЛ 4	142
ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МІЖНАРОДНИХ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ СПІВПРАЦІ З ВАНТАЖНИМИ МИТНИМИ КОМПЛЕКСАМИ	
4.1 Оцінка надійності логістичного ланцюга при виконанні митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі методом статистичних випробувань	142
4.2 Оцінка ефективності роботи вантажного митного комплексу	153
4.3 Висновки до розділу 4	162
ВИСНОВКИ	164
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	167
ДОДАТКИ	187

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВМК	– вантажний митний комплекс;
ЛЛ	– логістичний ланцюг;
ТЗ	– транспортний засіб;
ВВ	– вантажовідправник;
ВО	– вантажоодержувач;
Е	– експедитор;
П	– перевізник;
ТЕП	– транспортно-експедиторське підприємство;
МБ	– митно-брокерське підприємство;
С	– складський комплекс;
ПП	– пункт пропуску;
МА	– митна агенція;
ЛЦ	– логістичний центр;
ІМ	– імітаційна модель;
МОЕ	– митне оформлення при експорті вантажів;
МОІ	– митне оформлення при імпорті вантажів;
КО	– комплексне митно-логістичне обслуговування;
МС	– митний склад;
СТЗ	– склад тимчасового зберігання;
LPI	– індекс ефективності логістики;
ЗЕД	– зовнішньоекономічна діяльність;
ЗТО	– зовнішньоторговельна операція;
GPSS	– General Purpose Simulation System;
СМО	– система масового обслуговування.

ВСТУП

Актуальність теми. В умовах конкурентної боротьби на ринку транспортних послуг важливе місце займає пошук раціональних шляхів транспортного обслуговування, обґрунтування транспортно-технологічних схем доставки вантажів, впровадження прогресивних форм і методів організації процесу перевезень та надання супутніх послуг, удосконалення діючих та розробка перспективних технологій організації транспортного процесу. Доставка вантажів у міжнародному сполученні може здійснюватися самостійно вантажовласником або із залученням посередників, що об'єднуються в логістичний ланцюг (ЛЛ). Сучасний ринок характеризується широким різноманіттям не тільки кількості суб'єктів ринку транспортних послуг, які виконують однакову з точки зору функціонального навантаження роботу, а й значною кількістю форм їх організації, що впливає на вид і характер зв'язків між учасниками логістичного ланцюга.

Питання формування структури логістичних ланцюгів досліджувалися в наукових працях Воркут Т.А., Бакаєва О.О., Белоусова М.М., Лівшица В.М., Лукінського В.С., Миротіна Л.Б., Нічаєва Г.І., Сергєєва В.І., Смахова А.А., але процес взаємодії з митними органами при виконанні зовнішньоторговельних операцій в них не розглядався. З метою підвищення якості та надійності функціонування логістичного ланцюга запропоновано розглянути залучення до його структури вантажного митного комплексу, що забезпечить: інтеграцію ланок логістичного ланцюга у єдину систему обслуговування; ефективне управління вантажопотоками; взаємодію митних органів з суб'єктами ринку транспортних послуг на території об'єкту інфраструктури; комплексне обслуговування зовнішньоторговельних вантажів; мінімізацію витрат на митно-логістичні послуги; зменшення кількості логістичних посередників; скорочення часу на виконання митних формальностей та фінансових розрахунків.

Формулюванню наукових принципів і методології визначення ефективності об'єктів митно-логістичної інфраструктури в цілому і вантажних митних комплексів (ВМК) зокрема, присвячені роботи Пасічника А.М., Співак І.В., Прокудіна Г.С., Куницької О.М., Федотова І.О. Для ефективної організації роботи вантажних митних комплексів необхідно вирішити ряд питань, що не були раніше розглянуті в їх наукових працях, серед яких: здійснення оперативного управління митно-логістичною діяльністю і необхідними для цього інфраструктурними елементами; розробка стандартів обслуговування споживачів митно-логістичних послуг; визначення оптимальної кількості працівників митних органів, що мають забезпечувати роботу об'єкту інфраструктури за регіонами України.

Світові тенденції розвитку митно-логістичної інфраструктури передбачають застосування прогресивних методів доставки товарів, вимагають дотримання правомірності дій з боку усіх учасників транспортного процесу та сприяння державних органів влади у формуванні позитивного іміджу України на міжнародному ринку товарів і послуг. Тому, тема дисертаційної роботи, яка спрямована на підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано згідно з планом наукових досліджень кафедри «Транспортні технології» Національного транспортного університету: «Теоретичні основи транспортних технологій» (державний реєстраційний номер 0112U008410), «Формування і розвиток транспортних технологій» (державний реєстраційний номер 0108U003054) у 2010-2013 р.р.; «Теоретичні основи транспортно-технологічних енергозберігаючих процесів» (державний реєстраційний номер 0121U110243) у 2017-2020 р.р. Наведені в дисертації основні результати й рекомендації розроблено на основі виконання держбюджетної теми «Моделювання економічної поведінки та стратегії розвитку суб'єктів господарювання» (державний реєстраційний номер 0116U008360), ініційованої теми «Методологія

соціально-економічного, інформаційного та науково-технічного розвитку регіонів, галузей виробництва, підприємств та їх об'єднань» (державний реєстраційний номер 0116U006782) Національної металургійної академії України у 2018 р. та положень Національної транспортної стратегії України на період до 2030 року, схваленої розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30.05.2018 № 430-р.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг шляхом комплексного митно-логістичного обслуговування при виконанні міжнародних автомобільних перевезень в умовах конкуренції.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити наступні **задачі**:

- провести аналіз існуючих методів підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних вантажних автомобільних перевезень;
- розробити метод визначення еталонного вантажного митного комплексу з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг при здійсненні комплексного митно-логістичного обслуговування на об'єктах інфраструктури;
- розробити імітаційну модель функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга;
- розробити методику оцінки надійності логістичного ланцюга при виконанні митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі з метою обґрунтування показників ефективності роботи об'єкту інфраструктури.

Об'єктом дослідження є процес формування логістичного ланцюга із залученням послуг вантажного митного комплексу.

Предметом дослідження є закономірності впливу показників ефективності роботи вантажного митного комплексу на формування структури логістичного ланцюга.

Методи дослідження. Методологічною основою дисертаційної роботи є загальнонаукові принципи проведення досліджень, фундаментальні положення методології системного підходу. У роботі були використані наступні методи дослідження: методи теорії транспортних процесів і систем; методи аналізу систем масового обслуговування; імітаційне моделювання; метод статистичних випробувань (метод Монте-Карло); метод багатокритеріальної оптимізації; методи статистичного аналізу даних, в тому числі методи кластерного, дисперсійного та факторного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів.

Розроблено метод визначення еталонного вантажного митного комплексу, що на відміну від існуючих враховує комплексний підхід до митно-логістичного обслуговування при виконанні міжнародних автомобільних перевезень в умовах конкуренції і дозволяє підвищити надійність логістичного ланцюга.

Розроблено імітаційну модель функціонування вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга, яка дозволяє визначити тривалість та надійність доставки товарів у міжнародному автомобільному сполученні з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг, що на відміну від існуючих враховує техніко-експлуатаційні показники діяльності як митних органів, так і інших стейкхолдерів.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність роботи полягає у розробці методики оцінки надійності логістичного ланцюга при виконанні митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі шляхом обґрунтування техніко-експлуатаційних показників еталонного об'єкту інфраструктури. Виконані впровадження та апробація розробленої імітаційної моделі функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга в діяльності підприємств

стейкхолдерів при виконанні зовнішньоторговельних операцій свідчить про її значні практичні можливості в плануванні міжнародних автомобільних перевезень вантажів. Окрім цього, імітаційна модель може бути застосована в діяльності Державної митної служби України при визначенні та обґрунтуванні необхідної кількості працівників митних органів для роботи на об'єктах митно-логістичної інфраструктури.

Результати досліджень, апробовані в рамках діяльності ТОВ «ВМК-Україна», дали можливість підприємству вивчати характеристики і властивості процесів обслуговування суб'єктів ринку транспортних послуг та отримати рекомендації для оптимізації внутрішніх процесів, що виконуються при наданні митно-логістичних послуг. Крім цього, результати дисертаційної роботи рекомендовано застосовувати на МП «РОКАДА» ТОВ при розробці логістичних ланцюгів та виборі вантажних митних комплексів для митного оформлення експорту та імпорту вантажів, використання послуг митного складу або складу тимчасового зберігання.

Основні теоретико-практичні висновки та результати дисертаційної роботи впроваджені у навчальний процес Національного транспортного університету на кафедрі міжнародних перевезень та митного контролю при викладанні курсів «Митна інфраструктура», «Митний контроль» та «Транспортно-експедиторська діяльність» при виконанні міжнародних перевезень, а також при виконанні бакалаврських та магістерських кваліфікаційних робіт.

Обґрунтованість та достовірність результатів досліджень підтверджується узгодженістю теоретичних положень, отриманих у дисертаційній роботі, з результатами практичного застосування моделей та методик, розроблених та запропонованих у дисертаційній роботі, та спрямованих на підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів.

Особистий внесок здобувача. Наукові результати, що виносяться на захист дисертаційної роботи, отримані особисто автором і є його

самостійним науковим доробком. У роботах, які опубліковані у співавторстві, особистий внесок автора полягає у наступному: [1] – проаналізовано взаємовідносини ВМК з суб'єктами ринку транспортних послуг; [2] – запропоновано метод визначення еталонного вантажного митного комплексу; [3-7, 9, 10, 12, 14, 15, 17, 19] – досліджено діяльність вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга при виконанні міжнародних автомобільних перевезень, та проаналізовано технологічні процеси вантажних митних комплексів; [10, 15] – досліджено вплив комплексного митно-логістичного обслуговування на час доставки вантажу; [7, 12, 25] – визначено зовнішньоекономічний потенціал регіонів України на основі кластерного аналізу; [14] – запропоновано підхід до визначення оптимальної кількості ВМК з урахуванням ступеню завантаженості працівників митних органів; [20] – розроблено імітаційну модель оптимізації роботи ВМК в умовах невизначеності. Роботи [8, 11, 13, 16, 18, 21, 22-24, 26] – виконано одноосібно.

Апробація результатів роботи. Основні результати дисертаційної роботи, висновки та пропозиції доповідалися, обговорювалися та отримали схвалення на LXIV – LXXVI наукових конференціях професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та працівників відокремлених структурних підрозділів Національного транспортного університету (м. Київ, 2008-2020 рр.); на 3-х міжнародних науково-практичних конференціях АМСУ (2011 – 2013 р.р.); 4-х міжнародних науково-практичних конференціях Університету митної справи та фінансів (2016 – 2019 р.р.); на VIII-ої Міжнародної науково-практичної конференції ДНУЗТ 28-29 листопада 2019 р. в м. Дніпро; на міжнародній науково-практичній інтернет-конференції Луцького НТУ 07 грудня 2018 р. в м. Луцьк; на III Міжнародній науково-практичній on-line конференції ЖДТУ 20-22 грудня 2018 р., м. Житомир; на VIII всеукраїнській науково-практичній конференції студентів та молодих вчених ОНМУ 18 квітня 2019 р.; на 2-х міжнародних науково-практичних конференціях ВНТУ – 2019 та 2020р.р.; на міжнародній науково-

практичній онлайн-конференції БелГУТ. 24 квітня 2020 р. м. Гомель, Білорусь; International scientific conference. 26-27 January 2016. Strasbourg (France). P. 70-72; International scientific conference. 03-12 May 2017. Dresden (Germany) – Paris (France); International scientific and practical conference. 21-22 December 2018. Wloclawek, Republic of Poland. International scientific and practical conference. 27-28 September 2019. Wloclawek, Republic of Poland, 2019.

Публікації. За темою дисертаційної роботи опубліковано 26 наукових праць, з них: 3 статті у зарубіжних наукових виданнях, 9 наукових статей у фахових видання, що входять до переліку МОН України; окремий розділ у колективній монографії; 8 публікацій апробаційного характеру, 2 статті додатково відображають наукові результати дисертації. За матеріалами дисертаційних досліджень отримано 3 свідоцтва України про реєстрацію авторського права.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел із 182 найменувань та додатків. Основний текст викладений на 165 сторінках. Текст ілюструється 65 рисунками і містить 36 таблиць.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА

1.1 Оцінка попиту на митно-логістичні послуги

Світові тенденції розвитку митно-логістичної інфраструктури передбачають застосування прогресивних методів доставки товарів, вимагають правомірності дій з боку усіх учасників транспортного процесу та сприяння державних органів влади у формуванні позитивного іміджу України на міжнародному ринку торгівлі і послуг.

У сучасних умовах прискорення інтеграційних процесів особливої актуальності набувають питання конкурентоспроможності національних підприємств. В рамках програм розвитку митної інфраструктури та підприємств транспортно-логістичного комплексу доцільним є вивчення рівня якісних і загальногосподарських показників функціонування об'єктів інфраструктури, здатних здійснювати комплексне обслуговування усіх учасників зовнішньоекономічної діяльності [27].

Важливим аспектом у розробці оптимальних рішень для суб'єктів ринку транспортних послуг, що здійснюють зовнішньоторговельні операції є своєчасність задоволення потреб, пов'язаних з процесом митно-логістичного обслуговування. Важливим вважається той факт, що в даному випадку необхідно досягнути погодженості дій з боку державних органів влади та приватних підприємств. Ринок міжнародних автомобільних перевезень найбільше зазнає втрат через тривалі черги на обслуговування при взаємодії з державними установами та організаціями. Низький рівень інфраструктурного забезпечення та недостатня кількість кваліфікованого персоналу, здатного задовольнити потреби суб'єктів ринку транспортних послуг в обслуговуванні, спричиняють ряд затримок, і відповідно призводять до

порушення термінів доставки, зниження рівня надійності та якості послуг, що надаються як резидентам, так і нерезидентам [28, 29].

Стабільний попит на митно-логістичні послуги забезпечується експортними та імпортними вантажопотоками, що формуються приватним сектором. В той же час з боку держави спостерігається значний дефіцит дозволів на міжнародні перевезення, недосконала інфраструктура та ряд перешкод, які виникають при взаємодії з митними органами. Тому, доцільним вважається пошук шляхів удосконалення взаємодії державного і приватного секторів при виконанні зовнішньоторговельних операцій [30, 31].

Аналіз сучасного стану зовнішньої торгівлі товарами з основними торговельними партнерами наведено на рис. 1.1.

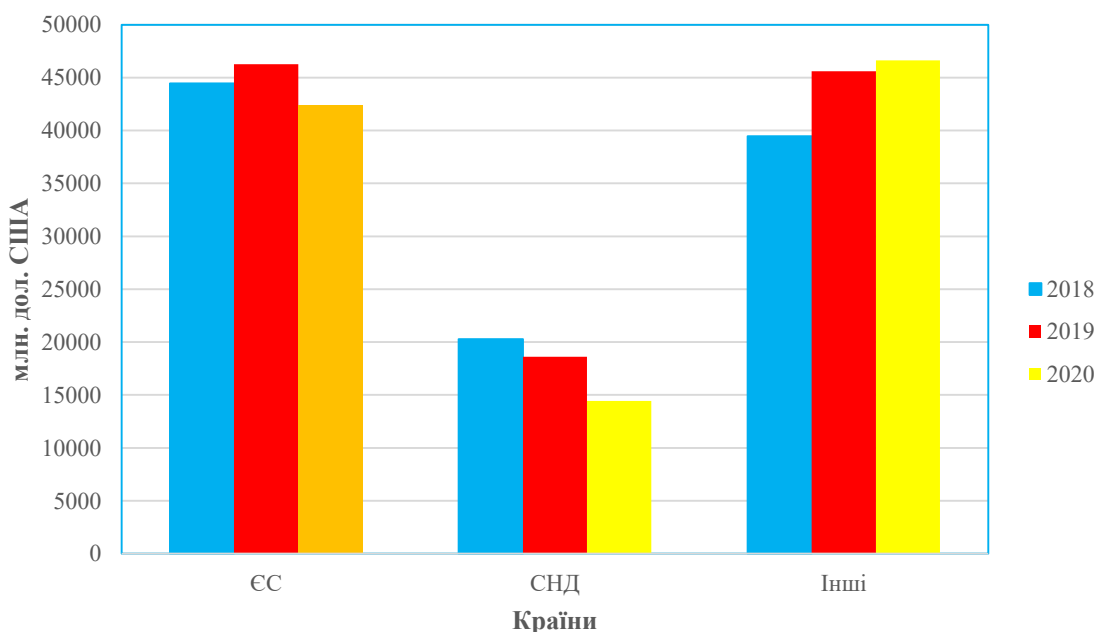


Рисунок 1.1 – Стан зовнішньої торгівлі товарами у 2018-2020 рр.

Джерело: узагальнено автором на основі [32, 33]

Товарообіг України в 2018 році за країнами розподілився наступним чином [32]: найбільше зовнішньоторговельних операцій відбулося з країнами ЄС на суму 44461 млн. дол. США, найменше з країнами СНД – 20268 млн. дол. США, значна частка з іншими країнами, яка складає 39475 млн. дол. США. Стан зовнішньої торгівлі товарами в 2019 році [32] розподілився між

країнами ЄС, СНД та іншими країнами так: з країнами ЄС було здійснено продажів на 46244 млн. дол. США, з країнами СНД – на 18606 млн. дол. США, відповідно з іншими країнами – на 45626 млн. дол. США, лідирує товарообіг з країнами ЄС. Товарообіг України та ЄС, СНД та інших країн за 2020 рік дещо змінився [33]. У порівнянні з минулими роками переважає продаж товарів з іншими країнами на суму 46631 млн. дол. США, з країнами ЄС товарообіг склав 42365 млн. дол. США, а з країнами СНД – 14438 млн. дол. США відповідно.

Очевидним є те, що процеси, пов'язані з міжнародною торгівлею потребують обов'язкового виконання митних формальностей. Статистичні дані про декларування товарів за період з 2014 до 2020 років представлено в табл. 1.1 [34].

Таблиця 1.1 – Показники виконання митних формальностей за період 2014-2020 років

Показник	Одиниця виміру	2014 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Оформлено митних декларацій форми МД-2:	тис. шт.	3 113,4	2 791,2	3 088,0	3 569,4	3 953,2	4 559,4	4 464,6
- на ввезення (надходження)	тис. шт.	1 755,4	1 510,1	1 808,7	2 148,5	2 472,2	3 089,6	3 050,8
- на вивезення (пересилання)	тис. шт.	884,8	870,1	852,2	940,0	989,7	998,7	985,1
- на внутрішній транзит (каботаж)	тис. шт.	87,1	73,3	79,4	90,2	92,7	95,6	89,3
- на прохідний транзит*	тис. шт.	385,9	337,7	347,6	390,7	398,6	375,5	339,4
Оформлено митних декларацій форми МД-2 за процедурою електронного декларування:	тис. шт.	2 680,8	2 530,7	2 851,8	3 349,3	3 746,9	4 389,4	4 314,0
- на ввезення (надходження)	тис. шт.	1 611,9	1 432,0	1 736,4	2 089,3	2 417,1	3 052,1	3 024,1
- на вивезення (пересилання)	тис. шт.	820,9	830,9	829,1	929,5	982,1	992,0	980,2
- на внутрішній транзит (каботаж)	тис. шт.	80,5	70,4	77,2	88,0	91,7	95,2	88,9

Кінець таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
- на прохідний транзит*	тис. шт.	167,6	197,3	209,1	242,5	256,0	250,1	220,8
Оформлено інших митних документів**:	тис. шт.	-	1 361,1	1 502,6	1 667,5	1 727,2	1 620,4	846,0
- квитанцій МД-1	тис. шт.	-	1 307,7	1 428,3	1 579,7	1 637,1	1 394,8	438,6
- оглядових розписів М -15	тис. шт.	-	32,4	47,7	44,8	41,9	111,4	249,7
- митних декларацій М-16	тис. шт.	-	21,0	26,7	42,9	48,3	114,2	157,7
Кількість осіб, які здійснюють операції з товарами та перебувають на централізованом у обліку:	тис. осіб	64,6	79,2	93,4	105,0	115,7	133,7	147,4
- взятих на облік з початку року	тис. осіб	11,5	12,5	14,3	13,6	13,5	18,5	15,4
- здійснювали митні формальності з товарами з початку року	тис. осіб	35,2	37,4	40,9	44,3	46,8	52,2	51,0

Наведені показники з оформлення митних декларацій форми МД-2, оформлення митних декларацій форми МД-2 за процедурою електронного декларування, оформлення інших митних документів. Наведено дані по кількості осіб, які здійснюють операції з товарами та перебувають на централізованому обліку.

Найбільша кількість митних декларацій форми МД-2 оформлена в 2019 році, становила 4559,4 тис. шт., відповідно найменше оформлено в 2015 році – 2791,2 тис. шт. Щодо митних декларацій форми МД-2 за процедурою електронного декларування, то найбільше оформлено в 2019 році – 4389,4 тис. шт., а найменше в 2015 році – 2530,7 тис. шт. Беручи до уваги оформлення інших митних документів, таких як квитанцій МД-1, оглядових розписів М-15, митних декларацій М-16, то дані за 2014 рік відсутні, так як збір та узагальнення даної інформації в цей час не здійснювався, найбільше оформлено в 2018 році – 1727,2 тис. шт. Найбільша кількість осіб, які

здійснювали операції з товарами та перебували на централізованому обліку в 2020 році – 147,4 тис. осіб, а найменша в 2014 році – 64,6 тис. осіб.

Досить проблемним етапом міжнародних перевезень є процес перетину митного кордону, що відбувається в пунктах пропуску між суміжними державами (табл. 1.2) [34]. Та попри вигідне географічне розташування України, численні черги, що формуються на кордоні, зумовлені низьким рівнем пропускної спроможності пунктів пропуску.

Таблиця 1.2 – Показники переміщення через митний кордон України товарів та транспортних засобів за ділянками кордону за період 2014-2020 років

Суміжна країна / ділянка митного кордону України	Одиниця виміру	2014 рік	2015 рік	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пропущено транспортних засобів:								
– Польща	млн од.	6,99	7,50	7,65	7,40	6,49	5,45	2,86
– Словаччина	млн од.	1,44	1,51	1,49	1,28	1,21	0,97	0,58
– Угорщина	млн од.	2,06	2,11	2,50	2,71	2,40	2,01	0,99
– Румунія	млн од.	1,00	1,24	1,49	1,44	1,52	1,25	0,61
Всього кордон з країнами ЄС:	млн од.	11,50	12,36	13,13	12,83	11,62	9,68	5,04
– Російська Федерація	млн од.	5,46	3,99	3,74	4,07	3,89	3,35	1,74
– Білорусь	млн од.	1,86	1,85	1,85	2,18	2,51	2,12	1,09
– Республіка Молдова	млн од.	2,49	2,57	2,77	2,96	2,96	2,75	0,90
Всього кордон з країнами СНД:	млн од.	9,81	8,41	8,36	9,21	9,36	8,23	3,73
– Через морські пункти пропуску	млн од.	0,27	0,07	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10
– Через авіаційні пункти пропуску	млн од.	0,10	0,09	0,10	0,12	0,13	0,15	0,06
Пропущено товарів:								
– Польща	млн тонн	20,84	21,46	20,56	22,29	21,32	20,76	19,01
– Словаччина	млн тонн	17,26	20,24	17,17	17,66	17,59	14,10	12,20

Кінець таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
– Угорщина	млн тонн	6,34	5,13	5,24	6,26	5,95	4,99	5,22
– Румунія	млн тонн	4,08	4,52	5,01	4,45	3,90	3,64	4,25
Всього кордон з країнами ЄС:	млн тонн	48,52	51,34	47,98	50,67	48,76	43,48	40,68
– Російська Федерація	млн тонн	85,06	63,29	51,05	55,48	51,62	42,30	39,44
– Білорусь	млн тонн	13,90	15,38	17,78	21,08	19,52	22,74	18,86
– Республіка Молдова	млн тонн	9,49	8,50	7,57	9,06	9,23	8,66	6,08
Всього кордон з країнами СНД:	млн тонн	108,44	87,17	76,41	85,62	80,36	73,69	64,38
– Через морські пункти пропуску	млн тонн	140,89	133,24	130,33	126,49	175,89	211,89	228,73
– Через авіаційні пункти пропуску	млн тонн	0,12	0,04	0,19	0,04	0,06	0,06	0,05

Аналіз даних Державної митної служби України дозволив встановити окремі показники переміщення через митний кордон України товарів та транспортних засобів за ділянками кордону протягом періоду 2014-2020 роки (табл. 1.2) [34]. Звідси, можемо зробити висновок, що в 2014 році найбільше транспортних засобів пропущено через митний кордон України з Польщею – 6,99 млн од., всього з країнами ЄС пропущено 11,50 млн од., всього з країнами СНД – 9,81 млн од. За 2015 рік дані змінилися, відповідно пропущено транспортних засобів через митний кордон України з країнами ЄС 12,36 млн од., з країнами СНД – 8,41 млн од. У 2016 році найбільше транспортних засобів пропущено через митний кордон України з Польщею – 7,65 млн од., а найменше з Румунією та Словаччиною – 1,49 млн од., митний кордон з країнами ЄС перетнуло 13,13 млн од. транспортних засобів, а з країнами СНД – 8,36 млн од. У 2017-2020 роках лідирує Польща, щодо перетину транспортних засобів через митний кордон з Україною, на останньому місці Словаччина. Порівняння кількості пропущених транспортних засобів через кордон України з країнами ЄС 2017 року та 2020

року показало, що кількість зменшилася більше ніж в два рази, відповідно в 2017 році становила 12,83 млн од., а в 2020 році – 5,04 млн од., схожа картина спостерігається з країнами СНД, за 2017 рік – 9,21 млн од., а за 2020 рік – 3,73 млн од.

При порівнянні перетину товарів через митний кордон України за період 2014 – 2020 років лідирує Польща, найбільше товарів перетнуло кордон в 2017 році – 22,29 млн тонн, найменше з Румунією – 3,64 млн тонн, в 2019 році. Найбільше пропущено товарів з країнами ЄС через митний кордон України в 2017 році – 51,34 млн тонн, а найменше в 2020 році – 40,68 млн тонн. Через кордон України з країнами СНД найбільше перетнуло товарів в 2014 році – 108,44 млн тонн, а найменше в 2020 році – 64,38 млн тонн.

З метою планування пропускної спроможності будь яких об'єктів інфраструктури необхідно виконувати дослідження показників їх діяльності з метою планування та прогнозування їх ступеня завантаженості за окремими видами діяльності [35, 36].

Визначено кількість пропущених транспортних засобів через митний кордон України на ввіз та вивіз, а також розглянуто окремо кількість залізничних вагонів, морських суден, річкових суден, автотранспорту, повітряних суден (табл. 1.3) [34, 37].

Таблиця 1.3 – Показники переміщення транспортних засобів через митний кордон України

Показник	Одиниця виміру	Січень-грудень 2019 року	Січень-грудень 2020 року
1	2	3	4
Пропущено через митний кордон України транспортних засобів:	млн од.	18,1	8,9
– на ввіз	млн од.	9,2	4,5
– на вивіз	млн од.	9,0	4,4
Пропущено через митний кордон України транспортних засобів:	тис од.	18 149,4	8 932,7
– залізничних вагонів	тис од.	2 647,1	2 129,6

Кінець таблиці 1.3

1	2	3	4
– морських суден	тис од.	17,0	16,7
– річкових суден	тис од.	15,6	9,7
– автотранспорту	тис од.	15 241,4	6 659,4
– повітряних суден	тис од.	145,3	64,2
– інших транспортних засобів	тис од.	83,1	53,0
Пропущено товарів через митний кордон України (крім товарів, що переміщуються стаціонарними видами транспорту):	млн тонн	329,1	333,8
– на ввіз	млн тонн	94,6	85,1
– на вивіз	млн тонн	234,6	248,8
Оформлено митницями Держмитслужби товарів, що переміщуються стаціонарними видами транспорту:			
– трубопроводами	млн.тонн	93,2	75,7
– лініями електропередачі	ГВт·г	9 130,5	7 859,5

Визначено кількість пропущених транспортних засобів через митний кордон України на ввіз та вивіз, а також розглянуто окремо кількість залізничних вагонів, морських суден, річкових суден, автотранспорту, повітряних суден. При порівнянні кількості пропущених через митний кордон України транспортних засобів за 2019 та 2020 роки найбільше було ввезено в 2019 році 9,2 млн од., а найменше вивезено в 2020 році – 4,4 млн од.. Якщо розглядати окремо кількість пропущених через митний кордон України транспортних засобів за 2019 рік, то лідирує автомобільний транспорт – 15241,4 тис од., найменше пропущено річкових суден – 15,6 тис од. У 2020 році аналогічно лідирує автомобільний транспорт – 6659,4 тис од. Пропущено товарів через митний кордон України (крім товарів, що переміщуються стаціонарними видами транспорту) найменше в 2019 році 329,1 млн тонн, з них 234,6 млн тонн на вивіз. Оформлено митницями Держмитслужби товарів, що переміщуються стаціонарними видами транспорту, а саме трубопроводами в 2019 році – 93,2 млн тонн, а в 2020 році – 75,7 млн тонн, лініями електропередачі в 2019 році – 9130,5 ГВт·г, а в 2020 році – 7859,5 ГВт·г.

Розглянемо товарообіг України у 2008-2019 роках, в млн дол. США (табл. 1.4) [33].

Таблиця 1.4 – Товарообіг України у 2008-2019 роках, в млн дол. США

Рік	Товарообіг	Сальдо	Імпорт	Експорт
2008	148 668	-14 735	81 701	66 967
2009	88 608	-9 308	48 958	39 650
2010	109 113	-6 397	57 755	51 358
2011	149 420	-12 754	81 087	68 333
2012	151 933	-14 473	83 203	68 730
2013	140 221	-13 631	76 926	63 295
2014	106 613	1 452	52 580	54 032
2015	74 740	1 601	36 570	38 171
2016	75 234	-2 505	38 870	36 364
2017	92 797	-6 277	49 537	43 260
2018	104 204	-9 547	56 875	47 329
2019	110 476	-10 353	60 414	50 061

Саме виходячи з статистичних даних про товарообіг України необхідно сформулювати пропозиції щодо забезпечення безперешкодного руху товарів та враховувати існуючі ринкові тенденції для регулювання даного процесу.

Отже, найбільше значення товарообігу за 2008 – 2019 роки було в 2011 році, 149420 млн дол. США, а найменше в 2015 році – 74740 млн дол. США, при цьому чіткої залежності не спостерігається. Щодо імпорту, то найбільше імпортували в 2011 році – 81087 млн дол. США, а найменше в 2015 році – 36570 млн дол. США. Значення експорту в 2011 році найбільше – 68333 млн дол. США, а найменше в 2016 році – 36364 млн дол. США. При порівнянні значень сальдо, додатнім було тільки в 2014 році та 2015 році, а найбільше від’ємне сальдо в 2008 році – 14735 млн дол. США.

Підставою для прийняття рішень щодо забезпечення відповідного рівня митно-логістичних послуг є обробка статистичних даних про попередні

періоди діяльності з метою планування та прогнозування діяльності об'єктів інфраструктури на майбутнє.

1.2 Оцінка сучасного стану митно-логістичного обслуговування в Україні та світі

У формуванні торгівельних відносин між Україною та її потенційними партнерами досить важливим аспектом є сприйняття ними політики діяльності держави у порівнянні з їх тенденціями та вимогами. Стосовно ступеня довіри до України, як до надійного партнера у здійсненні зовнішньоторговельних операцій, є безліч зауважень, що потребують реформування внутрішньої політики держави та запозичення досвіду провідних країн світу [38].

Дослідження Світового банку за індексом ефективності логістики (LPI) України свідчить про те, що в 2018 році Україна займала 66 місце серед 160 країн, що беруть участь в рейтингу. Даний індекс складається з шести компонентів, по кожному з яких проводиться оцінка за п'ятибальною системою і визначається ранг. Розглянемо значення кожного з них для України в 2018 році:

- ефективність процесу оформлення органами митного та прикордонного контролю: оцінка – 2,49 (89 місце);
- якість торгової і транспортної інфраструктури – 2,22 (119 місце);
- легкість організації поставок за конкурентоспроможними цінами – 2,83 (68 місце);
- компетентність і якість логістичних послуг – 2,84 (61 місце);
- здатність прокладати маршрути і відстежувати вантажі – 3,11 (52 місце);
- своєчасність відвантаження в напрямку призначення в запланований або очікуваний час доставки – 3,42 (56 місце).

Отримані оцінки свідчать про нестабільне становище України на міжнародному ринку. Оскільки всі досліджувані процеси відзначаються досить низькими оцінками, тов. результаті це призводить до зниження перспектив держави у налагодженні партнерських відносин з провідними експортерами та імпортерами світу. До того ж, як свідчать результати дослідження, дане питання потребує комплексного, а не локального вирішення. Крім того, розмежування між приватним і державним сектором відіграє в даному аспекті дуже важливу роль.

Для дослідження нинішнього становища України у порівнянні з основними торговельними партнерами, серед яких Польща, Німеччина, Білорусь та Угорщина, розглянемо показники LPI кожної з цих країн за період з 2012 по 2018 роки [39-42].

Розподіл показників LPI за період 2012 – 2018 рр для процесів оформлення, включаючи митницю, наведено на рис. 1.2.

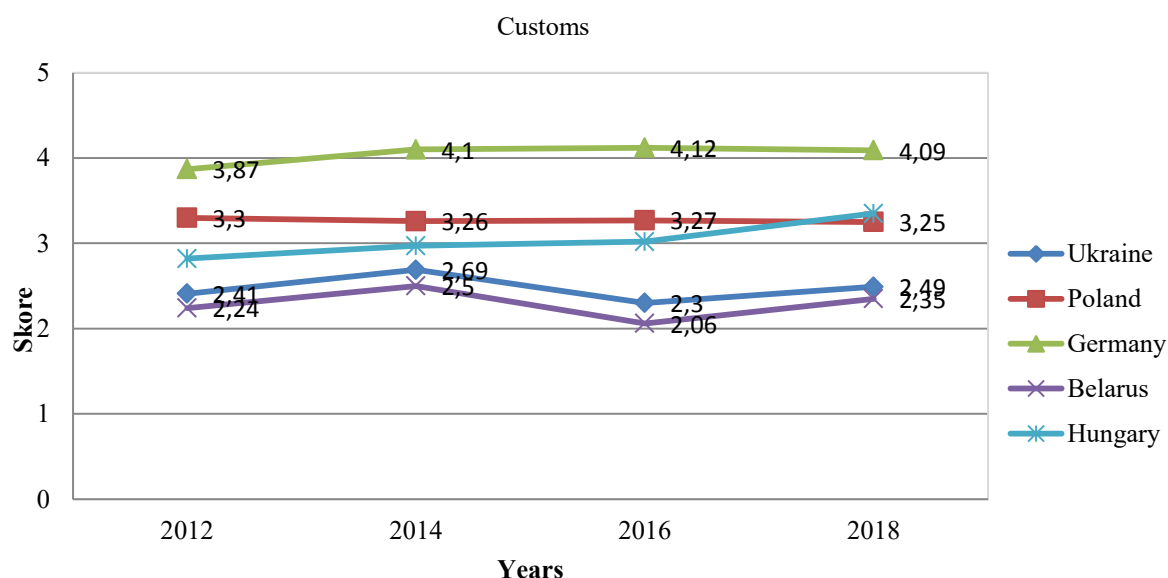


Рисунок 1.2 – Показники LPI за ефективністю процесу оформлення органами митного та прикордонного контролю

Лідирує Німеччина в 2016 році найбільший показник – 4,12; Польща стабільно займає друге місце у рейтингу серед країн, що розглядаються, з середнім значенням 3,27 за період з 2012 по 2018 рік; рейтинг Угорщини зріс

в 2018 році до показника 3,35. Білорусь та Україна мають схожі рейтинги, найменший показник в 2016 році для України – 2,3, для Білорусі – 2,6, а найбільший в 2014 році – 2,5 для Білорусі та України.

При порівнянні показників LPI за 2012-2018 роки по якості торгової і транспортної інфраструктури можемо спостерігати, що лідирує Німеччина, з найбільшим показником у 2016 році – 4,4. Угорщина і Польща мають схожий рейтинг за період з 2012 по 2018 роки, окрім 2016 року, коли Угорщина має більший рейтинг. Україна найвищий рейтинг мала в 2012 році – 2,69, а найменший в 2018 році – 2,22, тобто спостерігається тенденція до зниження. Щодо Білорусі, то найбільший її показник був в 2012 році – 2,78, а найменший в 2016 році – 2,1 (рис. 1.3).

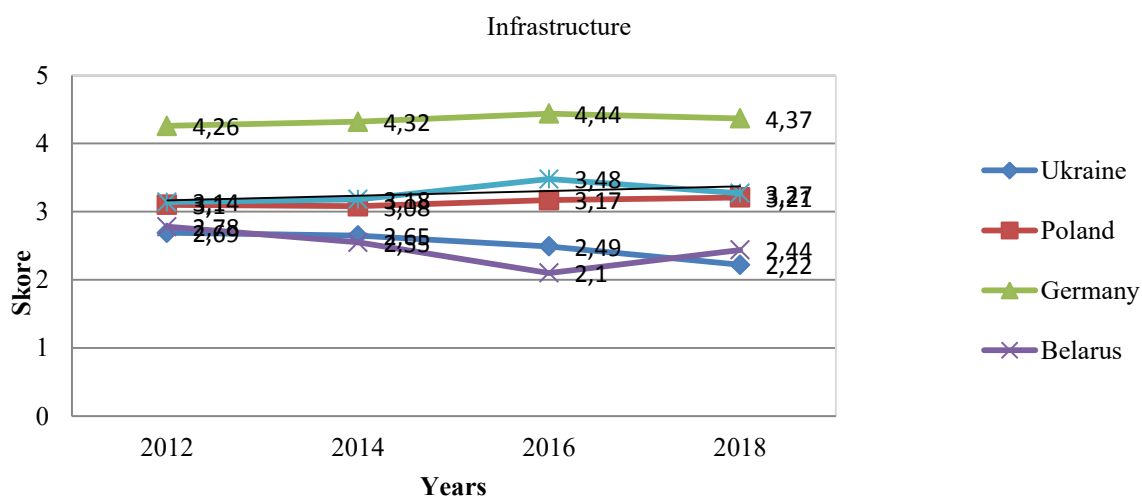


Рисунок 1.3 – Показники LPI за якістю торгової і транспортної інфраструктури

На рис. 1.4 наведено показники для країн, що вивчалися, з організації міжнародних поставок.

При порівнянні показників LPI за 2012-2018 роки по легкості організації поставок за конкурентоспроможними цінами, можемо зробити висновок, що лідирує Німеччина, з показником 3,86 за 2016 – 2018 роки. Польща має найбільший рейтинг в 2018 році – 3,86, а найменший в 2014 році – 3,4. Угорщина найменший рейтинг мала в 2012 році з показником 2,99, а

найбільший в 2016 році – 3,44. Україна та Білорусь найнижчі рейтинги мали в 2012 році – 2,58, а найвищі в 2014 році: Україна – 2,95, Білорусь – 2,74.

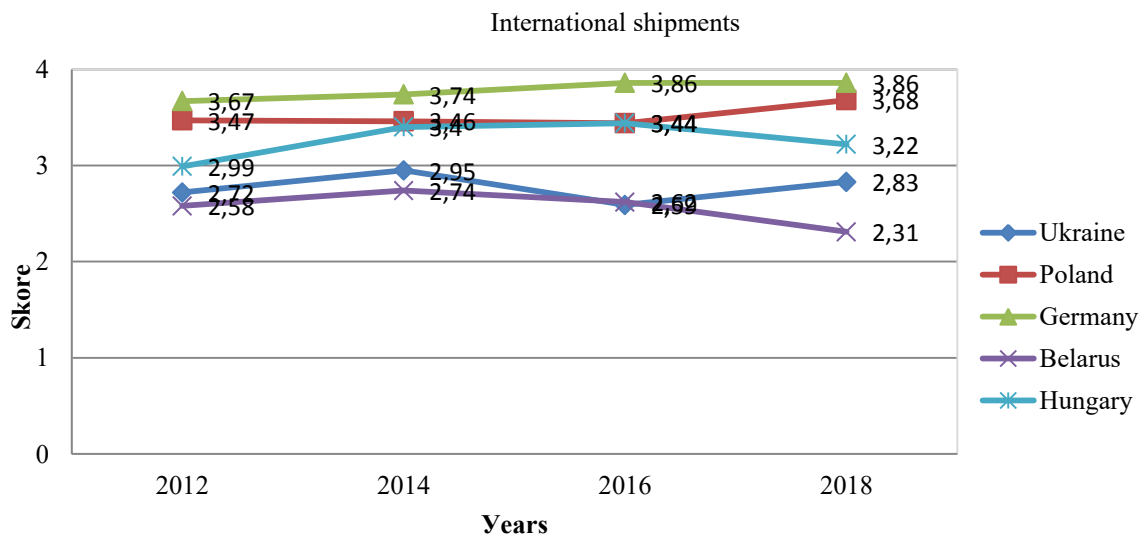


Рисунок 1.4 – Показники LPI за легкістю організації поставок за конкурентоспроможними цінами

На рис. 1.5 наведені показники, які характеризують якість та компетентність логістичних послуг.

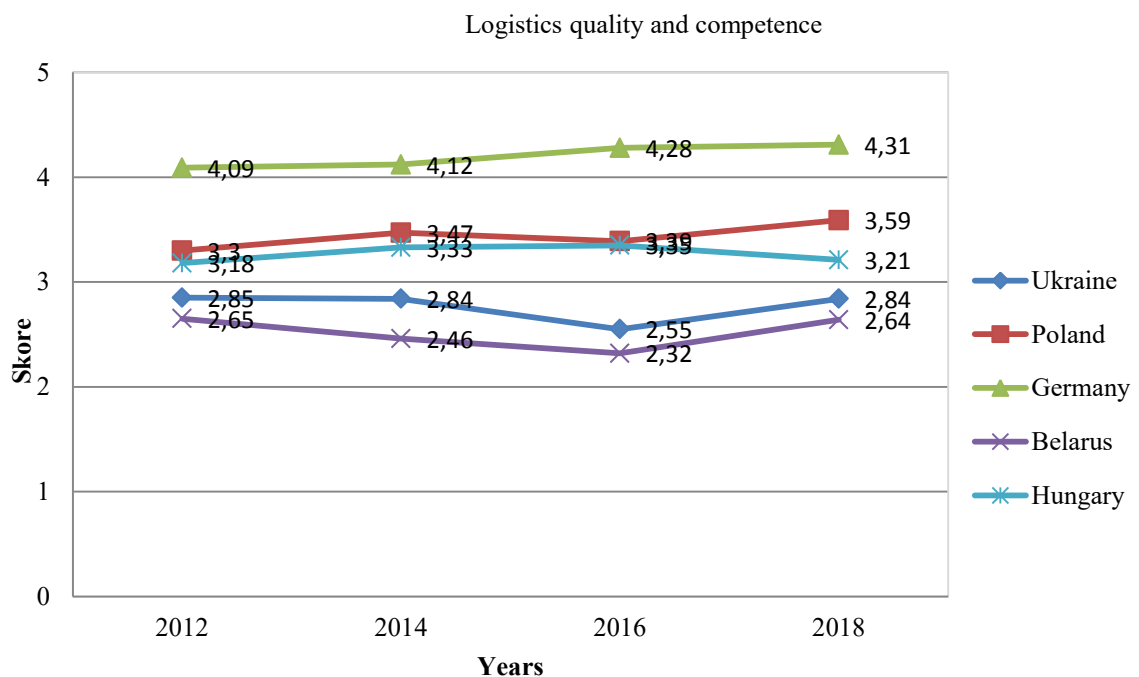


Рисунок 1.5 – Показники LPI за якістю та компетентністю логістичних послуг

Якщо порівнювати показники LPI за 2012-2018 роки по якості та компетентності логістичних послуг, то можна зробити висновок, що лідирує, як завжди, Німеччина з найвищим рейтингом в 2018 році – 4,31, а найменшим у 2012 році – 4,09. Польща мала найбільший рейтинг в 2018 році з показником 3,59, найменший в 2012 році – 3,18. Угорщина мала найменший показник у 2012 році – 3,18, а найбільший в 2016 році – 3,35. Україна має подібний рейтинг з Білоруссю: найнижчий в 2012 році – 2,85, а найбільший для України в 2014 та 2018 роках – 2,64, а для Білорусі в 2018 році – 2,64.

На рис 1.6 наведено порівняння країн за показником здатності прокладати маршрути та відстежувати вантажі.

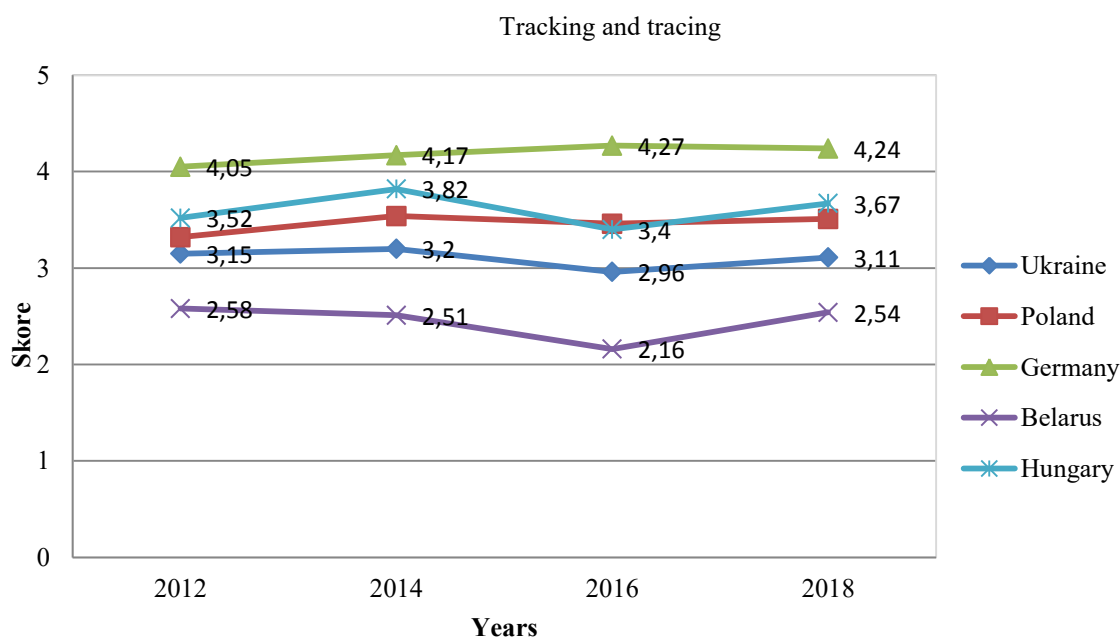


Рисунок 1.6 – Показники LPI за здатністю прокладати маршрути і відстежувати вантажі

При порівнянні показників LPI за 2012-2018 роки для відстеження вантажів, можемо зробити висновок, що беззаперечним лідером є Німеччина з найвищим показником – 4,27 у 2016 році. Угорщина мала найвищий показник в 2014 році – 3,82, а найменший в 2012 році – 3,52. Польща найкращий рейтинг мала в 2018 році – 3,67, а найгірший в 2012 році – 3,32. Україна найменший рейтинг мала в 2018 році – 3,11, а найбільший – 3,2 в

2014 році. Для Білорусі найбільший рейтинг був в 2012 році – 2,58, найменший в 2016 році – 2,16.

Останній показник, що є складовою індексу LPI – це своєчасність відвантаження у визначеному напрямку (рис. 1.7).

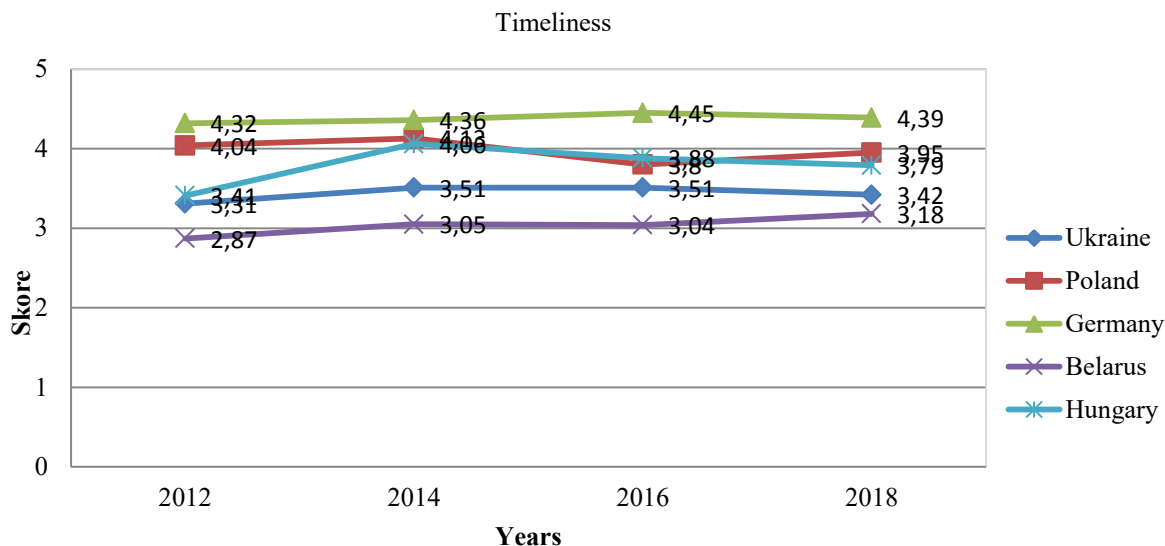


Рисунок 1.7 – Показники LPI за своєчасністю відвантаження в напрямку призначення в запланований або очікуваний час доставки

При порівнянні показників LPI за 2012-2018 роки для своєчасності доставки, лідує Німеччина в 2016 році з показником 4,45. Польща та Угорщина має найбільший рейтинг в 2014 році – 4,06, а найменший для Польщі в 2016 році – 3,88, для Угорщини – 3,41 в 2012 році. Україна мала найменший рейтинг в 2012 році – 3,41 та найбільший за період 2014-2016 роках – 3,51. Білорусь отримала найбільший рейтинг в 2018 році – 3,18, а найменший в 2012 році – 2,87.

Оскільки, на думку світових експертів, в Україні необхідно підвищити ефективність митного оформлення, контролю за доставкою товарів та якісний стан інфраструктури країни, тому необхідним є залучення всіх внутрішньодержавних ресурсів (як приватного, так і державного сектору) до митно-логістичного обслуговування суб'єктів ринку транспортних послуг,

що сприятиме наближенню даної сфери діяльності до рівня світових вимог і стандартів. Одним із шляхів вирішення даного питання є залучення до процесів, пов'язаних з доставкою вантажів у міжнародному сполученні, вантажних митних комплексів. [21].

1.3 Обґрунтування доцільності застосування вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень

Вантажний митний комплекс – це ділянка території з комплексом будівель, споруд, інженерно-технічних засобів і комунікацій, необхідних для здійснення митного контролю та митного оформлення товарів, транспортних засобів комерційного призначення, що переміщуються через митний кордон України. Діяльність даного об'єкта інфраструктури регламентується статтями 442-446 Митного кодексу України [43].

Існуючі на території України, вантажні митні комплекси мають суттєві відмінності у своїй роботі, які полягають у їх технічному, технологічному та організаційному забезпеченні, особливостях формування попиту на митно-логістичні послуги в залежності від їх регіону розміщення і пропускної спроможності, вартості послуг, часу обслуговування, наявного спектру послуг, що надаються суб'єктам зовнішньоекономічної діяльності [44]. В умовах постійно зростаючих потреб споживачів забезпечення стійкої позиції на ринку та високого рівня конкурентоспроможності послуг є невід'ємною умовою ефективної, прибуткової діяльності вантажних митних комплексів [8]. Відповідно, досягнути таких результатів можливо лише за умови моніторингу потреб існуючих та потенційних споживачів митно-логістичних послуг, залучення додаткових фінансових інвестицій для удосконалення та розширення можливостей об'єкта інфраструктури [45].

Сукупний ефект від митно-логістичного обслуговування зовнішньоторговельних операцій на вантажних митних комплексах складається з результатів взаємодії державних органів, суб'єктів ринку

транспортних послуг і утримувача вантажного митного комплексу. Держава зацікавлена в формуванні позитивного іміджу країни, як торгового партнера, максимальних надходженнях до державного бюджету від сплати податків і митних платежів за виконані експортно-імпорتنі операції. Суб'єкти ринку транспортних послуг потребують швидкого та якісного виконання своїх зобов'язань перед контрагентами, а утримувачі вантажних митних комплексів зацікавлені в отриманні прибутків від діяльності та досягнення відповідного рівня конкурентоспроможності у порівнянні з іншими об'єктами інфраструктури. Таким чином, можемо сформулювати думку про те, що підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів є досить актуальним, як з точки зору організації обслуговування резидентів України при виконанні зовнішньоторговельних операцій, так і зацікавленості до національного ринку торгівлі товарами і послугами з боку нерезидентів [46].

Отримані результати вимагають прийняття ряду управлінських рішень, які сприяли б зростанню попиту на митно-логістичні послуги вантажних митних комплексів, і, відповідно, забезпечували їх розбудову за рахунок фінансових надходжень від діяльності. Дане впровадження має ряд позитивних моментів, серед яких слід відзначити:

- концентрація широкого сегмента послуг в рамках діяльності однієї юридичної особи, що значно зменшить час очікування в чергах на обслуговування;

- можливість взаємодії клієнтів з однією організацією, що надає митно-логістичні послуги, а не окремо з експедитором, митним брокером, складом і т.д., що дозволить значно спростити процес фінансових розрахунків, а також обмін інформацією між усіма залученими суб'єктами транспортного ринку при виконанні доставки вантажів;

- можливість митного оформлення в будь-якому митному режимі на території вантажного митного комплексу;

– збільшення попиту на послуги вантажного митного комплексу забезпечать отримання додаткових фінансових ресурсів, які можуть бути використані на вдосконалення технічного, технологічного та організаційного забезпечення даного об'єкта інфраструктури [47].

Впровадження будь-яких заходів з оптимізації митно-логістичних послуг можливо лише за умови розуміння спеціалізації діяльності об'єкту інфраструктури та його «вузьких місць». Оскільки, застосування єдиних рекомендацій до даного суб'єкту господарювання знайти досить складно. На сьогоднішній день відсутні будь-які класифікаційні ознаки вантажних митних комплексів та вимоги до їх діяльності, тому автором пропонується наступна класифікація досліджуваного об'єкту інфраструктури [10].

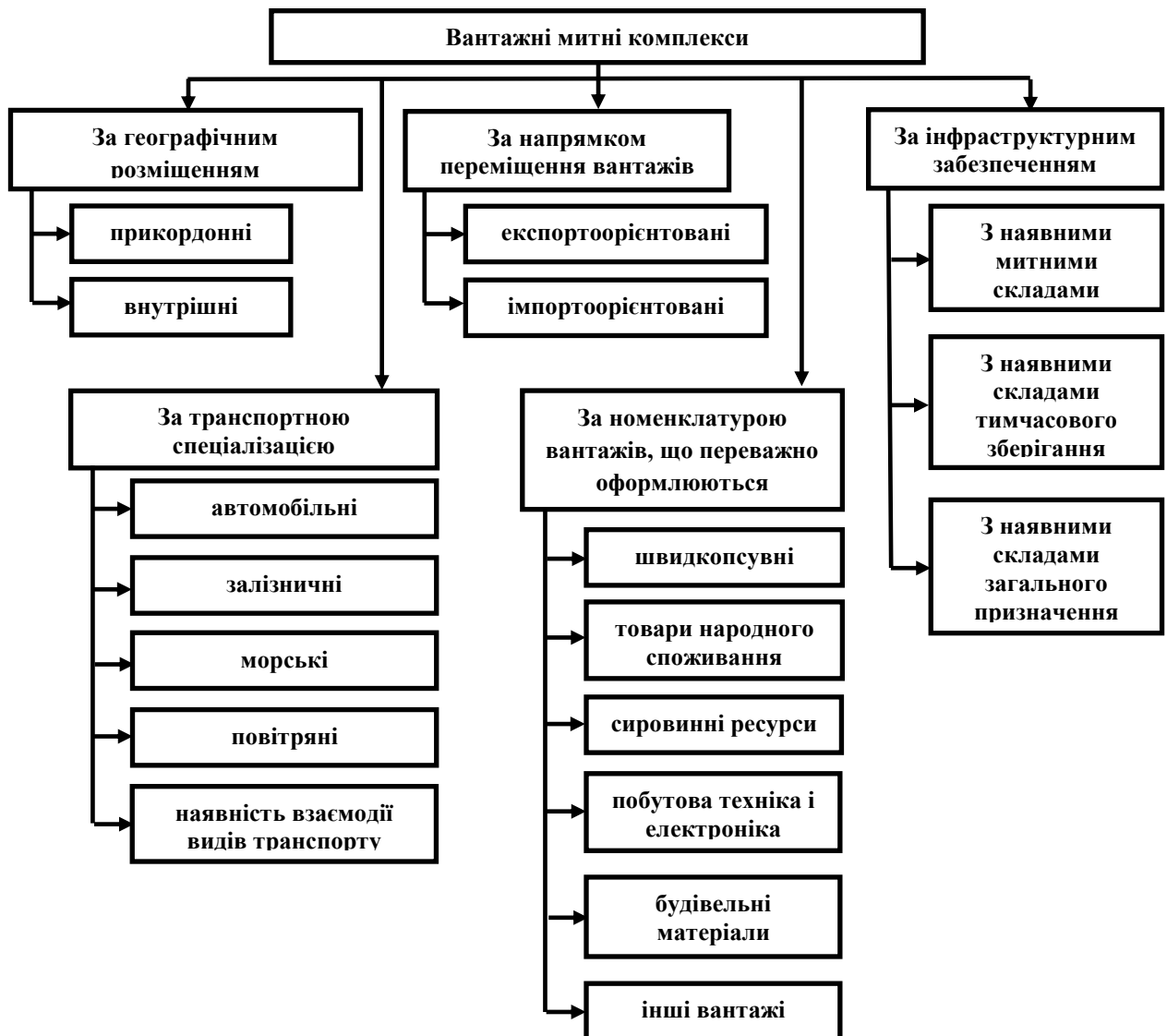


Рисунок 1.8 – Класифікація вантажних митних комплексів

Джерело: розроблено автором

На основі даної класифікації пропонується розподілити вантажні митні комплекси за наступними ознаками:

1) за географічним розташуванням (прикордонні, внутрішні). Очевидно, що основне навантаження по митному оформленню і контролю експортних, імпорتنих і транзитних вантажопотоків зосереджено на прикордонних вантажних митних комплексах. Що стосується внутрішніх об'єктів митної інфраструктури, то їх основна функція полягає в митному оформленні експортних та імпорتنих вантажів, зберіганні товарів на митних складах та складах тимчасового зберігання.

2) за транспортною спеціалізацією (морський, повітряний, залізничний, автомобільний транспорт або можливість взаємодії різних видів транспорту);

3) за номенклатурою товарів, що надходять на обслуговування (сировинні ресурси, продукти харчування, одяг, побутова техніка і електроніка, машини і промислове устаткування, автомобілі, сировина, будівельні матеріали тощо);

4) по переважному напрямку переміщення товарів (мають експортну та імпорتنу спрямованість);

5) за інфраструктурним забезпеченням (наявність митних складів, складів тимчасового зберігання, складів загального користування) [48].

Дослідженнями різних аспектів діяльності вантажних митних комплексів займалися такі вчені, як: Пасічник А.М., Пашко П.В., Прокудін Г.С., Куницька О.М., Співак І.В., Федотова І.О. [49-57].

Питання діяльності вантажних митних комплексів є недостатньо дослідженими як в науковому, так і практичному аспекті. Законодавча база також недостатньо досконала, оскільки не враховує процедури, пов'язані з відкриттям об'єкту митної інфраструктури, його експлуатацією та ліквідацією. Окрім цього, відсутні єдині вимоги до їх облаштування, а також до технічного, технологічного та організаційного забезпечення. Не менш важливим є процес взаємодії утримувача вантажного митного комплексу з

Державною митною службою щодо кадрового забезпечення посадовими особами митних органів для здійснення їх професійних обов'язків для забезпечення роботи об'єкту інфраструктури [58].

1.4 Аналіз діяльності вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга

Підтвердження доцільності співпраці з вантажними митними комплексами запропоновано розглянути за умови залучення його до структури логістичних ланцюгів чотирьох різних типів при виконанні митно-логістичного обслуговування. При цьому на об'єкті інфраструктури можуть виконуватися різні види послуг у відповідності до потреб суб'єктів ринку транспортних послуг [59].

Питання формування структури логістичних ланцюгів досліджувалися в наукових працях Воркут Т.А., Лукінського В.С., Миротіна Л.Б., Рославцев Д.М., Сергєєва В.І. [60-66] але процес взаємодії з митними органами при виконанні зовнішньоторговельних операцій в них не розглядався.

В роботі приймається до уваги, що ланками логістичного ланцюга при виконанні міжнародних автомобільних перевезень є вантажовідправники (ВВ), вантажоодержувачі (ВО), експедитори (Е), перевізники (П), митно-брокерські підприємства (МБ), складські комплекси (С), пункти пропуску (ПП), митні агенції країн-призначення (МА), логістичні центри країн-призначення (ЛЦ). Розглядаються чотири типи найбільш розповсюджених логістичних ланцюгів, які застосовуються суб'єктами ринку транспортних послуг [64].

Логістичний ланцюг першого типу є найскладнішим за кількістю ланок (рис. 1.9). Його перевагами є чітке розмежування функціональних обов'язків між усіма організаціями, що забезпечує кваліфікований підхід до обслуговування, але існує і ряд недоліків, пов'язаних з значними витратами часу на рух інформаційних та фінансових потоків, що в кінцевому результаті

може призводити до здорожчання вартості послуг за рахунок залучення значної кількості підприємств.

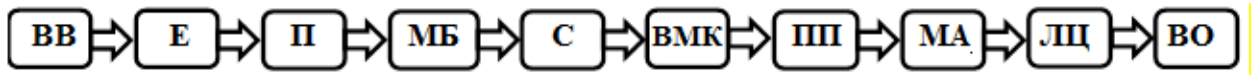


Рисунок 1.9 – Перший тип логістичного ланцюга

Окрім цього, даний тип логістичного ланцюга може призводити до затримок через розрізненість дій організацій, які надаватимуть послуги, можливі відмінності у підходах до підготовки товаросупровідних документів, відсутність єдиних стандартів при наданні послуг.

Другий тип логістичного ланцюга передбачає виконання транспортно-експедиторського обслуговування в рамках одного підприємства, що дасть можливість забезпечити погодженість дій при організації транспортного процесу (рис. 1.10).



Рисунок 1.10 – Другий тип логістичного ланцюга

Відповідно до умов функціонування третього типу логістичного ланцюга у структурі транспортно-експедиторського підприємства є митно-брокерський відділ, що забезпечує максимально оперативне виконання транспортно-експедиторського та митно-брокерського обслуговування замовників (рис. 1.11).

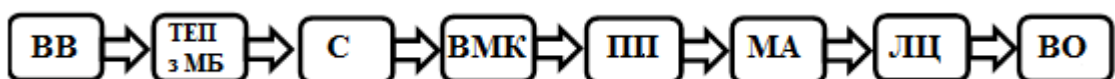


Рисунок 1.11 – Третій тип логістичного ланцюга

Відповідно четвертий тип логістичного ланцюга забезпечує митно-логістичне обслуговування замовників на вантажних митних комплексах з метою максимального об'єднання всіх необхідних операцій (рис. 1.12).



Рисунок 1.12 – Четвертий тип логістичного ланцюга

Даний тип логістичного ланцюга забезпечує комплексне митно-логістичне обслуговування суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності.

Враховуючи специфіку діяльності вантажного митного комплексу розглянемо його роботу, як складової логістичного ланцюга з урахування спектру послуг, що надаються (рис. 1.13).

1. Митне оформлення товарів і транспортних засобів.
2. Здійснення всіх видів державного контролю.
3. Розміщення вантажів на складах тимчасового зберігання.
4. Розміщення вантажів на митних складах.
5. Здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт.
6. Сортування і формування відправок.
7. Послуги митних брокерів, експедиторів та перевізників.
8. Зважування, перепакування та маркування вантажів.
9. Консолідація зовнішньоторговельних вантажів.

Рисунок 1.13 – Основні послуги, що надаються на ВМК

Необхідність виконання тих чи інших дій при організації зовнішньоекономічних операцій визначається видом вантажу, розміром відправки, відстанню перевезень, часом вантажопереробки та ін. Провідними країнами світу підтверджується доцільність комплексного митно-логістичного обслуговування, що забезпечує високу якість та надійність

організації доставки вантажів у міжнародному сполученні, а також скорочення її вартісних і часових характеристик [67].

Для дослідження діяльності вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга за обраними типами, було проаналізовано характеристики його функціонування в різних умовах:

- виконання на ВМК лише митного оформлення при експорті та імпорті вантажів за умови, що документи, які надаються митним органам для перевірки, оформлено вірно, і за умови, що працівниками митного органу було виявлено помилки;
- при комплексному митно-логістичному обслуговуванні зовнішньоторговельної операції;
- при розміщенні вантажів на митному складі та складі тимчасового зберігання [62, 68-76].

1.5 Обґрунтування критеріїв ефективності діяльності вантажних митних комплексів

Ефективність роботи ВМК полягає в оптимізації управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками для забезпечення мінімуму сукупних витрат, високої якості сервісу та інтегрованої взаємодії усіх ланок логістичного ланцюга; комплексного використання інтегральних митно-логістичних функцій; оперативного аналізу результатів митно-логістичної діяльності; обґрунтованого формування і оперативної корекції логістичної тактики і стратегії в умовах коливання попиту на послуги; комплексного використання можливостей сучасних інформаційних технологій в митно-логістичній діяльності [4, 77].

Перевагами роботи ВМК, як ланки логістичного ланцюга, є:

- інтеграція ланок логістичного ланцюга у єдину систему обслуговування, що забезпечує ефективне управління вантажопотоками;

- забезпечення взаємодії митних органів з суб'єктами підприємницької діяльності; комплексне обслуговування зовнішньоторговельних вантажів;
- мінімізація витрат на транспортно-логістичні послуги;
- зменшення кількості логістичних посередників;
- корочення часу на виконання митних формальностей.

На сьогоднішній день суттєвим недоліком функціонування вітчизняних вантажних митних комплексів є невідповідність їх технічного оснащення рівню європейських стандартів.

Діяльність вантажних митних комплексів полягає в обслуговуванні зовнішньоторгівельних вантажів і пов'язана з виконанням митних формальностей, функціонуванням митних складів і складів тимчасового зберігання, провадженням митно-брокерської діяльності, управлінням вантажопотоками, що надходять на обслуговування. Новий підхід до виконання міжнародних автомобільних перевезень приводить до необхідності застосування вантажного митного комплексу як складової логістичного ланцюга, а дана сфера діяльності потребує впровадження логістичного підходу до здійснення митно-логістичних процедур з метою удосконалення роботи ВМК та прискорення процесу митної переробки вантажів.

Різні аспекти теорії і практики логістики розглядалися у працях таких науковців як Анікін Б.А., Бауерсокс Д.Д., Гаджинський А.М., Крикавський Є.В., Міротін Л.Б., Сергєєв В.І., Лукінський В.С. [78-90]. Державні програми розвитку України як європейської держави спрямовані на застосування логістичних підходів в усіх галузях господарювання, серед яких і митна діяльність.

В умовах сьогодення при збільшенні обсягів експортних, імпорتنих і транзитних вантажопотоків з'являється необхідність у швидкому та якісному обслуговуванні зовнішньоторгівельних вантажів та прискоренні митних

формальностей шляхом логістизації технологічних процесів, що виконуються на вантажних митних комплексах [91].

Дослідженням теоретичних та практичних аспектів логістики при здійсненні зовнішньоторговельних операцій займалися такі дослідники, як: Алесинська Т.В., Бланк І.А., Бочарніков В.П., Циганок А.В., Ніколайчук В.Є. [92-95] та ін., але в роботах даних вчених недостатньо описано процеси виконання митних формальностей, що є обов'язковою складовою доставки товарів у міжнародному сполученні. На даний момент це питання не має чіткого відображення в нормативно-правових актах та спеціалізованій літературі в галузі митної справи, якими могли б керуватися суб'єкти підприємницької діяльності при здійсненні зовнішньоекономічної діяльності, що свідчить про відсутність теоретичних і методичних розробок пов'язаних з впровадженням поняття «митна логістика» при виконанні міжнародних перевезень [96].

Наукові джерела, в яких приділено увагу питанням митної логістики не мають значного поширення, але найбільш детально дане поняття висвітлено в працях Горба К.М., Стаханова Д.В., Стаханова В.М., Коцан Н.М., Смирнова І.Г., Пономарьової Н.В. та ін. [97-101].

В умовах конкурентної боротьби на ринку транспортних послуг важливе місце займає пошук раціональних шляхів транспортного обслуговування, обґрунтування транспортно-технологічних схем доставки вантажів, впровадження прогресивних форм і методів організації процесу перевезень, удосконалення діючих та розробка перспективних транспортних технологій. Доставка вантажів у міжнародному сполученні може здійснюватися самостійно вантажовідправником (вантажоодержувачем) або із застосуванням посередників, що об'єднуються в логістичний ланцюг [102, 103].

Логістичний ланцюг – це лінійно упорядкована сукупність елементів логістичної системи (сукупність підприємств та організацій, які здійснюють операції з доведення потоку від однієї системи до іншої), впорядкована за

матеріальним (інформаційним чи фінансовим) потоком для аналізу або синтезу визначеної сукупності логістичних процедур [104]. В науковій літературі представлено значну кількість визначень даного терміну [105-110].

Посилення конкуренції на ринку митно-логістичних послуг є поштовхом до пошуку нових способів і форм обслуговування споживачів. Для підвищення своєї конкурентоспроможності вони мають вивчати світовий досвід та відстежувати тенденції у сфері логістики, а також визначати і враховувати витрати на логістичні послуги. Сучасний ринок характеризується великим різноманіттям не тільки кількості суб'єктів господарювання, які виконують однакову з точки зору функціонального навантаження роботу, а й значною кількістю форм їх організації, що впливає на вид і характер зв'язків між учасниками логістичного ланцюга.

Митно-логістична діяльність ВМК охоплює складові, що представлені на рисунку 1.14.

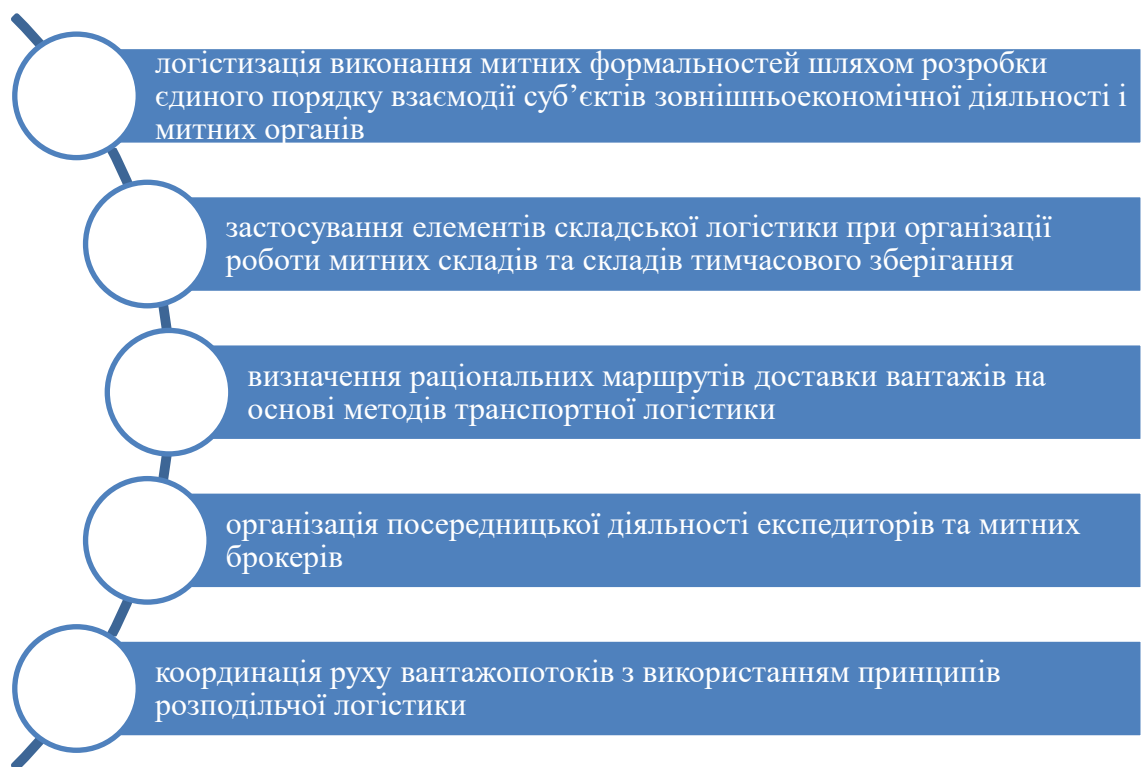


Рисунок 1.14 – Складові митно-логістичної діяльності вантажного митного комплексу

До складових оцінки ефективності роботи вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга належать елементи, що представлені на рис. 1.15 [111].

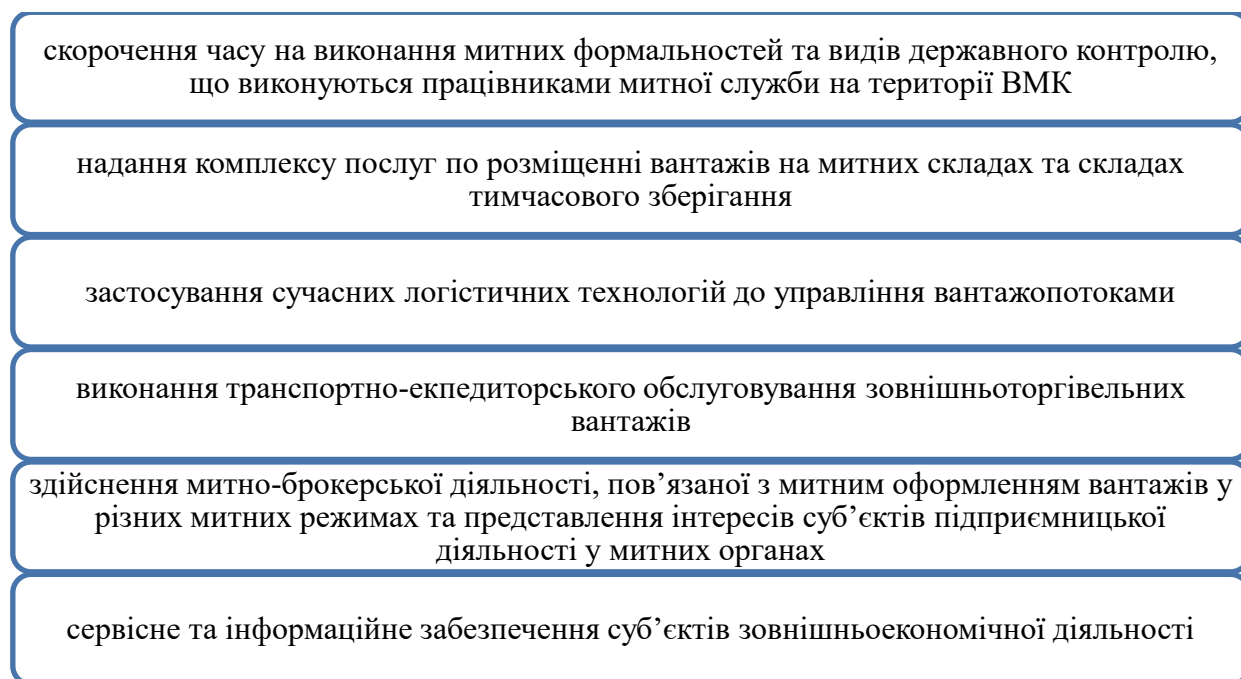


Рисунок 1.15 – Складові оцінки ефективності ВМК як ланки логістичного ланцюга

Визначення критеріїв ефективності роботи ВМК є однією з найголовніших задач дослідження. Важливу роль відіграє у цьому питанні погляд практиків, тобто суб'єктів підприємницької діяльності, які безпосередньо здійснюють зовнішньоторгівельні операції [38, 59, 112].

Узагальненими критеріями ефективності функціонування вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга приймаються: тривалість, вартість, якість та надійність обслуговування. За даними критеріями суб'єкти ринку транспортних послуг матимуть можливість визначатися з бажаними результатами від організації співпраці з вантажними митними комплексами [113].

Сучасні тенденції застосування логістичних підходів до зовнішньоторговельних операцій передбачають активий перехід сфери митно-логістичних послуг від критерію «вартість» до критерію «надійність».

Тим самим забезпечуючи інтереси стейкхолдерів у своєчасності виконання доставки товару в повному обсязі та відповідної якості [114].

Питанням надійності логістичних ланцюгів присвячено роботи таких вчених, як: Бочкарьова А.О., Грязнов М.В., Курганов В.М., Лукинський В.С., Сергєєв В.І., [115-119], але в їх працях не враховано вплив митних формальностей та супутніх їм процесів на ефективність доставки товарів.

До техніко-експлуатаційних показників функціонування ВМК [15, 120 – 122] належать (рис. 1.16):

час комплексного обслуговування об'єкту переміщення
тривалість митного оформлення та митного контролю
площа митного складу
площа складу тимчасового зберігання
забезпечення технічними засобами митного контролю
кількість місць для стоянки транспортних засобів, що прибули на обслуговування
кількість місць розміщення транспортних засобів у зоні митного контролю для накладення митного забезпечення та проведення поглибленого огляду
вартість послуг вантажного митного комплексу; наявність додаткових послуг з комплектації вантажів

Рисунко 1.16 – Техніко-експлуатаційні показники функціонування вантажного митного комплексу

Зосередження уваги керівництва ВМК на комплексному обслуговуванні суб'єктів підприємницької діяльності, координації дій усіх учасників логістичного ланцюга сприятиме зосередженню значної частки вантажопотоків на ВМК. Однією з передумов успішної роботи ВМК є наявність достатніх площ і обладнання, здатних забезпечити на сучасному технологічному рівні функціонування даного об'єкту інфраструктури. Однак, дослідження митно-логістичних послуг, що надаються на ВМК, потребують

детального вивчення і розробки математичного апарату для їх опису та оптимізації [123, 124].

1.6 Задачі дослідження

Усе вищезазначене дозволяє сформулювати мету дослідження: підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг шляхом комплексного митно-логістичного обслуговування при виконанні міжнародних автомобільних перевезень в умовах конкуренції.

Для досягнення цієї мети в сформульовані основні задачі дослідження:

- провести аналіз існуючих методів підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних вантажних автомобільних перевезень;
- розробити метод визначення еталонного вантажного митного комплексу з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг при здійсненні комплексного митно-логістичного обслуговування на об'єктах інфраструктури;
- розробити імітаційну модель функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга;
- розробити методику оцінки надійності логістичного ланцюга при виконанні митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі з метою обґрунтування показників ефективності роботи об'єкту інфраструктури.

Об'єктом дослідження є процес формування логістичного ланцюга із залученням послуг вантажного митного комплексу.

Предметом дослідження є закономірності впливу показників ефективності роботи вантажного митного комплексу на формування структури логістичного ланцюга.

Наукова новизна:

– розроблено метод визначення еталонного вантажного митного комплексу, що на відміну від існуючих враховує комплексний підхід до митно-логістичного обслуговування при виконанні міжнародних автомобільних перевезень в умовах конкуренції і дозволяє підвищити надійність логістичного ланцюга.

– розроблено імітаційну модель функціонування вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга, яка дозволяє визначити тривалість та надійність доставки товарів у міжнародному автомобільному сполученні з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг, що на відміну від існуючих враховує техніко-експлуатаційні показники діяльності як митних органів, так і інших стейкхолдерів.

Висновки до розділу 1

1. Сучасні тенденції розвитку зовнішньоекономічних зв'язків України формують нагальну потребу реформування державної митної та транспортної політики. Інтеграційні процеси України спрямовані на розширення торгівлі товарами та послугами з іноземними партнерами, та попри все, виникає ряд перешкод пов'язаних з митно-логістичним забезпеченням суб'єктів ринку транспортних послуг. Значні затримки при виконанні митних формальностей та транспортно-логістичному обслуговуванні значно знижують зацікавленість до України з боку іноземних партнерів. Підтвердженням цьому є індекс ефективності логістики України відповідно до якого, Україна займала лише 66 місце серед 160 країн світу у 2018 році.

2. Обґрунтовано доцільність залучення послуг вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень. Запропоновано класифікацію вантажних митних комплексів та досліджено вимоги щодо їхньої діяльності.

3. Проаналізовано найбільш поширені типи логістичних ланцюгів, до структури яких належать вантажні митні комплекси за різних умов обслуговування у відповідності до потреб суб'єктів ринку транспортних послуг. Досліджено структуру логістичних ланцюгів і особливості їх функціонування.

4. Обґрунтовано критерії ефективності діяльності вантажних митних комплексів як ланки логістичного ланцюга. Сформульовано техніко-експлуатаційні показники оцінки діяльності вантажних митних комплексів та їх вплив на тривалість, вартість, якість та надійність доставки товарів у міжнародному сполученні.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВАНТАЖНОГО МИТНОГО КОМПЛЕКСУ, ЯК ЛАНКИ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА

2.1 Застосування кластерного аналізу для визначення попиту на митно-логістичні послуги за регіонами України

Доцільність функціонування вантажних митних комплексів в Україні в цілому, а також в окремо взятому регіоні, залежить від попиту на митні та логістичні послуги у суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності. З метою визначення попиту на послуги вантажних митних комплексів за регіонами України запропоновано застосування методів статистичного аналізу даних для комплексної оцінки їх зовнішньоекономічного потенціалу [125].

В якості об'єктів спостереження обрано двадцять чотири області України та місто Київ в період з 2015 по 2019 рік. З метою оцінки зовнішньоекономічного потенціалу регіонів використовувалися чинники, що відображають рівень їх розвитку: регіональні обсяги зовнішньої торгівлі товарами; експорт і імпорт товарів суб'єктами господарювання за кількістю найманих працівників у розрізі регіонів; кількість активних підприємств за регіонами України та видами економічної діяльності: транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність; валовий регіональний продукт; кількість суб'єктів господарювання; кількість зайнятих працівників на суб'єктах господарювання; регіональна структура обігу роздрібної торгівлі; капітальні інвестиції за регіонами; регіональна структура роздрібного товарообігу підприємств роздрібної торгівлі; обсяг реалізованої промислової продукції. Вихідні дані [32, 33] представлені на рисунку 2.1.

Поряд зі стандартизацією вихідних даних кожному чиннику присвоєно певний коефіцієнт важливості, який відображає значимість відповідного показника. Застосовується двоетапна методологія кластерного аналізу: попередня ідентифікація кластерів регіонів України за допомогою

ієрархічних алгоритмів (побудови дендрограм) з наступним уточненням кластерів за допомогою ітераційної процедури розбиття методом k- середніх в пакеті статистичного аналізу даних Statistica .

	1 F1	2 F2	3 F3	4 F4	5 F5	6 F6	7 F7	8 F8	9 F9	10 F10	11 F11	12 F12	13 F13	14 F14	15 F15
Vinnitsia region	1186473.78	433558.06	726.6	2416	1186.42642	433.559452	349.4	84551.75	72761.2	253.5346	30089.34	12113.94	30089.34	64869.62	125233.92
Volyn region	669369.56	1182388.46	628.6	3123.8	669.365337	1182.45753	351.6	44963	43775.8	171.9394	21111.08	8167	21111.08	26074.38	113307.8
Dnipropetrovsk region	6989431.86	4413013.66	1304.4	4301	6989.28105	4413.10249	1252.6	285745.5	148248	833.931	92694.54	45612.88	92694.54	393403.88	686698.38
Donetsk region	4207520.86	1763494.22	377	1082.2	4207.14994	1763.7905	515.6	152793	64248.2	391.452	31115.4	18940.64	31115.4	246579.24	317403.9
Zhytomyr region	579348.86	426703.06	1144.6	1773.4	579.317787	426.712222	271.8	56231	52603.2	194.0886	25654.24	6796.62	25654.24	36551.98	76268.38
Zakarpattia region	1380327.78	1294730.12	1329.8	2558.4	1380.33663	1294.72303	325.4	39207.5	53991	157.3498	23049.98	6143.4	23049.98	20019.28	51188.64
Zaporizhzhia region	2932532.04	1340839.4	668	1606.8	2932.52085	1340.9274	544.8	117709.3	82050.8	367.3982	44710.92	13015.4	44710.92	173630.18	218963
Ivano-Frankivsk region	679021.12	600991.06	805.4	3066	678.977559	600.588987	285.4	59887.75	52715.6	174.3102	27866.64	9105.54	27866.64	50613.64	71629.88
Kyiv region	1789759.2	3339189.88	1094.8	3839.4	1789.73937	3339.47662	1017.2	146967.8	100586	443.6194	62940.52	36334.22	62940.52	96126.7	349645.54
Kirovohrad region	495676.9	207743.9	324.6	695.6	495.66885	207.74889	259.2	50483.75	38374.6	146.977	19583.62	6473.6	19583.62	26094.3	72092.78
Luhansk region	256634.98	297390.26	97.4	348.2	256.644771	297.39671	165.4	30174	21722	118.076	8300.84	3188.1	8300.84	25893.56	36881.06
Lviv region	1632945.38	2224273.84	1292.4	6745.6	1632.96526	2224.55912	763	133544.8	117200.6	485.8918	60215.6	22611.6	60215.6	81750.16	231423.08
Mykolaiv region	1887044.9	754248.68	373.4	929.8	1887.02261	754.138211	532.6	63824.25	55740.4	186.301	25713.56	9858.26	25713.56	50081.6	110435.88
Odesa region	1622871.3	1410789.28	1000.2	3771	1622.85358	1410.92415	2099.8	135583	131154.8	442.7836	74020.2	18689.72	74020.2	52532.92	267994.44
Poltava region	1758095.88	1105333.5	427.8	1373	1757.9856	1105.33793	454	134297.5	62731.6	311.5382	31101.24	16140.4	31101.24	148695.92	204828.8
Rivne region	386179.64	295985.84	531.2	2240.2	386.186259	295.9728	303	45099.75	40539	154.2414	20632.56	5697.1	20632.56	34105.84	53555.86
Sumy region	701416.64	554263.64	518.6	1391.4	701.414483	554.276921	208.4	53218.25	41829.2	177.3034	21105.7	6319.62	21105.7	40563.96	74403.32
Ternopil region	370438.64	351010.4	319.4	1749	370.444107	351.021761	203.4	36902	39162.2	137.1242	16724.44	6616.64	16724.44	17918.9	59303.32
Kharkiv region	1245005.94	1575489.1	1429	4113.2	1245.00297	1575.69955	774.8	175122.3	160018.2	593.142	79760.12	18645.76	79760.12	155098.68	286630.08
Kherson region	262444.34	248514.06	303.4	731.8	262.447941	248.6894	381	43496.75	46734.8	143.434	24172.5	7213.4	24172.5	25838.68	56699.74
Khmelnytsk region	493698.96	403180.98	461.2	1874.8	493.673673	403.209458	313	57368.75	61622.6	197.4398	23982.5	9457.6	23982.5	36615.66	76772.62
Cherkasy region	635110.56	359609.82	492.8	1359.6	635.092899	359.601554	448.4	69186.5	54469.2	211.3638	25448.48	8207.56	25448.48	59745.66	123612.04
Chernivtsi region	158272.82	127113.14	566.8	1836.6	158.269522	127.110484	183	25569.75	44920	111.5658	16014.12	3223.56	16014.12	10984.06	28764.78
Chernihiv region	634367.4	440316.28	518.8	893	634.349625	440.339999	336.8	51906	40718.4	160.603	19748.4	6734.98	19748.4	28377.76	76566.64
Kyiv city	9958175.02	1993908.7	4119.8	13932.4	9957.91272	19941.581	3670	635773.5	257400	1965.4144	178099.18	143486.26	178099.18	174765.48	2471573.58

Рисунок 2.1 – Вихідні дані [32, 33]

В результаті класифікації області України розподілено на п'ять однорідних кластерів, що дозволить на цій основі розробити систему диференційованих заходів для кожного кластеру регіонів з високим, середнім та низьким рівнями розвитку зовнішньоекономічної діяльності. Застосування дисперсійного аналізу дозволило виділити чинники, які мають вагомий вплив на класифікацію областей на групи, і чинники, вплив яких є незначним. З метою аналізу існуючої ситуації на ринку і оцінки попиту на послуги вантажних митних комплексів за регіонами України, запропоновано застосування методів статистичного аналізу даних для комплексної оцінки зовнішньоекономічного потенціалу регіонів [126].

У якості інструментів дослідження застосовано такі методи статистичного аналізу даних, як ієрархічні методи кластерного аналізу та метод k-середніх в пакеті статистичного аналізу даних Statistica. В результаті класифікації області України розподілено на п'ять однорідних кластерів, що дозволить на цій основі розробити систему диференційованих заходів стосовно кожного кластеру регіонів з високим, середнім та низьким рівнями розвитку зовнішньоекономічної діяльності [127, 128].

Важливими складовими формування стратегії управління діяльністю вантажних митних комплексів в різних регіонах України є розробка системи оцінки рівня розвитку їх зовнішньоекономічного потенціалу, прогнозування обсягів експортних і імпорتنих вантажопотоків, ступінь інфраструктурного забезпечення та наявність виробничих потужностей [113, 129, 130]. Доцільність будівництва нових вантажних митних комплексів та вдосконалення технічного, технологічного та організаційного забезпечення в окремо взятому регіоні залежить від наявності попиту на їх послуги і перспектив подальшого розвитку виробництва та економіки. Це обумовлює актуальність комплексної оцінки зовнішньоекономічного потенціалу регіонів України [131-133].

З метою порівняльної оцінки зовнішньоекономічного становища регіонів виділено п'ятнадцять чинників, що відображають рівень їх розвитку (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Чинники, що відображають економічний розвиток регіонів

Ідентифі- катор чинника	Чинники	Одиниці виміру
1	2	3
F1	Регіональні обсяги зовнішньої торгівлі товарами, експорт	тис. дол.
F2	Регіональні обсяги зовнішньої торгівлі товарами, імпорт	тис. дол.
F3	Експорт товарів за кількістю найманих працівників у розрізі регіонів	кількість учасників ЗЕД
F4	Імпорт товарів суб'єктами господарювання за кількістю найманих працівників у розрізі регіонів	кількість учасників ЗЕД
F5	Експорт товарів за кількістю найманих працівників у розрізі регіонів	млн дол США

Кінець таблиці 2.1

1	2	3
F6	Імпорт товарів суб'єктами господарювання за кількістю найманих працівників у розрізі регіонів	млн дол США
F7	Кількість активних підприємств за регіонами України та видами економічної діяльності. Транспорт, складське господарство, поштова та кур'єрська діяльність	усього одиниць
F8	Валовий регіональний продукт	млн грн
F9	Кількість суб'єктів господарювання за регіонами	усього од.
F10	Кількість зайнятих працівників на суб'єктах господарювання за регіонами	тисяч осіб
F11	Регіональна структура обороту роздрібної торгівлі	млн грн
F12	Капітальні інвестиції за регіонами	млн грн
F13	Регіональна структура роздрібного товарообороту підприємств роздрібної торгівлі	млн грн
F14	Обсяг реалізованої промислової продукції по регіонах	млн грн
F15	Обсяг реалізованої продукції (робіт, послуг) суб'єктів господарювання за регіонами	млн грн

Проаналізовані дані, отримані на основі узгодженої системи статистичних показників, хоча і є узгодженими на методологічному рівні, не можуть використовуватися без попередньої підготовки. Основною проблемою чинників є їх використання у різних одиницях виміру, які можуть не збігатися. Наприклад, дані можуть бути представлені в штуках або тис. штук, в доларах США або національній валюті тощо. Тому їх необхідно привести до єдиного формату [12].

Таким чином, проведено нормування (або стандартизацію) вихідних даних відніманням середнього і діленням на стандартне відхилення [12]. Отримані в результаті стандартизації показники мають нульове середнє значення і одиничну дисперсію (рисунок 2.2).

	1 F1	2 F2	3 F3	4 F4	5 F5	6 F6	7 F7	8 F8	9 F9	10 F10	11 F11	12 F12	13 F13	14 F14	15 F15
Vinnitsia region	-0.23302545	-0.34986602	-0.13775	-0.10672	-0.2330337	-0.34985948	-0.3833	-0.19677	-0.050644	-0.2300842	-0.278258	-0.2083626	-0.2782584	-0.2039712	-0.2565647
Volyn region	-0.46037552	-0.1586359	-0.26317	-0.150129	-0.46037166	-0.15863408	-0.3804	-0.51302	-0.604274	-0.4441565	-0.526475	-0.3492363	-0.5264754	-0.6385747	-0.2811532
Dnipropetrovsk region	2.31830341	0.66634943	0.601697	0.577313	2.31832663	0.666286435	0.80639	1.410452	1.3911754	1.29263696	1.4525529	0.98727802	1.45255294	3.47643217	0.90102594
Donetsk region	1.09520827	-0.0102424	-0.58516	-0.59073	1.09509782	-0.01019514	-0.1644	0.348369	-0.213245	0.13175423	-0.249892	0.03529528	-0.2498915	1.83162988	0.1396388
Zhytomyr region	-0.49995403	-0.3516107	-0.39719	-0.33991	-0.49996316	-0.35160787	-0.4855	-0.42301	-0.435668	-0.3860461	-0.400873	-0.3981478	-0.4008732	-0.5211995	-0.3575186
Zakarpattia region	-0.14779559	-0.1299478	0.634204	-0.05504	-0.14777655	-0.12996794	-0.4149	-0.559	-0.409161	-0.4824336	-0.472872	-0.4214624	-0.4728717	0.7064069	-0.0922664
Zaporizhzhia region	0.534646615	-0.1181732	-0.21275	-0.40036	0.534677427	-0.11817001	-0.1259	0.068104	0.1267897	0.06864696	0.1259763	-0.1761877	0.12597632	1.01441839	-0.0633202
Ivano-Frankivsk region	-0.45613212	-0.3071038	-0.03691	0.129154	-0.45614542	-0.30720976	-0.4676	-0.3938	-0.433521	-0.4379365	-0.339708	-0.3157381	-0.3397082	-0.3636738	-0.367082
Kyiv region	0.032215047	0.39213352	0.333457	0.409807	0.032226904	0.392144271	0.49633	0.301834	0.4808174	0.26862001	0.62996	0.65610508	0.62996	0.14618604	0.2061125
Kirovohrad region	-0.53674125	-0.407525	-0.65222	-0.73102	-0.53674137	-0.40751848	-0.5021	-0.46892	-0.707438	-0.5096475	-0.568704	-0.409677	-0.5687042	-0.6383516	-0.3661276
Luhansk region	-0.64183843	-0.3846325	-0.94299	-0.85709	-0.64183388	-0.3846276	-0.6256	-0.63117	-1.025508	-0.5854718	-0.880633	-0.5269427	-0.880633	-0.6406004	-0.4387248
Lviv region	-0.03672973	0.10742413	0.58634	1.464414	-0.03670249	0.107458604	0.1615	0.194605	0.7981611	0.37952539	0.5546256	0.1663188	0.55462564	-0.0148671	-0.0376308
Mykolaiv region	0.074987683	-0.2679673	-0.58977	-0.64603	0.074999751	-0.26800214	-0.142	-0.36235	-0.375747	-0.4064775	-0.399233	-0.2888721	-0.3992332	-0.369634	-0.2870743
Odesa region	-0.0411589	-0.1003105	0.212391	0.384986	-0.04114832	-0.10029687	1.92228	0.210888	1.0646903	0.26642722	0.9362738	0.02633947	0.93627378	-0.3421731	0.03776962
Poltava region	0.01829395	-0.1783129	-0.52015	-0.48521	0.018265618	-0.17832598	-0.2455	0.200619	-0.242213	-0.0779067	-0.250283	-0.0646506	-0.250283	0.73509247	-0.0924612
Rivne region	-0.58488282	-0.3849912	-0.38782	-0.17051	-0.58487794	-0.38499118	-0.4444	-0.51193	-0.666098	-0.4905887	-0.539705	-0.4373917	-0.5397048	-0.5486023	-0.4034358
Sumy region	-0.4462857	-0.3190363	-0.40395	-0.47853	-0.44628051	-0.3190352	-0.569	-0.44708	-0.641455	-0.4300835	-0.526624	-0.4151728	-0.5266241	-0.4762553	-0.3613639
Terнопil region	-0.59180351	-0.3709399	-0.65888	-0.34876	-0.59179935	-0.37093485	-0.5756	-0.57742	-0.692395	-0.5354972	-0.64775	-0.4045716	-0.6477504	-0.7299364	-0.392496
Kharkiv region	-0.2072912	-0.0582521	0.761157	0.509164	-0.20727915	-0.05822273	0.17705	0.526745	1.6159896	0.66090576	1.0949622	0.02477046	1.0949622	0.80681936	0.07619136
Kherson region	-0.63928429	-0.3971137	-0.67935	-0.71788	-0.63928238	-0.39706463	-0.3417	-0.52474	-0.547756	-0.5189429	-0.441838	-0.3832721	-0.441838	-0.6412151	-0.3978639
Khmelnytskyi region	-0.53761087	-0.3576174	-0.47741	-0.30311	-0.5376186	-0.35760912	-0.4312	-0.41392	-0.263395	-0.3772539	-0.447091	-0.3031724	-0.4470908	-0.5204861	-0.356479
Cherkasy region	-0.47543784	-0.3687439	-0.43697	-0.49007	-0.47544034	-0.36874406	-0.2529	-0.31952	-0.400027	-0.3407231	-0.406562	-0.3477887	-0.4065617	-0.2613724	-0.2599085
Chernivtsi region	-0.68508434	-0.4281152	-0.34226	-0.31697	-0.68508697	-0.42810888	-0.6024	-0.66803	-0.582419	-0.6025519	-0.667388	-0.5265771	-0.6673882	-0.807624	-0.4554584
Chernihiv region	-0.47576457	-0.3481344	-0.40369	-0.65939	-0.47576713	-0.34812812	-0.3999	-0.45756	-0.662671	-0.4738985	-0.564149	-0.4003478	-0.5641487	-0.6127711	-0.3569037
Kyiv city	3.62354119	4.63135904	4.204767	4.072374	3.62355476	4.6313648	3.99049	4.20663	3.4760102	4.26118358	3.8136878	4.48056424	3.8136878	1.02713659	4.58096453

Рисунок 2.2 – Вихідні дані після стандартизації

Окрім стандартизації, кожному чиннику надано коефіцієнт важливості, або ваги, який відображає значимість відповідного показника. Вектор ваги для п'ятнадцяти чинників має вигляд:

$$W = (1,55; 1,55; 1,5; 1,5; 1,45; 1,45; 1,4; 1,35; 1,3; 1,25; 1,2; 1,15; 1,1; 1,05; 1,0).$$

Приведення пронормованих показників до відповідної ваги дозволить отримати відстані між точками в багатовимірному просторі з урахуванням неоднакової ваги чинників (рисунок 2.3).

	1 F1	2 F2	3 F3	4 F4	5 F5	6 F6	7 F7	8 F8	9 F9	10 F10	11 F11	12 F12	13 F13	14 F14	15 F15
Vinnitsia region	-0.3611895	-0.5422833	-0.206632	-0.1600788	-0.3378989	-0.5072962	-0.5365814	-0.265643	-0.0658376	-0.2876053	-0.3339101	-0.2396169	-0.3060843	-0.2141698	-0.25656466
Volyn region	-0.7135821	-0.2458856	-0.394758	0.2251929	-0.6675389	-0.2300194	-0.5325246	-0.692583	-0.785556	-0.5551956	-0.6317705	-0.4016218	-0.5791229	-0.67050346	-0.28115315
Dnipropetrovsk region	3.59337028	1.03284162	0.9025462	0.86596976	3.36157362	0.96611533	1.1289409	1.9041102	1.80852803	1.6157962	1.74306352	1.13536973	1.59780823	3.65025378	0.901025937
Donetsk region	1.69757282	-0.0158757	-0.877744	-0.860966	1.58789184	-0.014783	-0.2301047	-0.4702979	-0.2772186	0.16469279	-0.2998698	0.04058958	-0.2748807	1.92321137	0.139638801
Zhytomyr region	-0.7749287	-0.5449966	0.5957849	-0.509607	-0.7249466	-0.5098314	-0.6796777	-0.571065	-0.5663684	-0.4825576	-0.4810478	-0.4570699	-0.4409605	-0.54725943	-0.3575186
Zakarpattia region	-0.2290832	-0.2014192	0.9513055	-0.0825672	-0.214276	-0.1884535	-0.580838	-0.754653	-0.5319088	-0.603042	-0.5674461	-0.4846818	-0.5201589	-0.7417273	-0.40922636
Zaporizhzhia region	0.82870225	-0.1831685	-0.319124	-0.6005449	0.77528227	-0.1713465	-0.1762592	0.0919409	0.16482662	0.08580871	0.15117159	-0.2026159	0.13857395	1.06513931	-0.06332019
Ivano-Frankivsk region	-0.7070048	-0.4760109	-0.053633	0.19373104	-0.6614109	-0.4454542	-0.654599	-0.531629	-0.5635774	-0.5474206	-0.4076498	-0.3630988	-0.373679	-0.38185747	-0.36708195
Kyiv region	0.04993332	0.60780696	0.500186	0.61471033	0.04672901	0.56860919	0.69485769	0.4074761	0.62506262	0.33577502	0.75595199	0.75452084	0.69295569	0.153495347	0.206112499
Kirovohrad region	-0.8319489	-0.6316637	-0.978334	-1.0965319	-0.778275	-0.5909918	-0.7029124	-0.633046	-0.9196699	-0.6370594	-0.6824451	-0.4711285	-0.6255477	-0.67026915	-0.36612758
Luhansk region	-0.9948496	-0.5961804	-1.41448	-1.2856296	-0.9306591	-0.55771	-0.8758818	-0.852074	-1.3331602	-0.7318398	-1.0567596	-0.6059841	-0.9686963	-0.67263037	-0.43872479
Lviv region	-0.0569311	0.16650741	0.8795103	2.19662141	-0.0532186	0.15581498	0.22610683	0.2627171	1.03760939	0.47440673	0.66555077	0.19126662	0.6100882	-0.01561043	-0.03763081
Mykolaiv region	0.11623091	-0.4153494	-0.884655	-0.9690514	0.10874964	-0.3886031	-0.1987563	-0.489176	-0.4884705	-0.5080969	-0.4790798	-0.3322029	-0.4391565	-0.38811566	-0.28707429
Odesa region	-0.0637963	-0.1554813	0.3185864	0.57747865	-0.0596651	-0.1454305	2.69119789	0.2846984	1.38409744	0.33303402	1.12352854	0.0302904	1.02990116	-0.35928171	-0.03769617
Poltava region	0.02835562	-0.276385	-0.780226	-0.7278076	0.02648515	-0.2585727	-0.3436965	0.2708351	-0.3148764	-0.0973833	-0.3003396	-0.0743482	-0.2753113	0.771847094	-0.09246116
Rivne region	-0.9065684	-0.5967363	-0.581733	-0.2557708	-0.848073	-0.5582372	-0.6221441	-0.691109	-0.865927	-0.6132359	-0.6476457	-0.5030005	-0.5936753	-0.57603245	-0.40434578
Sumy region	-0.6917428	-0.4945063	-0.605921	-0.717792	-0.6471067	-0.462601	-0.7965888	-0.603556	-0.8338909	-0.5376044	-0.631949	-0.4774487	-0.5792866	-0.50006804	-0.36136386
Terнопil region	-0.9172954	-0.5749568	-0.988316	-0.5231422	-0.8581091	-0.5378555	-0.8058089	-0.779516	-0.9001135	-0.6693715	-0.7773005	-0.4652573	-0.7125255	-0.76643327	-0.39249605
Kharkiv region	-0.3213014	-0.0902908	1.1417355	0.76374593	-0.3005548	-0.084423	0.24786631	0.7111054	2.10078653	0.8261322	1.31395461	0.02848603	1.20445839	0.847160325	0.076191357
Kherson region	-0.9908906	-0.6155263	-1.019031	-1.0768274	-0.9269595	-0.5757437	-0.4783103	-0.708396	-0.712083	-0.6486786	-0.5302056	-0.4407629	-0.4860128	-0.67327591	-0.39786394
Khmelnytskyi region	-0.8332968	-0.5543069	-0.716109	-0.4546663	-0.779547	-0.5185332	-0.6037039	-0.558795	-0.3424133	-0.4715674	-0.536509	-0.3486482	-0.4917999	-0.54651039	-0.35647899
Cherkasy region	-0.7369286	-0.571553	-0.655448	-0.7351015	-0.6893885	-0.5346789	-0.3540231	-0.431348	-0.5200349	-0.4259038	-0.487874	-0.399957	-0.4472179	-0.27444099	-0.25990855
Chernivtsi region	-1.0618807	-0.6635785	-0.513393	-0.4754595	-0.9933761	-0.6207579	-0.843427	-0.901836	-0.7571451	-0.7531899	-0.8008659	-0.6045286	-0.7341271	-0.84900515	-0.4554584
Chernihiv region	-0.7374351	-0.5396083	-0.605537	-0.9890825	-0.6898623	-0.5047858	-0.5598161	-0.617707	-0.8614724	-0.5923731	-0.6769784	-0.4604	-0.6205635	-0.64340967	-0.35690366
Kyiv city	5.61648884	7.17860651	6.3071498	6.1085609	5.25415441	6.71547896	5.58668412	5.6789506	4.5188133	5.32647947	4.57642536	5.15264887	4.19505658	1.07849342	4.58096453

Рисунок 2.3 – Вихідні дані після стандартизації та присвоєння ваги чинникам

Для визначення зовнішньоекономічного потенціалу регіонів України застосовується двоетапна методологія кластерного аналізу: попередня ідентифікація кластерів регіонів України за допомогою ієрархічних

алгоритмів (побудови дендрограм) з наступним уточненням кластерів за допомогою ітераційної процедури розбиття методом k-середніх в пакеті статистичного аналізу даних Statistica [134-136]. На першому етапі була застосована ієрархічна класифікація: у якості правила об'єднання спостережень в кластери був використаний метод Варда, алгоритм якого полягає у визначенні відстаней між групами, застосовуючи методи дисперсійного аналізу, а в якості відстані між спостереженнями – Евклідова відстань [135, 136]. Графічне зображення результатів ієрархічної класифікації (дендрограми) наведено на рисунку 2.4.

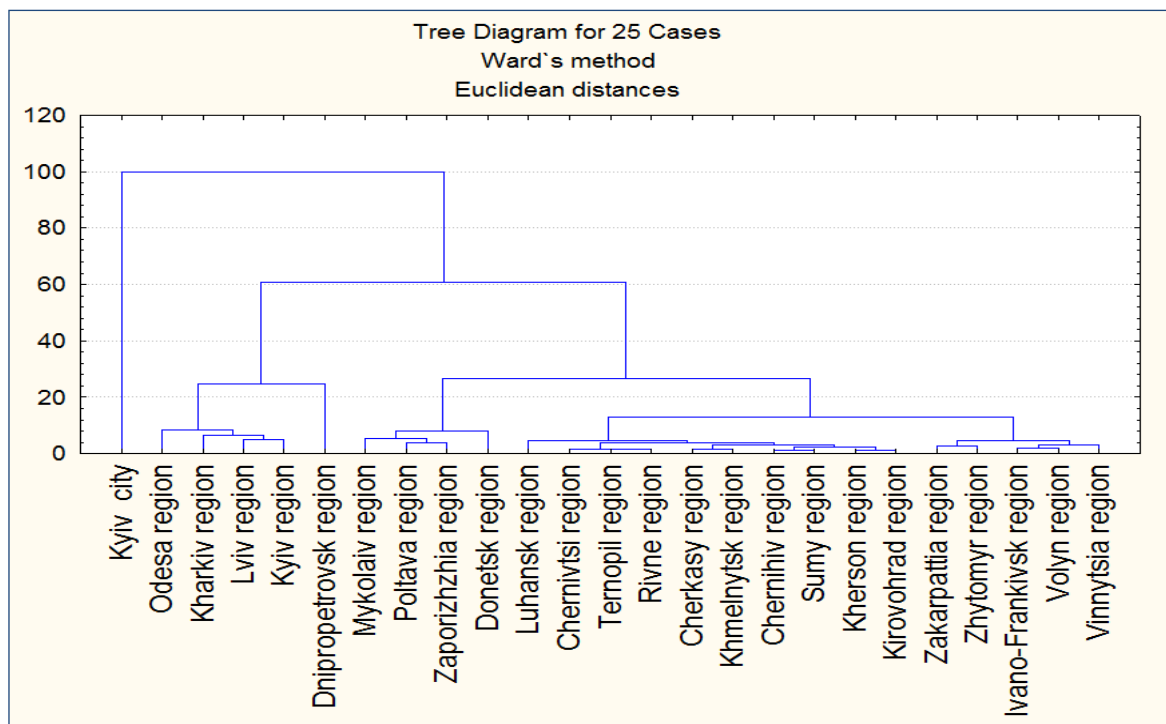


Рисунок 2.4 – Графічне зображення ієрархічної класифікації

На дендрограмі простежується наявність декількох груп спостережень, розташованих поруч, які об'єднуються в кластери на відстані приблизно в 1–25 одиниць нормованої шкали. При цьому також спостерігається єдине спостереження (місто Київ), яке об'єднується з усією основною групою на відстані 100 одиниць, і значення показників якого різко відрізняються від наявної сукупності. При цьому включення даного

спостереження в будь-який кластер буде суттєво зміщувати його центр, приводячи до недостовірності даних класифікації. Для визначення оптимальної кількості кластерів, на які необхідно розбити області, проведена горизонтальна лінія на відстані 20 одиниць нормованої шкали. В результаті класифікації отримано п'ять кластерів. Виходячи з того, що вибірка складається з п'яти кластерів, проведена класифікація спостережень методом k-середніх. У якості центрів кластерів обрані спостереження, що максимізують початкові відстані між кластерами. Базуючись на класифікації методом k-середніх, області України розподілені на кластери (таблиця 2.2)

Таблиця 2.2 – Розподіл областей України на кластери

Кластери	Кількість спостережень	Області
Кластер 1	1	Дніпропетровська
Кластер 2	16	Вінницька, Волинська, Житомирська, Закарпатська, Івано-Франківська, Кіровоградська, Луганська, Миколаївська, Рівненська, Сумська, Тернопільська, Херсонська, Хмельницька, Черкаська, Чернівецька, Чернігівська
Кластер 3	3	Донецька, Запорізька, Полтавська
Кластер 4	4	Київська, Львівська, Одеська, Харківська
Кластер 5	1	місто Київ

На рисунку 2.5 представлені Евклідові відстані і квадрати Евклідових відстаней між кластерами.

Cluster Number	Euclidean Distances between Clusters (KL_W.sta)				
	Distances below diagonal				
	Squared distances above diagonal				
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
No. 1	0,000000	6,384432	3,146970	3,047080	16,09992
No. 2	2,526743	0,000000	0,698602	1,325111	34,99538
No. 3	1,773970	0,835824	0,000000	0,947678	29,41728
No. 4	1,745589	1,151135	0,973487	0,000000	24,23111
No. 5	4,012470	5,915689	5,423769	4,922511	0,000000

Рисунок 2.5 – Евклідові відстані і квадрати Евклідових відстаней

Евклідова відстань (значення під діагоналлю) – це відстань між наборами змінних (F1–F15) для кожного кластера областей, що є еквівалентною відстані між кластерами відповідно до обраних показників. Чим менше відстань між об'єктами, тим вони більш схожі. Кластери знаходяться на великих відстанях один від одного, коли Евклідові відстані більше одиниці. Квадрат Евклідової відстані (значення над діагоналлю) використовується, якщо необхідно надати великої ваги більш віддаленим один від одного об'єктам [136].

Найбільша відстань спостерігається між п'ятим кластером і кластерами два, три, чотири і один, тобто п'ятий кластер та інші є найменш схожими. Таким чином, зовнішньоекономічний потенціал міста Київ, що входить до п'ятого кластеру, є значно вищим за потенціал інших областей. Майже на рівних відстанях між собою знаходяться кластери три і два, чотири і три, так як Евклідові відстані становлять менше одиниці. Середні значення для кожного кластеру представлені на лінійному графіку (рисунок 2.6).

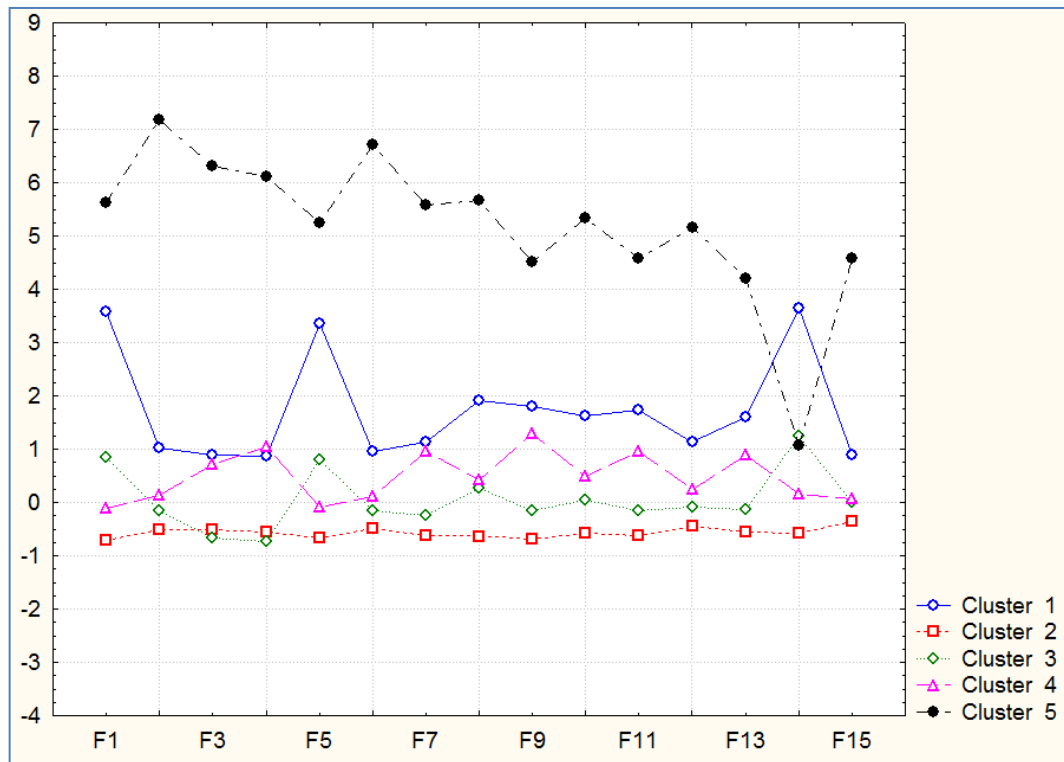


Рисунок 2.6 – Графік середніх кластерів

На рисунку 2.7 наведено результати дисперсійного аналізу чинників за кластерами.

Variable	Analysis of Variance (KL W.sta)					
	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
F1	54,75428	4	2,905720	20	94,218	0,000000
F2	57,01327	4	0,646729	20	440,782	0,000000
F3	47,98707	4	6,012928	20	39,903	0,000000
F4	48,97464	4	5,025360	20	48,727	0,000000
F5	47,91727	4	2,542733	20	94,224	0,000000
F6	49,89408	4	0,565923	20	440,821	0,000000
F7	42,43192	4	4,608077	20	46,041	0,000000
F8	43,15443	4	0,585573	20	368,480	0,000000
F9	38,00377	4	2,556235	20	74,335	0,000000
F10	37,09517	4	0,404827	20	458,161	0,000000
F11	33,68847	4	0,871535	20	193,271	0,000000
F12	31,22165	4	0,518355	20	301,161	0,000000
F13	28,30767	4	0,732331	20	193,271	0,000000
F14	24,49080	4	1,969205	20	62,184	0,000000
F15	23,88229	4	0,117708	20	1014,470	0,000000

Рисунок 2.7 – Дисперсійний аналіз чинників за кластерами

У таблиці (рис. 2.7) наведені значення міжгрупових (Between SS) і внутрішньогрупових (Within SS) дисперсій показників. Чим менше значення внутрішньогрупової дисперсії і більше значення міжгрупової дисперсії, тим

краще чинник характеризує належність об'єктів до кластеру, і тим «якіснішою» є кластеризація.

За всіма параметрами міжгрупова дисперсія є більшою за 23,88, а внутрішньогрупова є меншою за 6. Найкраще приналежність об'єктів кластеру характеризують чинники F2 – регіональні обсяги зовнішньої торгівлі товарами, імпорт; F6 – імпорт товарів суб'єктами господарювання за кількістю найманих працівників у розрізі регіонів; F8 – валовий регіональний продукт – вони відповідають найбільшій різниці між міжгруповою та внутрішньогруповою дисперсіями. Найгірше (тобто відповідають найменшій різниці дисперсій) характеризує приналежність показнику F14 – обсяги реалізованої промислової продукції по регіонах [132].

Чинники зі значеннями $p > 0,05$ можна виключити із процедури кластеризації, так як для цих показників немає суттєвої різниці середніх значень за кластерами, тобто чинник не є інформативним при проведенні кластерного аналізу. У нашому випадку для будь-якого показника $p < 0,05$, а, отже, жоден із розглянутих чинників не підлягає вилученню. Параметри F і p також характеризують внесок чинника в поділ об'єктів на групи. Кращій кластеризації відповідають більші значення першого і менші значення другого параметрів [137]. З таблиці видно, що зазначені вище найкращі показники відповідають максимальній різниці $(F - p)$ для чинників F2, F6, F8, які значно впливають на класифікацію областей за групами; чинник, вплив якого на процес кластеризації є незначним – F14.

Застосування кластерного аналізу дозволить сформулювати рекомендації для митної служби України з точки зору потреби у кадровому та інфраструктурному забезпеченні при виконанні митних формальностей, а також для суб'єктів ринку транспортних послуг з метою оцінки попиту на їх послуги за регіонами держави [138].

Кластерний підхід і методи класифікації також знаходять застосування в різних галузях економіки, менеджменту та інжинірингу [127, 128, 139, 140].

2.2 Оцінка доцільності застосування послуг вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних перевезень автомобільним транспортом

З метою підтвердження або спростування доцільності формування логістичних ланцюгів із залученням вантажних митних комплексів в залежності від потреб замовників митно-логістичних послуг проведено експертну оцінку відгуків стейкхолдерів про досвід співпраці з даним об'єктом митної інфраструктури [102]. До опитування було залучено підприємства, що мали попередній досвід співпраці з вантажними митними комплексами. Їм було запропоновано оцінити ступінь задоволеності від обслуговування за 10-бальною шкалою. В цілому, в опитуванні приймали участь 676 фахівців (рис. 2.8), що представляли інтереси підприємств, які здійснюють наступні види діяльності: вантажоодержувачі – 160 осіб, вантажовідправники – 320 осіб, митні брокери – 74 особи, перевізники – 67 осіб, експедитори – 55 осіб.

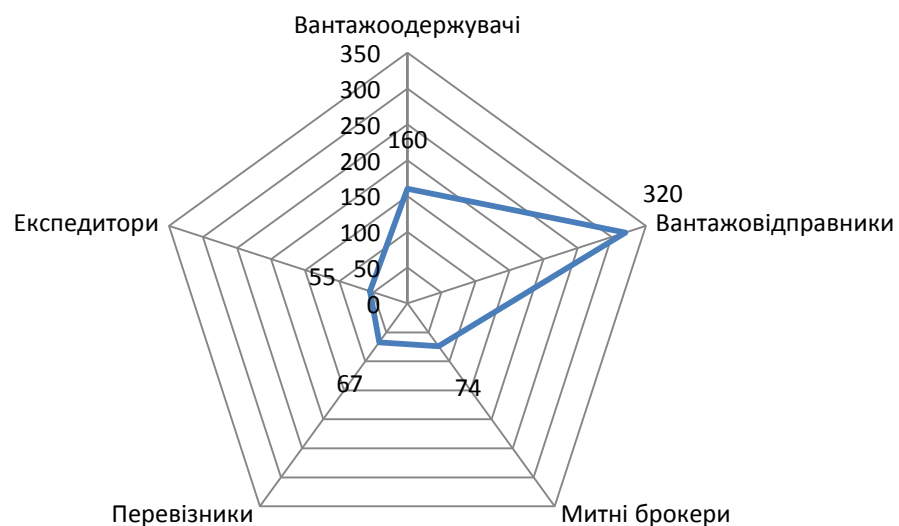


Рисунок 2.8 – Результати опитування експертів з метою оцінки задоволеності співпраці з вантажними митними комплексами

Вантажоодержувачі, що користувалися послугами вантажних митних комплексів при виконанні зовнішньоторговельних операцій, досить високо

оцінили співпрацю з даним об'єктом митної інфраструктури. Слід зазначити, що при опитуванні експертів не уточнювалося, до яких саме митно-логістичних послуг суб'єкт господарювання залучав вантажний митний комплекс [141]. Відповідно до отриманих результатів 51 експерт оцінив ступінь задоволеності обслуговування вісьмома балами, 27 – дев'ятьма балами, 41 фахівець поставив найвищий бал за запропонованою шкалою (рис. 2.9).

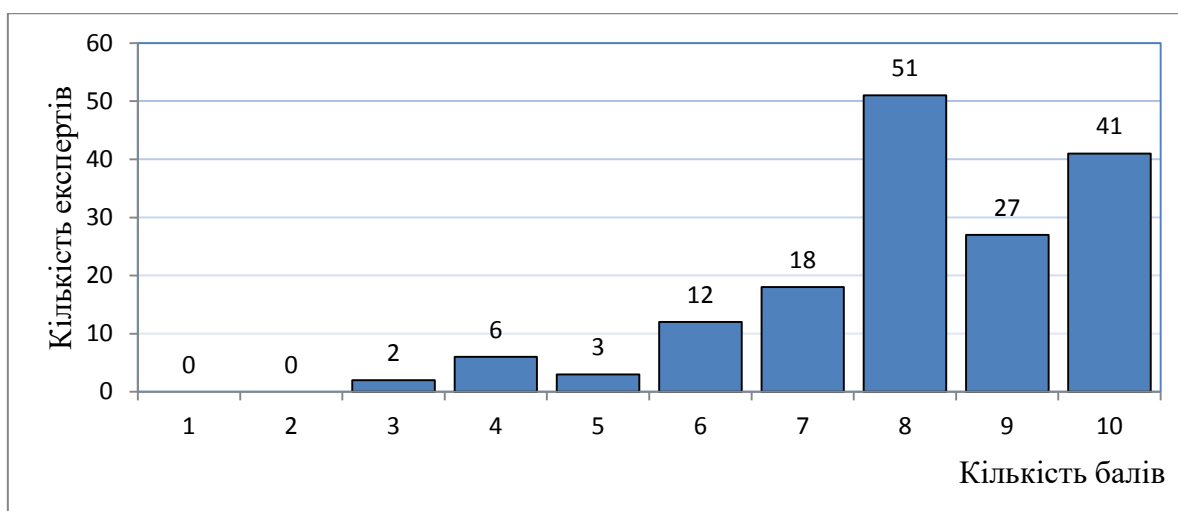


Рисунок 2.9 – Оцінки співпраці вантажоодержувачів з вантажними митними комплексами

Не менш важливим аспектом організації діяльності вантажовідправників є якісне митно-логістичне обслуговування. Адже, здебільшого за договорами купівлі-продажу на них покладається зобов'язання з організації всіх робіт з забезпечення міжнародного перевезення та виконання супутніх операцій (рис. 2.10).

Високий ступінь довіри і відповідні оцінки отримали вантажні митні комплекси і від митних брокерів, що безпосередньо взаємодіють з підрозділами митних органів при виконанні митних формальностей (рис. 2.11).

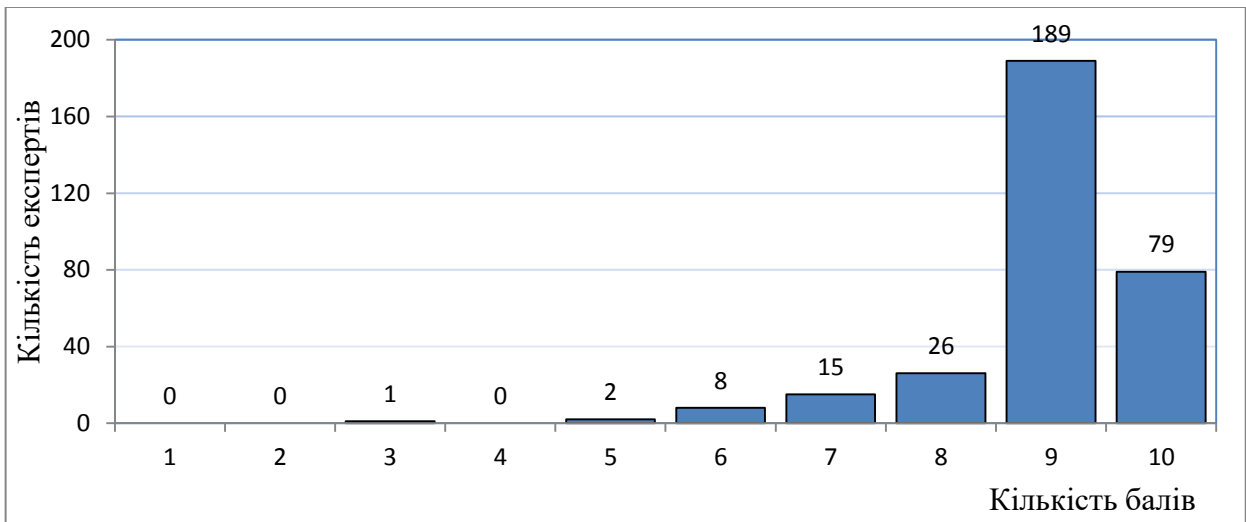


Рисунок 2.10 – Оцінки співпраці вантажовідправників з вантажними митними комплексами

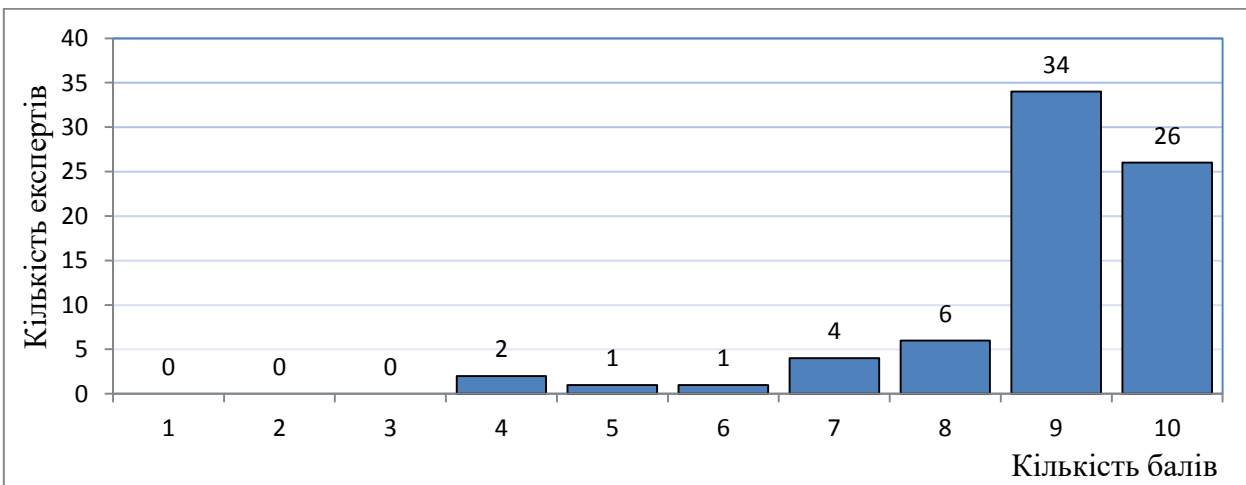


Рисунок 2.11 – Оцінки співпраці митних брокерів з вантажними митними комплексами

Сьогоднішні реалії виконання міжнародної доставки товарів свідчать про значну роль перевізників у даному процесі (рис. 2.12). Оскільки, окрім управління автотранспортним засобом на нього покладаються зобов'язання з контролю за товаросупровідними документами та взаємодія з усіма необхідними службами та установами, що можуть долучатися до процесу перевезення [130].

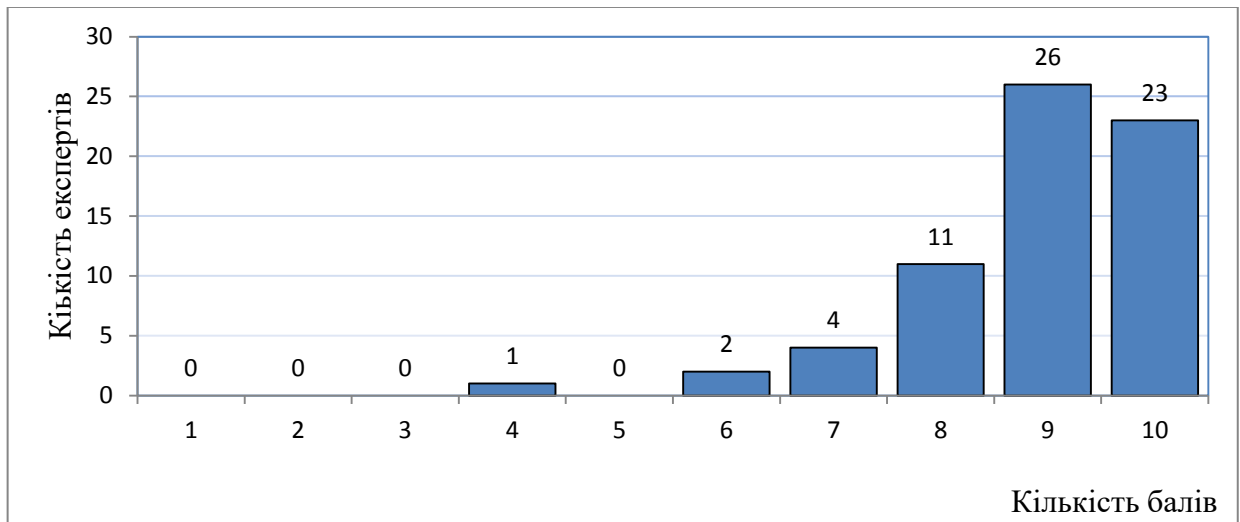


Рисунок 2.12 – Оцінки співпраці перевізників з вантажними митними комплексами

Що стосується експедиторів, то до їх професійних зобов'язань належить ефективна організація і планування процесу перевезення вантажів з урахуванням тих критеріїв ефективності, в яких зацікавлений замовник послуг. Сучасна практика свідчить, що досить часто експедитори співпрацюють з вантажними митними комплексами при запиті замовника на комплексне митно-логістичне обслуговування. Тим самим експедитор також зацікавлений у даному форматі обслуговування, оскільки він таким чином мінімізує кількість посередницьких організацій, які необхідно було б залучити до організації доставки, відповідно здійснювати контроль за їх діяльністю і виконувати фінансові розрахунки з кожним окремим суб'єктом транспортного ринку. А за умови співпраці з вантажним митним комплексом з'являється можливість мінімізації комерційних та транспортних ризиків, пов'язаних з діяльністю третіх осіб (2.13) [142].

Для виявлення відмінностей в оцінках ефективності співпраці стейкхолдерів з вантажними митними комплексами за різними групами експертів (експедитори, перевізники, митні брокери, вантажовідправники, вантажоодержувачі) були використані методи дисперсійного аналізу в програмному пакеті статистичного аналізу Statistica (табл. 2.3).

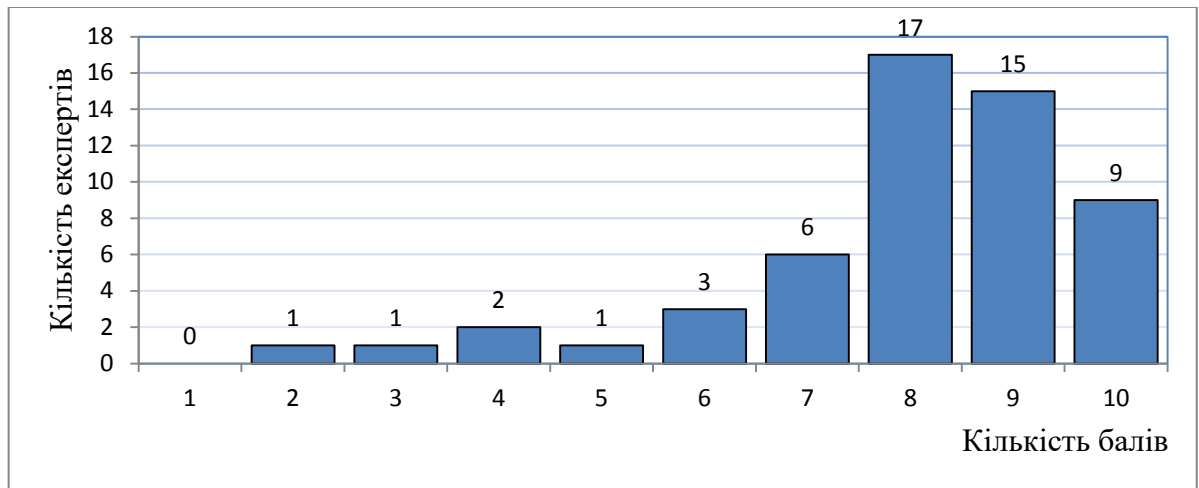


Рисунок – 2.13 Оцінки співпраці експедиторів з вантажними митними комплексами

Таблиця 2.3 – Обґрунтування погодженості думок експертів

Показники	Вантажо- одержувачі	Вантажо- відправники	Митні брокери	Перевізники	Експедитори
Обсяг вибірки	$n = 160$	$n = 320$	$n = 74$	$n = 67$	$n = 55$
Середнє значення	$y_{e.ср.} = 8,15$	$y_{e.ср.} = 8,95$	$y_{e.ср.} = 8,93$	$y_{e.ср.} = 8,9$	$y_{e.ср.} = 7,98$
Медіана	$M_e = 8$	$M_e = 9$	$M_e = 9$	$M_e = 9$	$M_e = 8$
Мода	$M_o = 8$	$M_o = 9$	$M_o = 9$	$M_o = 9$	$M_o = 8$
Дисперсія	$D_{ср.} = 2,68$	$D_{ср.} = 0,95$	$D_{ср.} = 1,68$	$D_{ср.} = 1,4$	$D_{ср.} = 3,17$
Середньоквад- ратичне відхилення	$\sigma_{ср.} = 1,64$	$\sigma_{ср.} = 0,98$	$\sigma_{ср.} = 1,3$	$\sigma_{ср.} = 1,8$	$\sigma_{ср.} = 1,78$
Коефіцієнт варіації %	$V = 20,09\%$	$V = 10,91\%$	$V = 14,51\%$	$V = 13,29\%$	$V = 22,29\%$
Мінімальне значення	3	3	4	4	2
Максимальне значення	10	10	10	10	10

На рисунку 2.14 представлена діаграма розмаху оцінки ефективності співпраці з ВМК різними групами експертів.

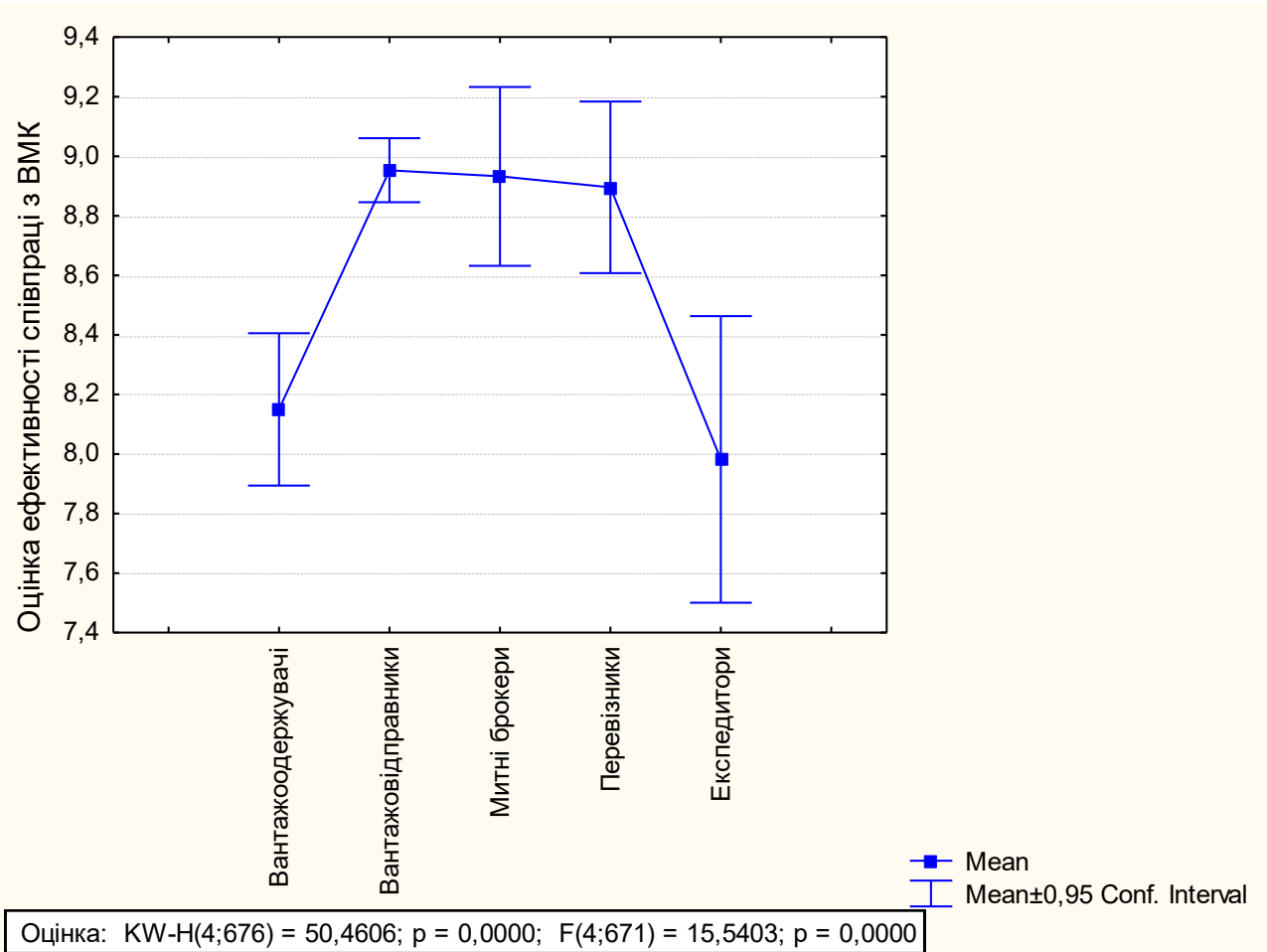


Рисунок 2.14 – Категорійна діаграма розмаху оцінки ефективності співпраці стейкхолдерів з вантажними митними комплексами

З приведеної на рисунку 2.14 категорійної діаграми розмаху видно, що за критеріями «Kruskal-Wallis test» и «F test, p (ANOVA)» оцінка ефективності співпраці з вантажними митними комплексами суттєво залежить від групи експертів, оскільки, $p \leq 0,05$. При попарному порівнянні не виявлено суттєвих відмінностей в оцінках вантажовідправників, митних брокерів і перевізників, а також вантажовідправників і експедиторів [130].

В цілому, за результатами проведених досліджень, можемо зробити висновок, що підприємства, які мали досвід співпраці з вантажними митними комплексами, підтверджують досить високий ступінь задоволеності рівнем митно-логістичного обслуговування.

2.3 Обґрунтування критеріїв ефективності функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга

Оцінка прийняття рішення стейкхолдерами митно-логістичних послуг щодо вибору типу логістичного ланцюга, виконувалася на основі опитування 676 експертів. Слід зазначити, що до структури усіх досліджуваних логістичних ланцюгів належить вантажний митний комплекс, але за різних умов обслуговування. Так, в першому, другому та третьому типах логістичних ланцюгів (рис. 1.9-1.11) на території вантажного митного комплексу відбувалося лише митне оформлення вантажів, а, відповідно, до четвертого типу (рис. 1.12) – передбачалося комплексне митно-логістичне обслуговування [82].

Результати оцінки прийняття рішень про вибір типу логістичного ланцюга за стейкхолдерами митно-логістичних послуг розподілилися наступним чином: 26% респондентів обирають перший тип логістичного ланцюга (ЛЛ); найбільша кількість опитаних обирають другий тип ЛЛ – 32%; 25% – третій тип ЛЛ; найменша кількість (17%) припадає на четвертий тип логістичного ланцюга (рис. 2.15).

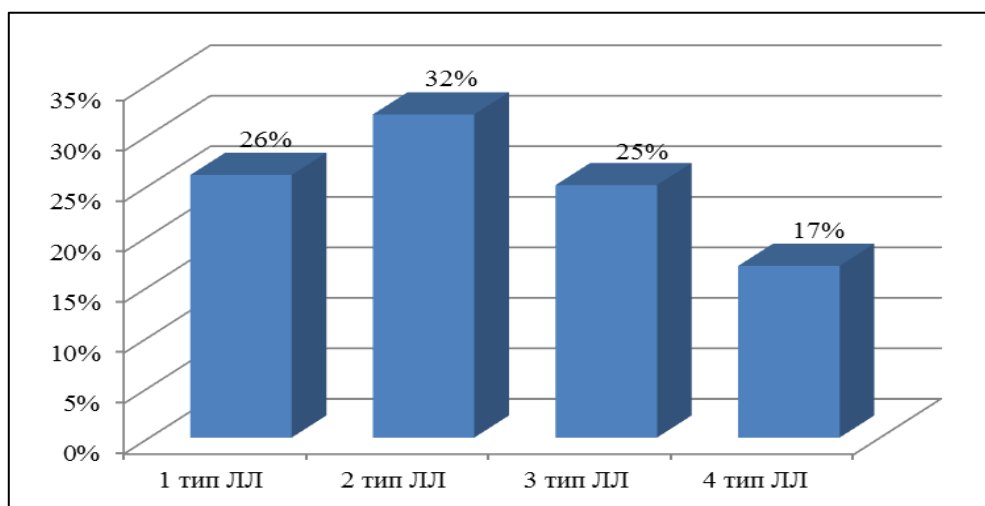


Рисунок 2.15 – Оцінка прийняття рішення про вибір типу логістичного ланцюга за замовниками митно-логістичних послуг

За критеріями вартості, тривалості, якості та надійності логістичного ланцюга вибір експертів розподілився для різних типів ЛЛ наступним чином (рис. 2.16-2.19).

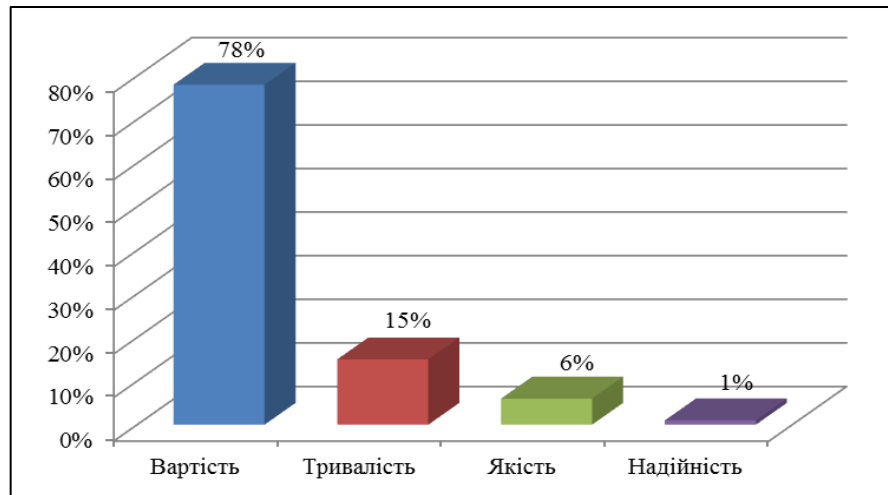


Рисунок 2.16 – Розподіл критеріїв ефективності при виборі першого типу логістичного ланцюга

Опитування показали (рис. 2.16), що, обираючи перший тип логістичного ланцюга, найважливішим критерієм для експертів є вартість (78%), менш важливими є тривалість (15%), якість (6%) та надійність (1%).

Найбільша група респондентів, що обрала другий тип логістичного ланцюга, також найважливішим критерієм обирає вартість (46%) (рис. 2.17).

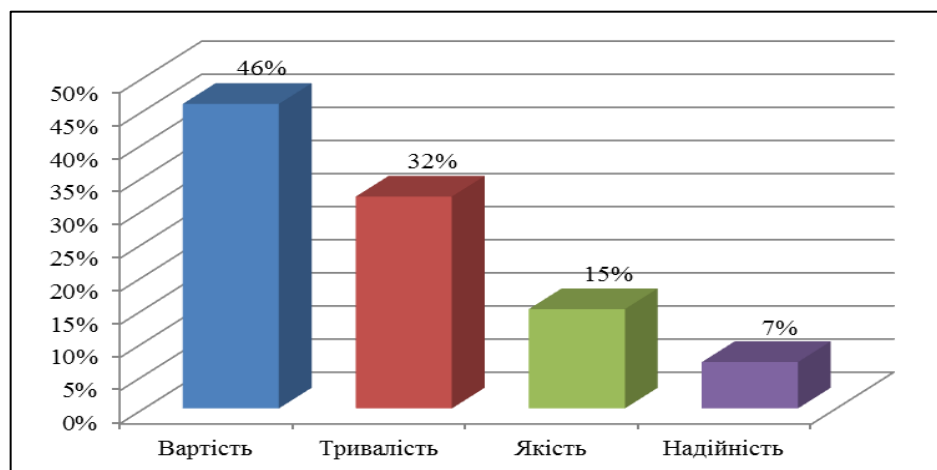


Рисунок 2.17 – Розподіл критеріїв ефективності при виборі другого типу логістичного ланцюга

Але при цьому майже третина опитаних обирає також тривалість доставки – 32%. На третьому місці по важливості обрано якість – 15%, найменш важливим є критерій надійності – 7%.

На відміну від перших двох типів ЛЛ, майже половина респондентів, що обирають третій тип ЛЛ, надають перевагу критерію тривалості (рис. 2.18) – 48%, при цьому вартість та якість доставки мають майже однакові значення – 20% та 22% відповідно. Найменше респондентів обирають надійність – 10%.

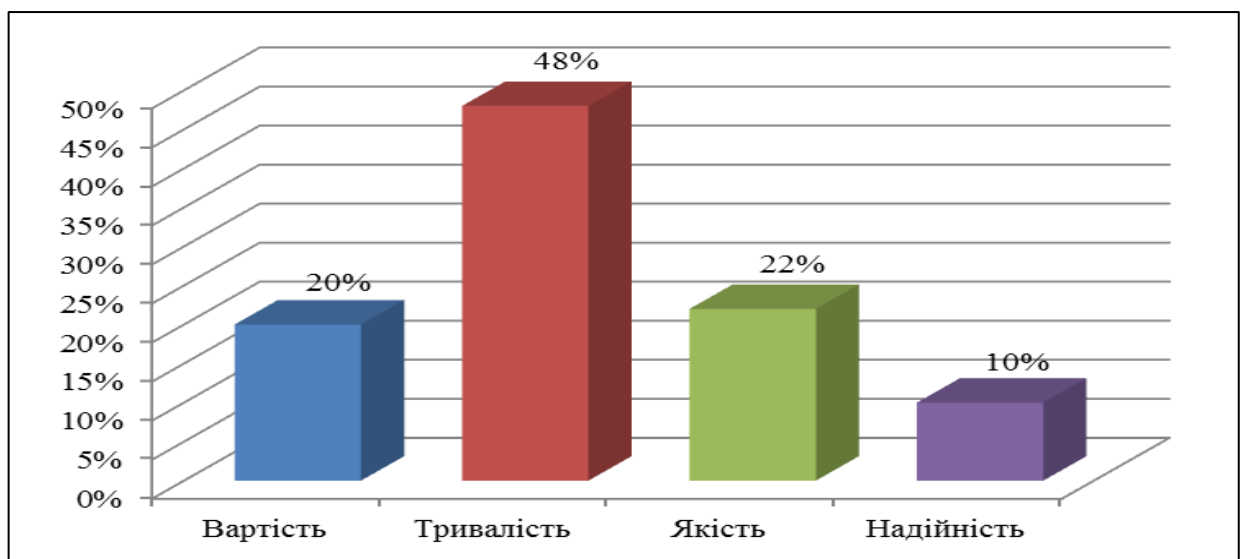


Рисунок 2.18 – Розподіл критеріїв ефективності при виборі третього типу логістичного ланцюга

Для експертів, що обрали четвертий тип логістичного ланцюга, найважливішим критерієм є його надійність – 42% (рис. 2.19), на другому місці по важливості є тривалість обслуговування – 37%. Менш важливими виявилися якість та вартість – 14% та 7% відповідно.

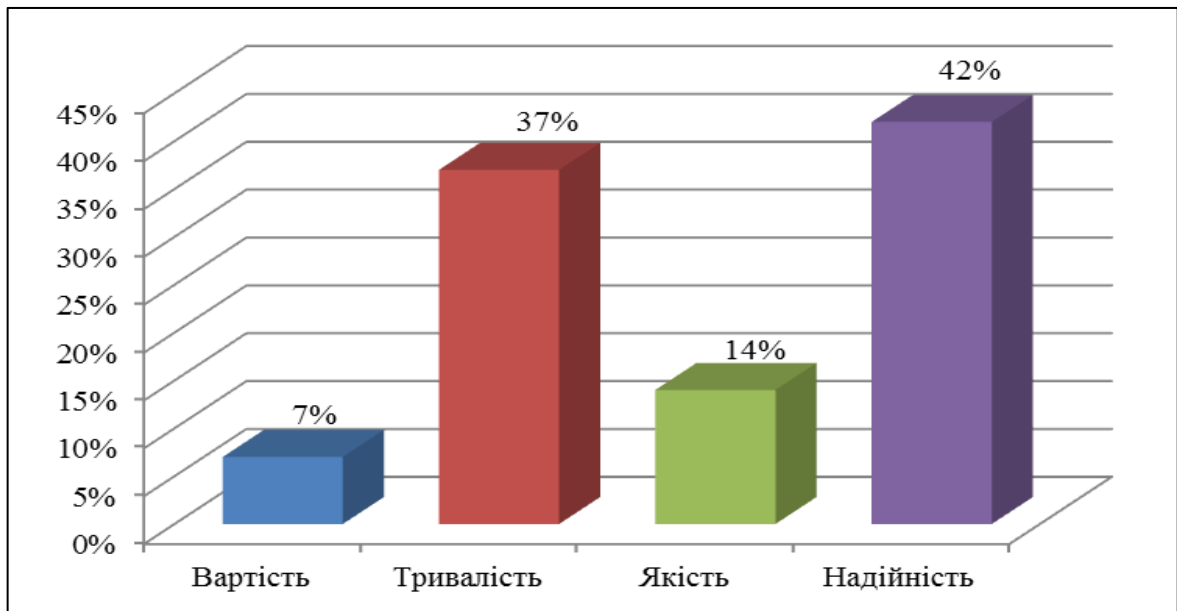


Рисунок 2.19 – Розподіл критеріїв ефективності при виборі четвертого типу логістичного ланцюга

Отримані результати опитування потребують підтвердження та встановлення закономірностей впливу залучення послуг вантажного митного комплексу на тривалість та надійність функціонування логістичного ланцюга [113].

2.4 Технологія виконання митно-логістичного обслуговування на вантажних митних комплексах

Формування стійких зовнішньоторговельних зв'язків на сьогоднішній день забезпечується високим рівнем логістичного обслуговування вантажопотоків, що переміщуються у різних митних режимах, та якістю виконання митних формальностей, їх тривалістю і рівнем інфраструктурного забезпечення. Державні органи влади всіляко сприяють узгодженості співпраці приватного сектору та державних організацій, що забезпечують митно-логістичний сервіс, але відсутність фінансування створює ряд перешкод для прискорення реалізації цих процесів. Важливим аспектом, що потребує особливого вивчення, є порушення митних правил, що можуть

здійснюватися суб'єктами зовнішньоторговельної діяльності [143]. Адже, при переміщенні вантажів у будь-якому митному режимі існує імовірність недотримання митного законодавства, що здійснюється умисно або з вини малокваліфікованих фахівців, залучених до процесу організації доставки [124].

В той же час, можливі порушення, що виникають при провадженні господарської діяльності невеликими підприємствами, не матимуть значного впливу на діяльність інших організацій, тому досить актуальним є детальне дослідження діяльності вантажних митних комплексів, де обробляється значна частка вантажопотоків, і затримки, пов'язані з порушеннями правил окремим суб'єктом ринку транспортних послуг, будуть впливати на тривалість обслуговування інших споживачів. З метою планування технічного, технологічного та організаційного забезпечення вантажного митного комплексу, а також формування показників його пропускної спроможності необхідно враховувати можливі варіанти суперечностей при співпраці з суб'єктами ринку транспортних послуг, що приведуть до збільшення тривалості обслуговування [144].

Діяльність усіх суб'єктів транспортного ринку спрямована на оптимізацію вартісної або часової складової процесу доставки. Кожна з них передбачає процес планування з повною деталізацією всіх можливих варіантів додаткових витрат. Переважна більшість витрат визначається та встановлюється ще до початку перевезення і має фіксований характер, а ставки мита також визначаються на законодавчому рівні. Витрати, що спричиняються оплатою митних та транспортних зборів, штрафів за порушення правил дорожнього руху і т.д., у більшості випадків є передбачуваними, складно прогнозованими можуть бути лише зміни тарифів.

Особливу увагу необхідно звернути на діяльність митних органів у взаємодії з суб'єктами ринку транспортних послуг, що за умови порушення митних правил або наявності черг при роботі митних інспекторів мають

вагомий вплив на збільшення тривалості доставки. Не є виключенням і обслуговування на вантажних митних комплексах.

Технологія виконання митних формальностей на вантажних митних комплексах має ряд обмежень: кількість місць для стоянки транспортних засобів у зоні митного контролю; на території кожного вантажного митного комплексу є визначена кількість митних інспекторів, які працюють відповідно до тривалості робочого дня або індивідуальної змінності за розпорядком роботи об'єкту інфраструктури; митний склад та склад тимчасового зберігання мають обмеження за площею, тому можлива відмова у розміщенні вантажу за умови відсутності вільних складських площ; в зоні для поглибленого митного огляду одночасно може бути розміщено до п'яти транспортних засобів. Але основним аспектом, який необхідно враховувати суб'єктам ринку транспортних послуг при прийнятті рішення про обслуговування, є пропускна спроможність вантажного митного комплексу, оскільки існують обмеження щодо кількості транспортних засобів, які одночасно можуть знаходитися на території вантажного митного комплексу, а це передбачає очікування в черзі до моменту отримання дозволу на в'їзд на територію об'єкту митної інфраструктури. Разом з тим, кожна часова складова має прямий вплив на збільшення тривалості доставки, а також на ефективність роботи вантажного митного комплексу в цілому. Тому основна мета даного дослідження полягає у вивченні процесів митно-логістичного обслуговування вантажовласників при експорті та імпорті вантажів, комплексному обслуговуванні, розміщенні вантажів на митний склад та склад тимчасового зберігання, а також визначенні дій, що будуть виконуватися при можливих обмеженнях в роботі вантажного митного комплексу або виявленні порушень митних правил [145].

При організації доставки вантажів у міжнародному сполученні найбільш складним і трудомістким є процес планування термінів перевезення з урахуванням виконання митних формальностей на території вантажних митних комплексів [49].

Діяльність вантажних митних комплексів об'єднує в собі митну діяльність, яка забезпечується Державною митною службою України, і логістичну діяльність, яка виконується структурними підрозділами вантажного митного комплексу, знаходиться в основному в приватній власності і регулюється Митним кодексом України.

Ринкові умови диктують жорсткі правила ведення бізнесу і вимагають здійснення оперативної доставки товарів з мінімальними витратами і, відповідно, мінімальними ризиками. Діяльність вантажних митних комплексів передбачає комплексне обслуговування суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності, однак за своїм інфраструктурним забезпеченням вони створюють ряд обмежень, які призводять до тривалого перебування товару та транспортного засобу в очікуванні обслуговування, що може вплинути на збереження вантажів [4].

З огляду на те, що вантажні митні комплекси істотно відрізняються один від одного, для їх ідентифікації виникає необхідність класифікації вантажних митних комплексів, яка дозволить врахувати специфіку їх діяльності та ймовірність відхилення заявки на обслуговування при реалізації митних і логістичних функцій [146].

Більшість затримок при організації доставки вантажів виникає в результаті дій митних органів. Законодавством встановлені тимчасові нормативи на виконання митних формальностей, але їх дотримання є досить актуальною проблемою для суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності. Недостатнє обґрунтування нормативів може створити для посадових осіб митних органів ряд перешкод при оформленні митних документів, так як при розробці нормативів необхідно враховувати специфіку конкретного об'єкта митної інфраструктури; номенклатури вантажів, які вимагають оформлення; виду транспорту; митного режиму, в якому переміщується вантаж. І навпаки, брак часу на проведення митних процедур може привести до зниження ефективності роботи митних органів. Кількість оформлених декларацій не завжди в повній мірі відображає завантаженість посадових осіб митних

органів і ефективність їх діяльності в зв'язку з тим, що по одній митній декларації може бути оформлений як один товар, так і необмежена їх кількість [77].

Головним завданням митних органів є забезпечення економічної безпеки країни, яка в свою чергу залежить від фіскальних зборів, стягується митними органами з суб'єктів зовнішньоекономічної діяльності. Середній дохід за одиницю часу є найбільш важливим з можливих критеріїв оцінки діяльності митних органів. Порівняльна ефективність діяльності підрозділів митних органів визначається критерієм, який обчислюється як співвідношення середнього доходу до одиниці часу, отриманим конкретним підрозділом митного органу, на кількість співробітників даного підрозділу.

Застосування такого критерію для оцінки ефективності діяльності всіх підрозділів митного органу пов'язано з деякими моментами. По-перше, як уже зазначалося, діяльність митних органів зводиться не тільки до стягування мит, але і до сприяння зовнішній торгівлі, захисту економічних інтересів країни. Крім цього, в митних органах існують так звані відділи забезпечення (відділ кадрів, фінансово-економічний відділ, служба охорони і т.д.), діяльність яких безпосередньо не впливає на суму перерахованих до бюджету платежів. Але відділи забезпечення мають вплив на результати діяльності митного органу, в тому числі і на формування доходів до бюджету, але це лише непрямий вплив, до того ж різний у кожного підрозділу. Тому ступінь його впливу складно оцінити [10].

В цілому, формування критеріїв оцінки ефективності роботи митних органів на території певного вантажного митного комплексу дасть можливість врахувати ступінь його завантаженості і інфраструктурне забезпечення при виборі місця виконання митних формальностей або логістичного обслуговування, а також буде сприяти більш точному плануванню термінів доставки вантажів [147].

При плануванні термінів доставки слід враховувати етапи виконання процедур при переміщенні вантажу в різних митних режимах.

Процедура виконання імпорту вантажів на вантажному митному комплексі складається з наступних етапів: укладення договору про обслуговування; оплата послуг вантажного митного комплексу; прибуття транспортного засобу; отримання пропуску на в'їзд транспортного засобу; ваговий контроль транспортного засобу при прибутті на територію вантажного митного комплексу; підтвердження доставки вантажу; надання митних документів в «єдине вікно» і заяви на проведення видів державного контролю відповідно до коду товару; автоматичний розподіл митної декларації на відповідальну особу для митного оформлення; перевірка відповідності документів суміжними контролюючими службами; розміщення транспортного засобу в зону митного контролю; зняття митного забезпечення з транспортного засобу; проведення митного огляду транспортного засобу в зоні митного контролю; сплата митних платежів, проставляння печатки митного органу на документах; завершення митного оформлення, видача оформлених документів; випуск транспортного засобу із зони митного контролю. Блок-схема виконання операцій при імпорті наведено на рис. 2.20.

Процедура виконання експорту вантажів із застосуванням послуг вантажного митного комплексу складається з наступних етапів: укладення договору про обслуговування на вантажному митному комплексі; оплата послуг вантажного митного комплексу; надання митних документів в «єдине вікно» і заяви на проведення видів державного контролю відповідно до коду товару; автоматичний розподіл митної декларації на відповідальну особу для митного оформлення; перевірка відповідності документів суміжними контролюючими службами; прибуття транспортного засобу; отримання пропуску на в'їзд транспортного засобу; ваговий контроль транспортного засобу при прибутті на територію вантажного митного комплексу; розміщення транспортного засобу в зону митного контролю; проведення митного огляду транспортного засобу в зоні митного контролю; накладання митного забезпечення на транспортний засіб; печатка митного органу на

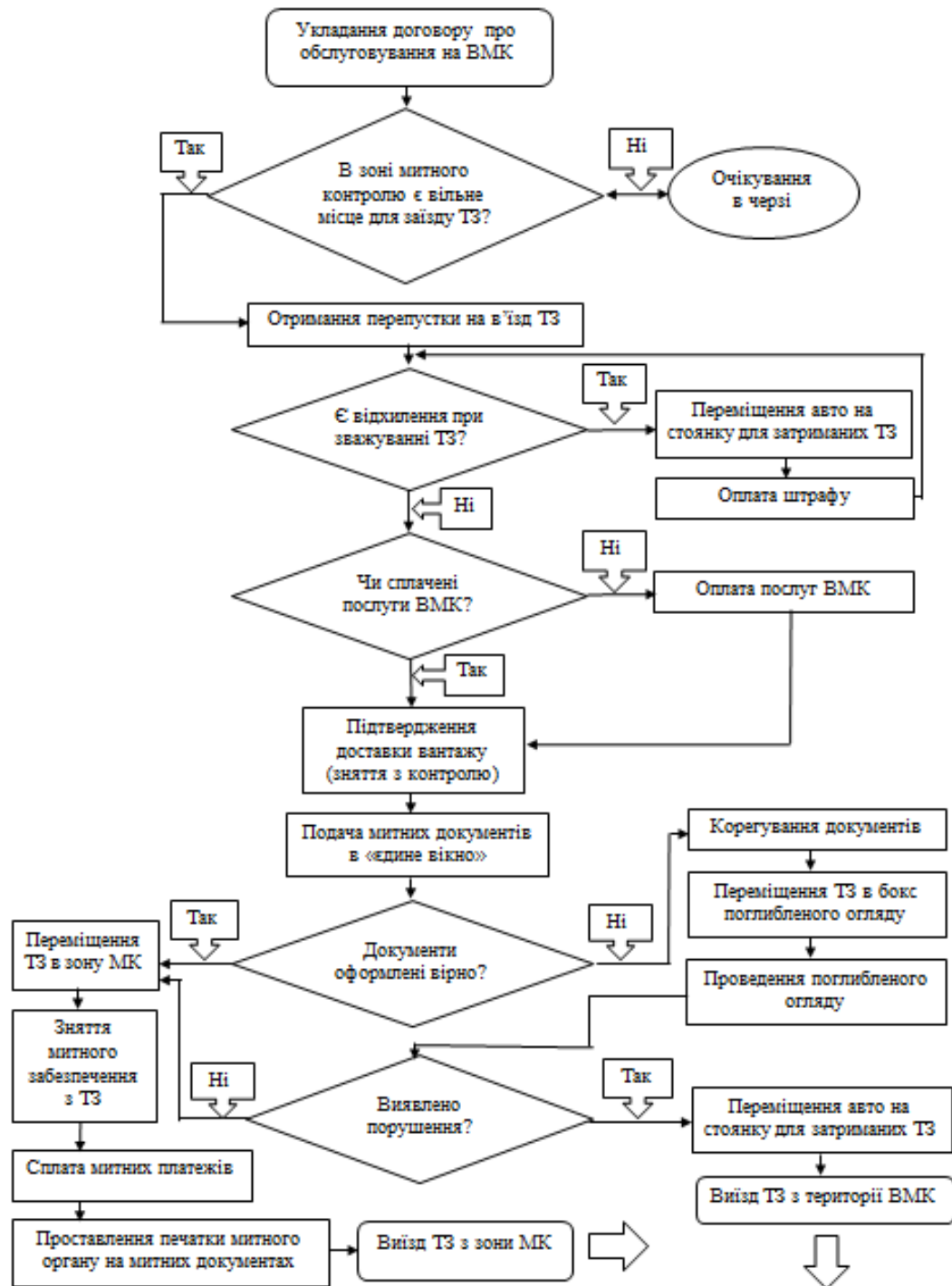


Рисунок 2.20 – Блок-схема виконання операцій при імпорті

Джерело: розроблено автором

документах; завершення митного оформлення, видача оформлених документів; випуск транспортного засобу з зони митного контролю.

Блок-схема виконання операцій при експорті наведено на рис. 2.21.

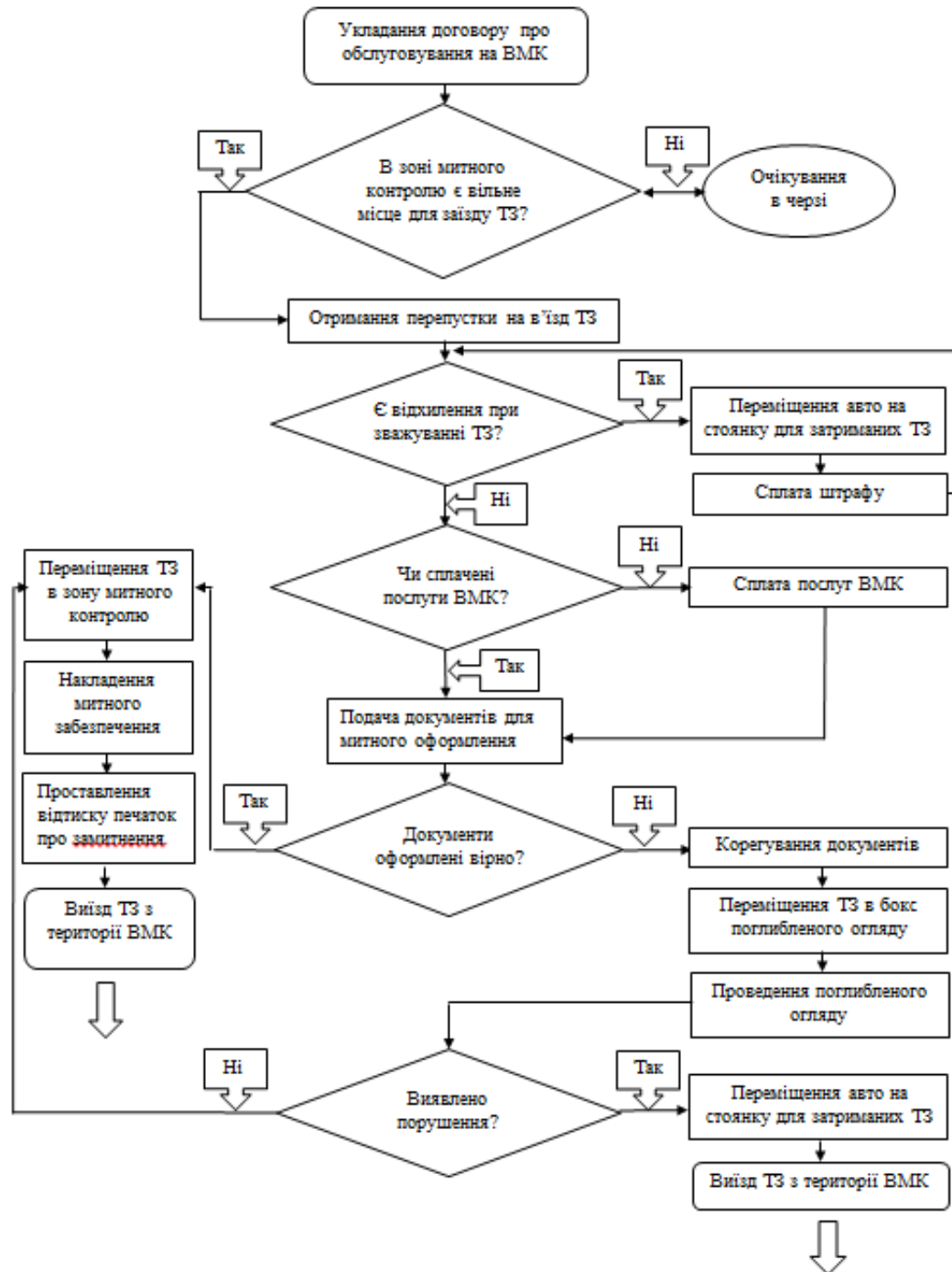


Рисунок 2.21 – Блок-схема виконання операцій при експорті
Джерело: розроблено автором

Комплексне митно-логістичне обслуговування на вантажному митному комплексі при експорті вантажів виконується в наступній послідовності: подача заявки від вантажовласника на комплексне обслуговування; укладення договору про обслуговування; оплата послуг вантажного митного комплексу; доставка вантажу від виробника на

генеральний склад вантажного митного комплексу; упаковка, маркування, комплектація партії вантажу до відправки; підбір оптимального транспортного засобу з власного парку (або пошуки перевізника); підготовка транспортних документів; підготовка митних документів; завантаження транспортного засобу; ваговий контроль транспортного засобу після завантаження, надання митних документів в «єдине вікно» і заяви на проведення видів державного контролю відповідно до коду товару; автоматичний розподіл митної декларації на відповідальну особу для митного оформлення; перевірка відповідності документів суміжними контролюючими службами; розміщення транспортного засобу в зону митного контролю; проведення митного огляду транспортного засобу в зоні митного контролю; накладання митного забезпечення на транспортний засіб; печатка митного органу на документах; завершення митного оформлення, видача оформлених документів; випуск транспортного засобу з зони митного контролю. Блок-схема виконання цих операцій наведено на рис. 2.22.

Розміщення вантажу на митному складі на території вантажного митного комплексу складається з наступних етапів: укладення договору про обслуговування; оплата послуг вантажного митного комплексу; прибуття транспортного засобу на вантажний митний комплекс; отримання пропуску на в'їзд транспортного засобу; ваговий контроль транспортного засобу при прибутті на територію вантажного митного комплексу; підтвердження доставки вантажу; підготовка митних документів для розміщення вантажу в режимі «митний склад»; надання митних документів в «єдине вікно» і заяви на проведення видів державного контролю відповідно до коду товару; автоматичний розподіл митної декларації на відповідальну особу для митного оформлення; перевірка відповідності документів суміжними контролюючими службами; розміщення транспортного засобу в зону митного контролю; проведення митного огляду транспортного засобу в зоні митного контролю; зняття митного забезпечення з транспортного засобу;

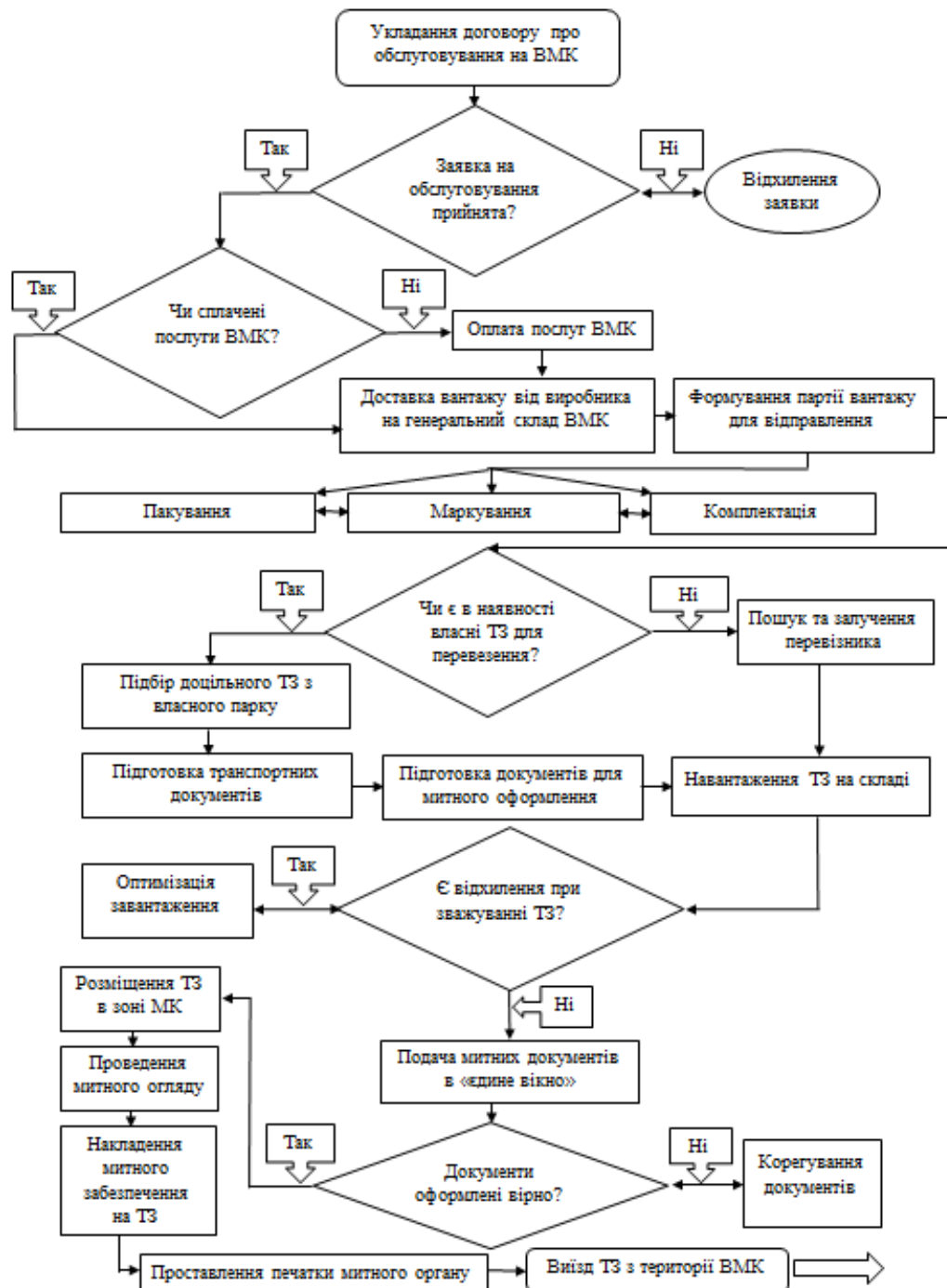


Рисунок 2.22 – Блок-схема виконання операцій при комплексному митно-логістичному обслуговуванні на ВМК

Джерело: розроблено автором

розміщення вантажу на митному складі; печатка митного органу на документах; завершення митного оформлення; видача оформлених документів; випуск транспортного засобу з вантажного митного комплексу. Блок-схема розміщення вантажу на митному складі наведено на рис. 2.23.

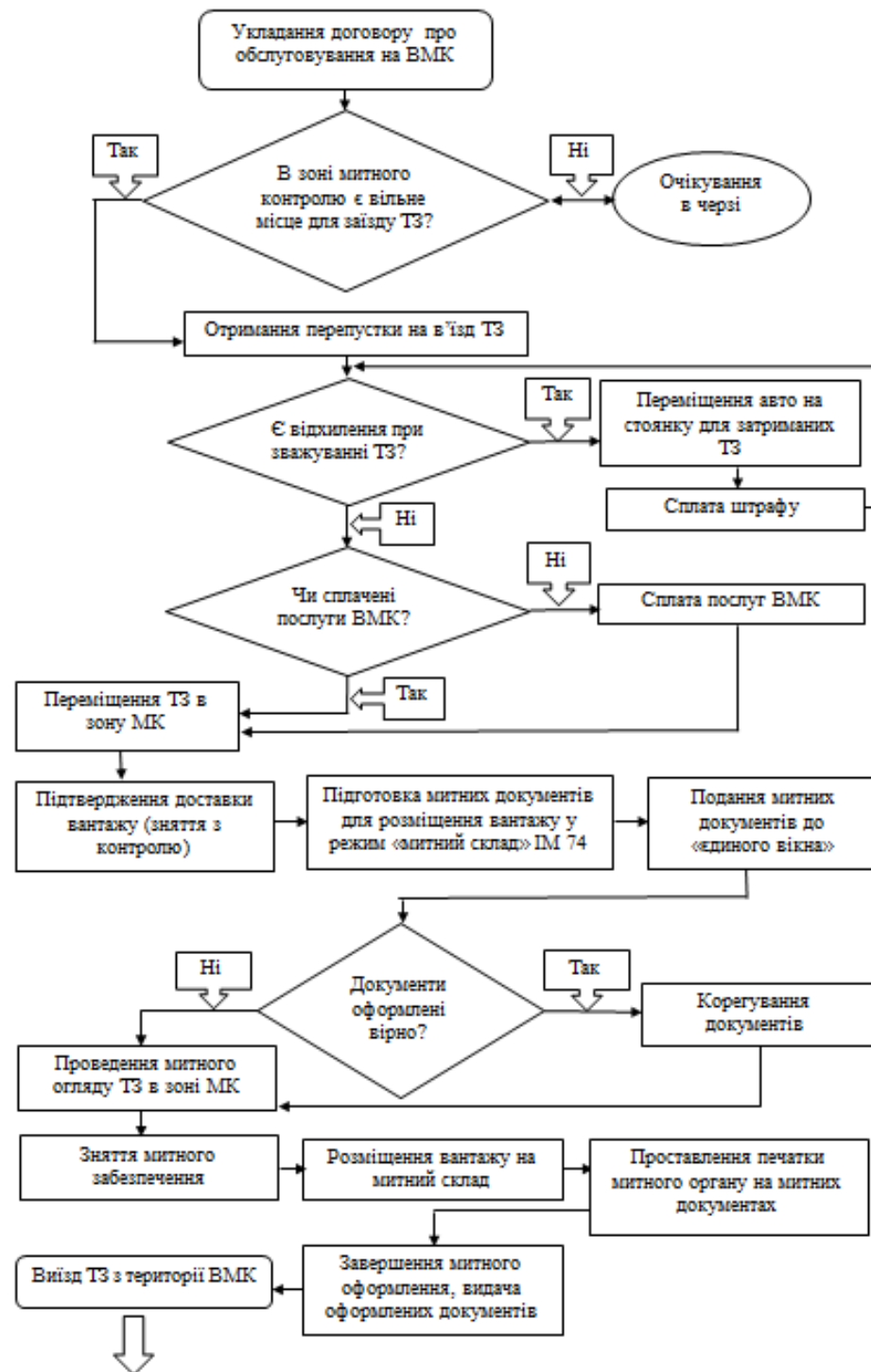


Рисунок 2.23 – Блок-схема виконання операцій при розміщенні вантажу на митному складі

Джерело: розроблено автором

Розміщення вантажу на складі тимчасового зберігання здійснюється за такою процедурою: укладення договору про обслуговування; оплата послуг вантажного митного комплексу; прибуття транспортного засобу; отримання перепустки на в'їзд транспортного засобу; ваговий контроль

транспортного засобу при прибутті на територію вантажного митного комплексу; підтвердження доставки вантажу; підготовка документів від імпортера з проханням про розміщення вантажу на складі тимчасового зберігання; отримання дозволу від митного органу на розміщення вантажу на складі тимчасового зберігання; розміщення вантажу на складі; печатка митного органу на документах; випуск транспортного засобу з вантажного митного комплексу. Блок-схема розміщення вантажу на склад тимчасового зберігання наведено на рис. 2.24.

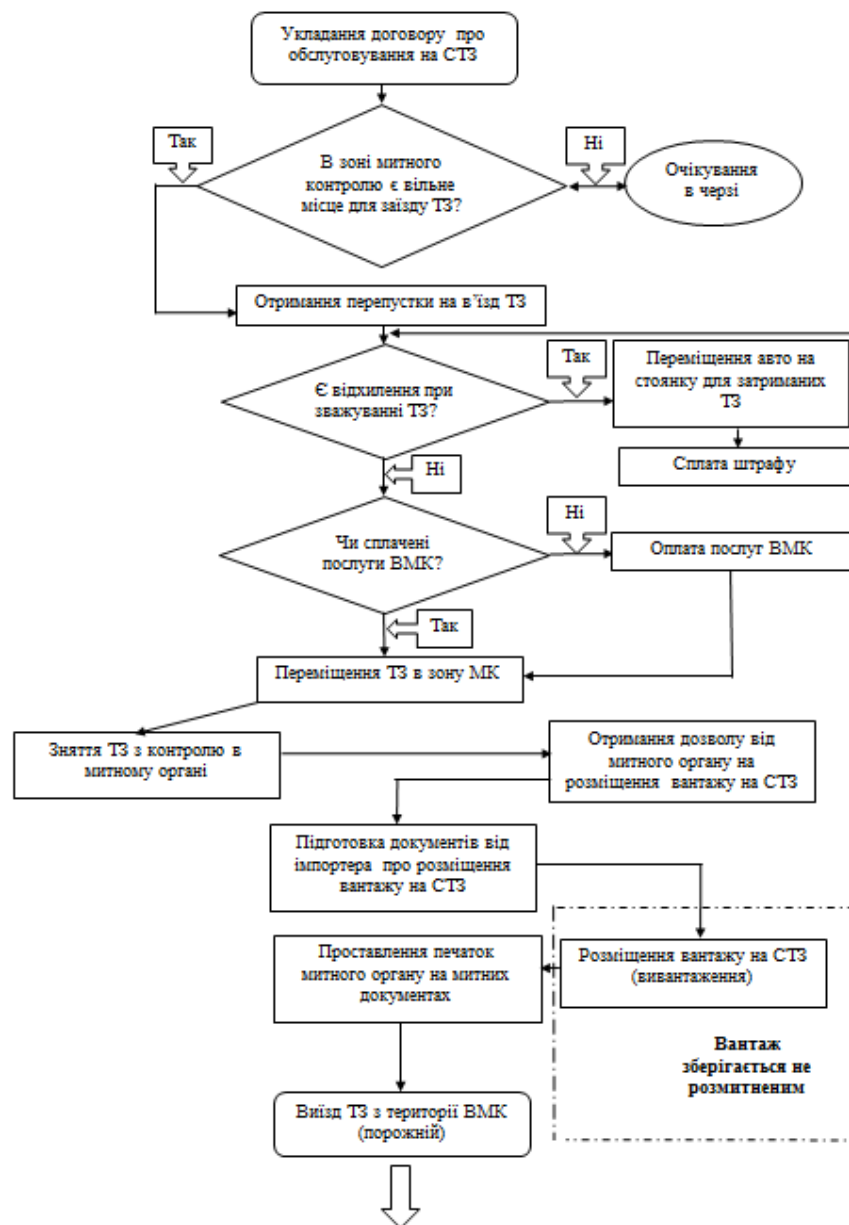


Рисунок 2.24 – Блок-схема виконання операцій при розміщенні вантажу на складі тимчасового зберігання
Джерело: розроблено автором

Результати досліджень свідчать про те, що з метою максимально ефективного функціонування вантажного митного комплексу необхідним є забезпечення співпраці з суб'єктами транспортного ринку та вантажовласниками, які мають високий ступінь надійності та не допускають у своїй діяльності порушення митних правил та порушення технологічних вимог до експлуатації транспортних засобів, кваліфіковано володіють вимогами чинного законодавства про організацію транспортного процесу.

Ефективне планування діяльності вантажних митних комплексів, на сьогоднішній день, може бути досягнуто виключно за рахунок оптимізації технологічних процесів і застосування сучасних логістичних рішень обробки вантажопотоків. Процеси митно-логістичного обслуговування вантажовласників розглянуті при різних митних режимах, визначені обмеження та дії, що мають рекомендаційний характер при організації транспортного процесу і плануванні тривалості доставки за умови митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі [148].

Формування логістичного ланцюга із залученням вантажного митного комплексу до надання митно-логістичних послуг потребує вивчення та дослідження повного переліку обмежень технічного, технологічного та організаційного характеру, що можуть впливати на загальну тривалість доставки вантажу. Суб'єкти транспортного ринку при взаємодії з митними органами повинні враховувати вимоги митного законодавства та експлуатаційні характеристики дорожньо-транспортного комплексу, оскільки їх недотримання спричинить ряд затримок на усунення порушень, а також потягне за собою ряд штрафних санкцій [149, 150].

2.5 Метод визначення еталонного вантажного митного комплексу з урахуванням інтересів стейкхолдерів

З метою визначення ефективності об'єктів митної інфраструктури та їх порівняльної оцінки виділяються групи техніко-експлуатаційних

показників або чинників (локальних критеріїв), що характеризують різний рівень технічного, технологічного та організаційного забезпечення вантажних митних комплексів [8, 10, 148].

До особливостей визначення ефективності об'єктів митної інфраструктури відносяться:

- розподіл техніко-експлуатаційних показників на групи чинників (локальних критеріїв), що характеризують технічний, технологічний і організаційний рівень забезпечення вантажних митних комплексів;
- визначення інтегрального критерію по кожній групі чинників, на основі якого формується узагальнений інтегральний критерій;
- суперечливість, неоднорідність і несумісність ряду локальних критеріїв між собою, всередині кожної групи і по відношенню до узагальненого інтегрального показника ефективності вантажних митних комплексів;
- суб'єктивність оцінки експертами ваги техніко-експлуатаційних показників, яка відображає внесок кожного чинника в інтегральний критерій по кожній групі і в формування узагальненого інтегрального критерію;
- визначення шкали оцінки інтегрального критерію і узагальненого інтегрального критерію;
- урахування параметрів еталонного вантажного митного комплексу при формуванні інтегрального критерію і узагальненого інтегрального критерію [150].

Набір чинників для оцінки ефективності вантажних митних комплексів має різні одиниці виміру, містить як абсолютні так і відносні показники, відрізняється один від одного якісним змістом, має неоднакову ступінь впливу (вагу) і різну спрямованість впливу на підсумковий показник ефективності. З огляду на те, що техніко-експлуатаційні показники мають різну спрямованість впливу на підсумковий показник ефективності, їх можна розділити на дві групи:

- показники першої групи, що характеризуються зворотною спрямованістю на узагальнений інтегральний критерій;
- показники другої групи, що характеризуються прямою спрямованістю на узагальнений інтегральний критерій.

Для приведення показників другої групи до показників першої групи необхідно знайти величини, зворотні до даних (їх значення звести в ступінь «мінус одиниця»). Оскільки, техніко-експлуатаційні показники мають неоднакову ступінь впливу (вагу) на підсумковий показник ефективності, необхідно провести їх ранжування за значимістю впливу на підсумковий узагальнений показник ефективності. Таким чином, всі техніко-експлуатаційні показники було проранжовано за значимістю їх впливу і вони мають єдину зворотну спрямованість на підсумковий узагальнений показник ефективності. Для кожної групи чинників формується матриця техніко-експлуатаційних показників, проранжованих за значимістю, котрі мають єдину зворотну спрямованість на підсумковий узагальнений показник ефективності оцінюваних вантажних митних комплексів (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Матриця техніко-експлуатаційних показників вантажних митних комплексів

Техніко-експлуатаційні показники	Значення техніко-експлуатаційних показників						
	ВМК ₁	ВМК ₂	...	ВМК _j	...	ВМК _m	Еталонний ВМК
F ₁	X ₁₁	X ₁₂	...	X _{1j}	...	X _{1m}	RX ₁
F ₂	X ₂₁	X ₂₂	...	X _{2j}	...	X _{2m}	RX ₂
...	...	...	...	...	...	...	...
F _i	X _{i1}	X _{i2}	...	X _{ij}	...	X _{im}	RX _i
...	...	...	...	...	...	...	...
F _n	X _{n1}	X _{n2}	...	X _{nj}	...	X _{nm}	RX _n

де X_{ij} – значення i -го техніко-експлуатаційного показника для j -го вантажного митного комплексу.

Для визначення параметрів еталонного вантажного митного комплексу по кожній групі чинників необхідно обрати мінімальне значення техніко-експлуатаційних показників:

$$RX_i = \min_j \{X_{ij}\}. \quad (2.1)$$

В результаті для кожної групи чинників буде сформовано вектор з параметрами еталонного вантажного митного комплексу:

$$R = \{RX_1, RX_1, ..., RX_j, ..., RX_n\}.$$

Незважаючи на те, що проаналізовані дані техніко-експлуатаційних показників є узгодженими на методологічному рівні, їх використання неможливе без попередньої підготовки. Тому вихідні дані необхідно привести до деякого діапазону $[0, ..., 1]$, провівши їх нормалізацію [151] шляхом ділення показників, що характеризують еталонний вантажний митний комплекс, на показники, що характеризують досліджувані вантажні митні комплекси (табл. 2.5) [8].

Таблиця 2.5 – Матриця відношень техніко-економічних показників вантажних митних комплексів

Відношення техніко- експлуатаційних показників	Значення відношень техніко-експлуатаційних показників					
	ВМК ₁	...	ВМК _j	...	ВМК _m	Еталонний ВМК
1	2	3	4	5	6	7
F ₁	RX_1 / X_{11}	...	RX_1 / X_{1j}	...	RX_1 / X_{1m}	$RX_1 / RX_1 = 1$
F ₂	RX_2 / X_{21}	...	RX_2 / X_{2j}	...	RX_2 / X_{2m}	$RX_2 / RX_2 = 1$
...	...	...	...	...	...	...
F _i	RX_i / X_{i1}	...	RX_i / X_{ij}	...	RX_i / X_{im}	$RX_i / RX_i = 1$
...	...	...	...	...	...	...
F _n	RX_n / X_{n1}	...	RX_n / X_{nj}	...	RX_n / X_{nm}	$RX_n / RX_n = 1$

Значимість кожного чинника визначається ваговим коефіцієнтом W_i , який відображає внесок кожного чинника в інтегральний критерій по кожній групі, і визначається за формулою:

$$W_i = (\ln M_i + 1)^{n-i}, \quad i = (\overline{1, n}). \quad (2.2)$$

де M_i – відношення максимального значення відносної величини до мінімального значення; n – кількість техніко-економічних показників.

Узагальнений показник ефективності для оцінки вантажного митного комплексу по кожній групі чинників визначається за формулою:

$$FG_j = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{RX_i}{X_{ij}} = \sum_{i=1}^n (\ln M_i + 1)^{n-i} \cdot \frac{RX_i}{X_{ij}}, \quad j = (\overline{1, m}). \quad (2.3)$$

Узагальнений показник ефективності для еталонного вантажного митного комплексу дорівнює:

$$FRG_j = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \frac{RX_i}{RX_i} = \sum_{i=1}^n (\ln M_i + 1)^{n-i}, \quad j = (\overline{1, m}). \quad (2.4)$$

Інтегральний показник багатокритеріальної оцінки вантажного митного комплексу за групами чинників визначається шляхом зіставлення узагальненого показника ефективності для еталонного вантажного митного комплексу з узагальненим показником вантажного митного комплексу, що оцінюється:

$$IG_j = FRG_j - FG_j = \sum_{i=1}^n W_i \cdot \left(1 - \frac{RX_i}{X_{ij}} \right) = \sum_{i=1}^n (\ln M_i + 1)^{n-i} \cdot \left(1 - \frac{RX_i}{X_{ij}} \right), \quad j = (\overline{1, m}). \quad (2.5)$$

Узагальнений інтегральний критерій на основі техніко-експлуатаційних показників функціонування вантажних митних комплексів дорівнює сумі інтегральних показників багатокритеріальної оцінки за групами:

$$I_j = \sum IG_j . \quad (2.6)$$

Чим меншим є за абсолютною величиною узагальнений інтегральний показник ефективності багатокритеріальної оцінки, тим вище ефективність оцінюваного вантажного митного комплексу, тобто тим ближчою є ефективність оцінюваного комплексу до еталонного.

2.6 Вплив ефективності роботи вантажного митного комплексу на надійність ланцюга постачань

На сьогоднішній день найбільш прийнятним для усіх учасників зовнішньоекономічної діяльності є мінімізація кількості ланок логістичного ланцюга із укрупненням спектру послуг, які ними надаються. Дане впровадження сприятиме зростанню погодженості дій усіх учасників і досягнення оптимізації в управлінні матеріальними, фінансовими, інформаційними та сервісними потоками, а отже, і приведе до підвищення надійності доставки. Одним із таких рішень є залучення до формування логістичного ланцюга вантажних митних комплексів. Тому в роботі пропонується дослідження можливих додаткових витрат часу, що можуть виникати при наявності черги на обслуговування або відмові в обслуговуванні, і визначення фінансових витрат в зв'язку з цим [64, 67].

Мета управління ланцюгами постачань полягає в мінімізації загальних логістичних витрат при задоволенні існуючого рівня попиту на послуги. Навіть незначний збій в процесі роботи логістичного ланцюга призводить до збільшення логістичних витрат. Стабільність і стійкість стану логістичного ланцюга визначається сукупністю станів всіх його елементів і зв'язків, які оцінюються надійністю. Будь-який елемент ланцюга постачань має вплив на кожен із вказаних параметрів, знижуючи надійність виконання договірних умов [63, 114, 152].

Надійність є одним із найважливіших аспектів ефективності логістики. Високий ступінь невизначеності враховує використання логістичними операторами різних стратегій, які передбачають суттєві витрати. Надійність поставок і витрати на логістику суттєво впливають на конкурентоздатність підприємства. Надійність ланцюга постачань важлива не тільки як чинник, що визначає витрати і фактичний час доставки вантажу, але і як чинник, що визначає рівень логістичного сервісу підприємства, що надає послугу [116, 153].

Одним із найбільш важливих критеріїв надійності логістичного ланцюга є доставка вантажу у визначені терміни. На другому місці знаходиться точність комплектації партії вантажу і правильність оформлення документів.

На ринку України складається ситуація, яка потребує проведення екстрених заходів з підвищення надійності логістичних ланцюгів з метою забезпечення конкурентоздатності підприємств не тільки на вітчизняному, але і на міжнародному ринках. Основні дії, які зможуть сприяти вирішенню даної ситуації в найкоротші терміни полягають в інтеграції учасників логістичного ланцюга для забезпечення спільного економічного ефекту та формуванні конкурентоздатності окремого підприємства за рівнем логістичного сервісу. Більш високий рівень надійності дозволить підвищити точність виконання замовлень. Підвищення надійності доставки дозволить покращити привабливість вітчизняного експорту за рахунок своєчасності доставки товарів іноземним замовникам, а також забезпечить безперебійні поставки імпортованих товарів на ринок України. Забезпечення термінів доставки зовнішньоторговельних вантажів формується за рахунок мінімізації непродуктивних витрат часу на всіх етапах доставки при виконанні технологічних операцій, митних формальностей та підготовки документального забезпечення перевезення [154].

Вплив надійності інфраструктурних об'єктів на економічні показники їх функціонування має різноплановий характер: з одного боку, підвищення

надійності митно-логістичного обслуговування призводить до збільшення матеріальних витрат на експлуатацію – C_E , а також проектування і будівництво, оснащення технічними засобами і т.д., а з іншого – до зниження збитків через порушення термінів виконання доставки товарів – C_{II} .

В такій ситуації доцільно здійснювати нормування надійності окремих етапів обслуговування на вантажних митних комплексах. Вирішення такої задачі дозволить визначити недоліки у діяльності об'єкта митної інфраструктури, а також вжити заходів до їх усунення. Нормування надійності можна проводити виходячи із того, що інтегральна функція $C_{0(P)}$, яка включає витрати на експлуатацію вантажного митного комплексу, тобто підтримку заданого рівня надійності, і витрати, що виникають через недостатній рівень надійності, повинні досягати мінімуму [116].

$$C_{0(P)} = C_{E(P)} + C_{II(P)}. \quad (2.7)$$

Припуститимо, що існує оптимальний рівень надійності з мінімальними сумарними витратами на експлуатацію вантажного митного комплексу і витратами через порушення в митно-логістичному обслуговуванні.

Вихідні дані, необхідні для вирішення поставленої задачі побудови моделі надійності діяльності вантажного митного комплексу повинні містити наступну інформацію: отриманий перелік всіх порушень і збоїв, що відбувалися на вантажному митному комплексі за визначений період часу, з указанням розмірів понесених витрат [151].

Тоді алгоритм формування моделі надійності митно-логістичного обслуговування може бути описано наступною послідовністю дій:

1. Дослідження типової послідовності подій, що відбуваються на вантажних митних комплексах. Кількість основних подій, що виділяться при дослідженні, буде залежати від складності системи і вимог до точності моделі.

2. Розгляд кожної виділеної події з позиції імовірності виникнення порушень в досліджуваній події, тобто настання події і імовірність витрат через виникнення порушень. Ці дві величини можна визначити із накопичених статистичних даних різними способами.

3. Укрупнення отриманої структури. Розуміється виділення декількох складних подій, які відповідають основним етапам досліджуваних процесів.

4. Визначення величини витрат, що виникають через порушення у виділених складних подіях E_1 . Визначення цих величин доцільно проводити з урахуванням імовірності виникнення кожної події e_1 , що входить до складу події E_1 .

5. Аналіз впливу імовірних відмов на величини можливих витрат. Наприклад, якщо структурну схему роботи вантажного митного комплексу зобразити як послідовне об'єднання елементів, то виникнення порушень в будь-якому із розглянутих подій приведе до порушень роботи всієї системи в цілому, а відповідно і до збільшення витрат.

6. Формування цільової функції, як залежності між рівнями імовірності правильності настання кожної складної події і рівнем можливих витрат.

7. Застосування додаткових обмежень. Обмеження можуть носити різний характер.

З урахуванням вищесказаного задача може бути записана наступним чином:

$$\begin{cases} X(p_1, \dots, p_n) \geq P_o \\ F(p_1, \dots, p_n) = C(p_1, \dots, p_n) + W(p_1, \dots, p_n) \rightarrow \min \\ p_i \leq P_i^{\max} \end{cases}, \quad (2.8)$$

де $p_1, \dots, p_n$ – імовірність настання подій $E_1, \dots, E_n$;

$C(p_1, \dots, p_n)$ – сумарні витрати, що виникають через порушення в настанні подій $E_1, \dots, E_n$;

$W(p_1, \dots, p_n)$ – сумарні витрати, необхідні для забезпечення встановленого рівня надійності;

$P_i^{\max}$ – максимально можливі імовірності настання подій $E_1, \dots, E_n$;

$X(p_1, \dots, p_n)$ – функція надійності всієї системи;

P_o – необхідний рівень надійності системи.

8. Визначення необхідних величин $p_1, p_2, \dots, p_n$. Для цього можна скористатися математичними перетвореннями і переписати систему (2.8) наступним чином:

$$\begin{cases} X(p_1, \dots, p_n) \geq P_o \\ \frac{\partial F(p_1, \dots, p_n)}{\partial p_i} = 0 \\ p_i \leq P_i^{\max} \end{cases} \quad (2.9)$$

Розглянемо приклад формування моделі надійності функціонування вантажного митного комплексу на основі реалізації приведенного узагальненого алгоритму.

Типова послідовність дій на вантажному митному комплексі при наданні митно-логістичних послуг залежить від ряду чинників, основними з яких є функції об'єкту митної інфраструктури при обробці вантажопотоків, що переміщуються у визначених митних режимах [153].

З точки зору надійності на кожній з розглянутих ланок логістичного процесу можливо виділити ряд подій, які впливатимуть на загальну надійність обслуговування на вантажному митному комплексі в цілому. Оскільки, розглядається укрупнена система, кожен виділений елемент представляє собою підсистему зі своєю структурою.

Опишемо декілька подій e_1 , які спричинять витрати c_1 . По прибутті транспортного засобу на вантажний митний комплекс можливе виникнення двох подій, які можна розцінювати як порушення в функціонуванні системи. Перше з них пов'язано із наявністю черги транспортних засобів в очікуванні

на обслуговування, а відповідно з непродуктивними втратами часу. Воно визначається інтенсивністю потоку заявок, пропускною здатністю вантажного митного комплексу і характеризується імовірністю настання.

Друга подія виникає в ситуації відсутності на складі тимчасового зберігання вільного місця для розміщення вантажу і визначається збалансованістю між вхідним матеріальним потоком і пропускною спроможністю складу. Таким чином, збиток складається з величини упущеної вигоди від зберігання товару на об'єкті митої інфраструктури і додаткових витрат на перевезення вантажу на інший склад тимчасового зберігання для вантажоодержувача.

Імовірність того, що в певний момент часу T_n перед вантажним митним комплексом сформується черга, дорівнює p_1^1 , а величина можливого збитку пропорційна часу простою. Для спрощення приймаємо цю величину постійною і рівною c_1^1 . Значення таких величин, як імовірність наявності черги і часу простою можуть бути розраховані з використанням теорії масового обслуговування.

Імовірність того що в момент часу T_n склад буде заповнено (або не зможе вмістити весь об'єм вантажу) буде дорівнювати p_2^1 , а величина збитку c_2^1 . Також для спрощення розрахунків приймаємо її рівною постійній величині. Отже, подія E_1 відповідає етапу прибуття транспортного засобу на вантажний митний комплекс, тобто етапу 1. Декомпозиція даної події дозволяє виділити в його структурі 2 можливих події: наявність черги транспортних засобів, прибувших на обслуговування і відсутність вільного місця на складі. Подія E_2 включає в себе митне оформлення товару у відповідний митний режим, його розвантаження і прийом по якості і кількості, а також підготовку товару до зберігання. Третій етап, подія E_3 , включає зберігання товару на складі тимчасового зберігання, комплектування і відправку замовлення.

Існуючі методи визначення рівнів надійності стосовно кожної ланки логістичного ланцюга, що ґрунтуються на принципах надійності, виходять із структури логістичного ланцюга і поняття «відмова», зміст якої може змінюватися, виходячи із конкретних умов роботи ланцюга поставок і умов, які до нього висуваються.

Висновки до розділу 2

1. В результаті аналізу показників розподілу даних на кластери, методом k-середніх і ієрархічним методом, було визначено, що найкращий результат досягається при використанні комбінації даних методів, коли на першому етапі, за допомогою аналізу візуалізації ієрархічних алгоритмів, визначається кількість кластерів, на основі якої здійснюється розбиття методом k-середніх. Результати аналізу дозволили виділити п'ять кластерів. Отримані кластери однорідні за своїм складом і підлягають смисловій інтерпретації: п'ятий кластер, що включає місто Київ, і перший, до складу якого входить Дніпропетровська область, можна інтерпретувати як кластери з високим рівнем розвитку зовнішньоекономічної діяльності. У четвертий кластер, входять області із середнім рівнем розвитку зовнішньоекономічної діяльності: Київська, Львівська, Одеська та Харківська. У третій кластер входять 3 області з більш низьким, у порівнянні з попереднім кластером, рівнем розвитку, це – Донецька, Запорізька та Полтавська області. Решта 16 областей України належать до другого кластеру. Їх показники практично за всіма чинниками вказують на низький рівень розвитку. Групування регіонів допоможе розробити систему диференційованих заходів стосовно кожного кластеру регіонів.

2. Здійснено оцінку доцільності застосування послуг вантажних митних комплексів, при виконанні міжнародних перевезень автомобільним транспортом на основі експертної оцінки відгуків стейкхолдерів про досвід співпраці з даним об'єктом митної інфраструктури. В опитуванні приймали

участь 676 фахівців, них: вантажоодержувачі – 160 осіб, вантажовідправники – 320 осіб, митні брокери – 74 особи, перевізники – 67 осіб, експедитори – 55 осіб. Встановлено, що підприємства, які мали досвід співпраці з вантажними митними комплексами, підтверджують досить високий ступінь задоволеності рівнем митно-логістичного обслуговування.

3. З метою зростання точності планування тривалості доставки розглянуто процедуру виконання митно-логістичного обслуговування при експорті та імпорті вантажів, розміщення вантажів на митний склад та склад тимчасового зберігання, комплексне обслуговування суб'єктів зовнішньоторговельної діяльності на вантажному митному комплексі. Виявлено найбільш розповсюджені порушення, розглянуто обмеження, що пов'язані з пропускнуою спроможністю об'єкту дослідження, встановлено вплив організації та планування діяльності ВМК на його ефективність. Запропоновано врахування чинників обмеженості ресурсів об'єкту митної інфраструктури та непродуктивних простоїв ТЗ при плануванні тривалості доставки вантажів.

4. Розроблено метод багатокритеріальної оцінки ефективності об'єктів митної інфраструктури, який дозволяє: виділити групи техніко-експлуатаційних показників, що характеризують різний рівень технічного, технологічного та організаційного забезпечення вантажних митних комплексів; ранжувати техніко-експлуатаційні показники за значимістю їх впливу на підсумковий узагальнений показник ефективності; визначити параметри еталонного вантажного митного комплексу за кожною групою чинників; для кожної групи чинників сформувати вектор з параметрами еталонного вантажного митного комплексу; по кожній групі чинників визначити узагальнений показник ефективності оцінки вантажного митного комплексу; визначити інтегральний і узагальнений інтегральний показник функціонування вантажного митного комплексу.

РОЗДІЛ 3

ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВАНТАЖНОГО МИТНОГО
КОМПЛЕКСУ ЯК ЛАНКИ ЛОГІСТИЧНОГО ЛАНЦЮГА

3.1 Постановка задачі імітаційного моделювання

Об'єктом моделювання є логістичні ланцюги чотирьох типів, в структуру яких входить вантажний митний комплекс, за умови виконання різних типів операцій, серед яких: митне оформлення при експорті та імпорті вантажів, комплексне митно-логістичне обслуговування, розміщення вантажів на митний склад і склад тимчасового зберігання. Досліджувані процеси мають різний рівень попиту, тривалість та технологію виконання [155].

Метою моделювання є створення імітаційної моделі функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга, для визначення характеристик логістичних ланцюгів чотирьох типів; визначення середнього часу виконання робіт кожною ланкою логістичного ланцюга; визначення загального часу виконання доставки вантажів за різними логістичними ланцюгами; дослідження і порівняння ефективності чотирьох типів логістичних ланцюгів; визначення характеристик вантажного митного комплексу; дослідження і оптимізація роботи вантажного митного комплексу за різних умов обслуговування [156, 157].

Параметрами моделі X (які можна змінювати в ході натурних експериментів) є:

— інтенсивність λ_i надходження на вантажний митний комплекс транспортних засобів для здійснення операцій:

λ_1 — інтенсивність надходження транспортних засобів на митне оформлення при експорті вантажів;

λ_2 — інтенсивність надходження транспортних засобів на митне оформлення при імпорті вантажів;

λ_3 – інтенсивність надходження транспортних засобів на комплексне митно-логістичне обслуговування;

λ_4 – інтенсивність надходження транспортних засобів для розміщення вантажів на митному складі;

λ_5 – інтенсивність надходження транспортних засобів для розміщення вантажів на складі тимчасового зберігання.

– варіанти організації логістичних ланцюгів (1, 2, 3 або 4 типу).

Змінними моделі G (які можна вимірювати, але не можна ними керувати, та які набувають тільки тих значень, що характерні виключно для даного об'єкта моделювання або умов його функціонування) є:

- час виконання робіт кожною ланкою логістичного ланцюга;
- кількість митних інспекторів;
- кількість місць для стоянки транспортних засобів;
- розміри складських приміщень для розміщення вантажу на митний склад або склад тимчасового зберігання.

Вихідними характеристиками – відгуками моделі Y є:

- середній час (t_i) виконання робіт i -тою ланкою логістичного ланцюга;
- загальний час (t_S) виконання доставки вантажів за різними логістичними ланцюгами;
- середні довжини черг (η_k);
- час простою транспортних засобів в чергах (w_k);
- коефіцієнти завантаження обслуговуючих пристроїв (ψ_k);
- частка транспортних засобів, що обслуговувались без простою в чергах (v_k), %;
- середній час обслуговування на ВМК (t_k),
- середній час обслуговування на ВМК при допущенні помилок в оформленні документів (експорт і імпорт вантажів) (tn_k).

В якості показників ефективності, що визначають цілі моделювання – вибір оптимального логістичного ланцюга, розглядаються:

- середній час виконання робіт кожною ланкою логістичного ланцюга;
- загальний час виконання доставки вантажів за різними типами логістичних ланцюгів.

В якості критеріїв, що використовуються для визначення оптимальної структури вантажного митного комплексу, розглядаються:

- середній час простою транспортних засобів в чергах на обслуговування;
- максимальні і середні довжини черг на обслуговування;
- коефіцієнти завантаження обслуговуючих пристроїв;
- середній час перебування транспортних засобів на території вантажного митного комплексу при виконанні різних операцій;
- імовірність відмови в обслуговуванні через відсутність місць для стоянки транспортних засобів в зоні митного контролю;
- оптимальна кількість митних інспекторів і місць для стоянки транспортних засобів;
- оптимальні розміри складських приміщень для розміщення вантажу на митному складі або складі тимчасового зберігання [158].

Обмеження імітаційної моделі пов'язані з умовами, що накладаються на вхідний потік транспортних засобів (припускається, що він є найпростішим, тобто відсутні повторні заявки), а також відсутні явища, що змінюють закономірності часу обслуговування на ВМК транспортних засобів (відмови і збої устаткування і т. п.) [11].

3.2 Формулювання математичної моделі

Для обґрунтування вибору оптимального логістичного ланцюга і оптимізації роботи вантажного митного комплексу пропонується математична модель масового обслуговування [60, 61, 82, 159-161]. Транспортні засоби надходять на ВМК для здійснення операцій з митно-

логістичного обслуговування різних типів. Математична модель операцій з митного оформлення при експорті вантажів наведена на рис. 3.1.

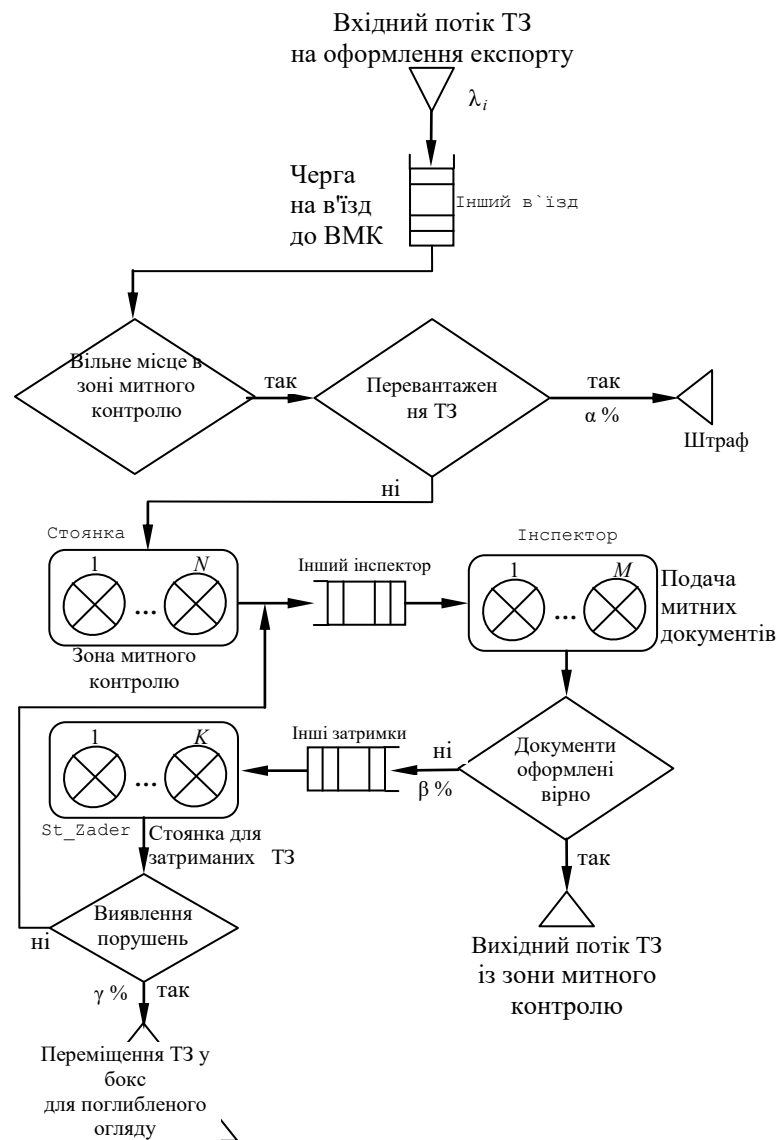


Рисунок 3.1 – Математична модель виконання операцій з митного оформлення при експорті вантажів

Інтервали часу між прибуттям транспортних засобів (заявок на обслуговування) для виконання митного оформлення вантажів мають розподіл Пуассона з інтенсивністю λ_i . ТЗ, що надійшли, очікують обслуговування в черзі до моменту отримання дозволу на в'їзд на територію вантажного митного комплексу. За наявності вільних місць та проходженні вагового контролю ($\alpha \%$ транспортних засобів отримують відмову в

обслуговуванні через наявність перевантаження), ТЗ надходять в зону митного контролю, що має N місць для стоянки ТЗ. При поданні митних документів, заявки очікують у черзі. На території вантажного митного комплексу працює M митних інспекторів (обслуговуючих пристроїв).

Час обслуговування одного транспортного засобу інспектором підпорядкований нормальному закону розподілу із середнім значенням m_i і середнім квадратичним відхиленням σ_i . При правильному оформленні документів формується вихідний потік транспортних засобів із зони митного контролю. β % транспортних засобів надходять на стоянку для затриманих транспортних засобів, яка має K місць. При виявленні порушень γ % транспортних засобів переміщуються в бокс для поглибленого огляду. Решта ТЗ, після коригування документів, формують вихідний потік транспортних засобів із зони митного контролю. Математична модель операцій при імпорті вантажів наведена на рисунку 3.2.

Інтервали часу між прибуттям транспортних засобів для виконання процедури митного оформлення мають розподіл Пуассона з інтенсивністю λ_i . ТЗ, що надійшли, очікують обслуговування в черзі до моменту отримання дозволу на в'їзд на територію вантажного митного комплексу. При наявності вільних місць та проходженні вагового контролю (α % транспортних засобів отримують відмову в обслуговуванні через наявність перевантаження), ТЗ надходять в зону митного контролю, що має N місць для стоянки. При подачі митних документів, заявки очікують у черзі. Час обслуговування одного транспортного засобу інспектором підпорядковується нормальному закону розподілу із середнім значенням m_i і середньоквадратичним відхиленням σ_i . При правильному оформленні документів формується вихідний потік транспортних засобів із зони митного контролю. β % транспортних засобів надходять на стоянку для затриманих ТЗ, що має K місць. При виявленні порушень γ % транспортних засобів переміщуються в бокс для поглибленого огляду. Решта ТЗ після коригування документів формують вихідний потік транспортних засобів із зони митного контролю [162-166].

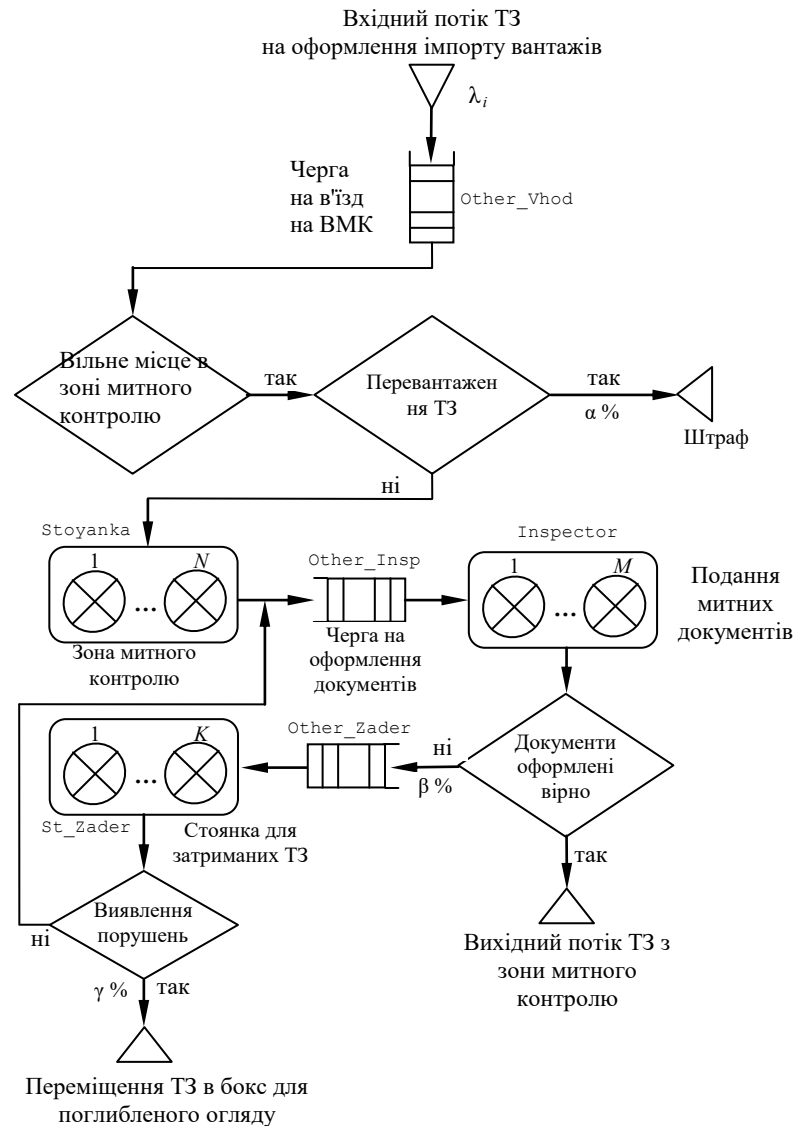


Рисунок 3.2 – Математична модель виконання операцій з митного оформлення при імпорті вантажів

Математична модель операцій з розміщення вантажів на митному складі наведена на рисунку 3.3.

Інтервали часу між прибуттям транспортних засобів для розміщення вантажів на митному складі мають розподіл Пуассона з інтенсивністю λ_i . Транспортні засоби, що надходять для розміщення вантажів на митному складі, мають більш високий пріоритет в обслуговуванні, ніж ТЗ, що надходять на митне оформлення експорту та імпорту вантажів, розміщення вантажів на складі тимчасового зберігання. ТЗ, що надійшли, очікують обслуговування в черзі до моменту отримання дозволу на в'їзд на територію

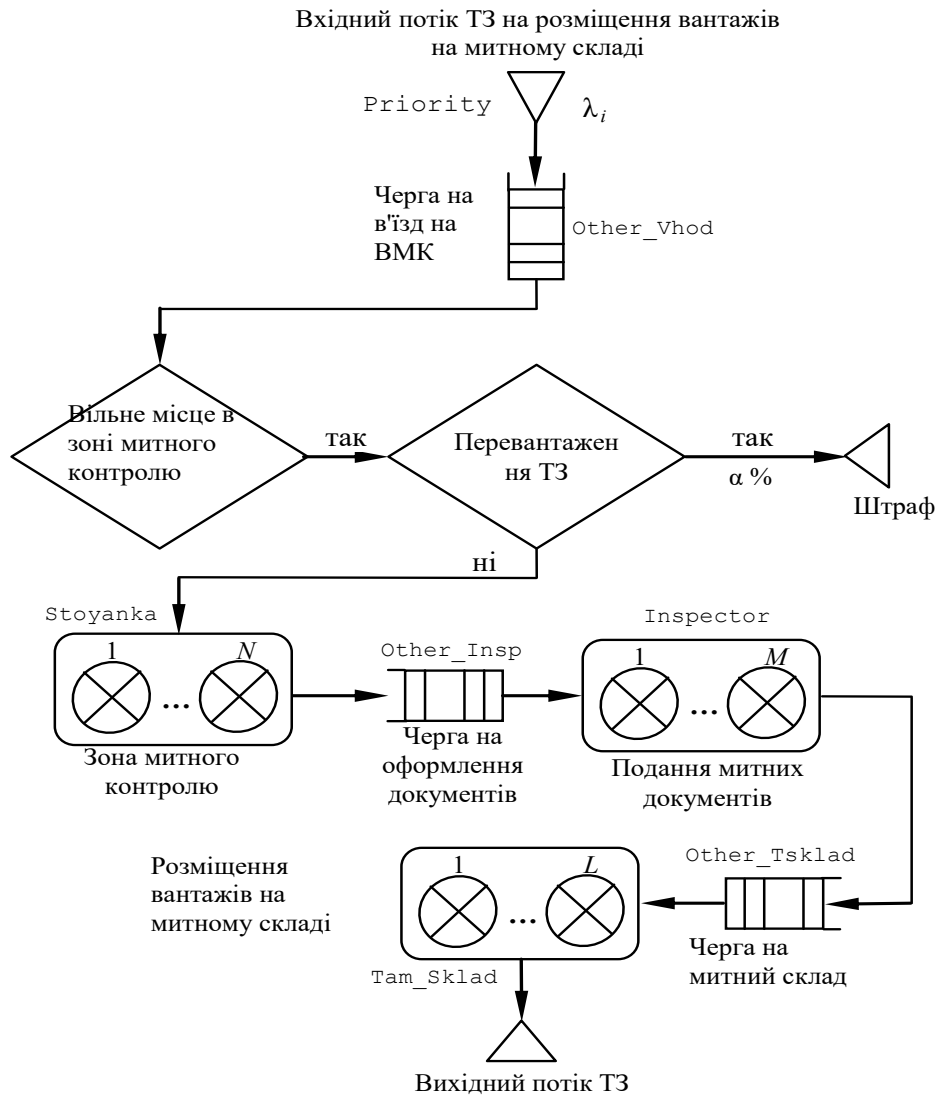


Рисунок 3.3 – Математична модель виконання операцій з розміщення вантажів на митному складі

вантажного митного комплексу. При наявності вільних місць та проходженні вагового контролю ($\alpha\%$ транспортних засобів отримують відмову в обслуговуванні через наявність перевантаження), ТЗ надходять в зону митного контролю, що має N місць для стоянки.

При подачі митних документів заявки очікують у черзі. Час обслуговування одного транспортного засобу інспектором підпорядковується нормальному закону розподілу із середнім значенням m_{2i} та середньоквадратичним відхиленням σ_{2i} [167].]

ТЗ надходять на митний склад ВМК, що має L місць. При відсутності місць на складі заявки очікують у черзі. Час обслуговування одного транспортного засобу на складі підпорядковується нормальному закону розподілу із середнім значенням m_{1i} і середньоквадратичним відхиленням σ_{1i} . Після обслуговування формується вихідний потік транспортних засобів з ВМК.

Математична модель операцій з розміщення вантажів на складі тимчасового зберігання наведена на рисунку 3.4.

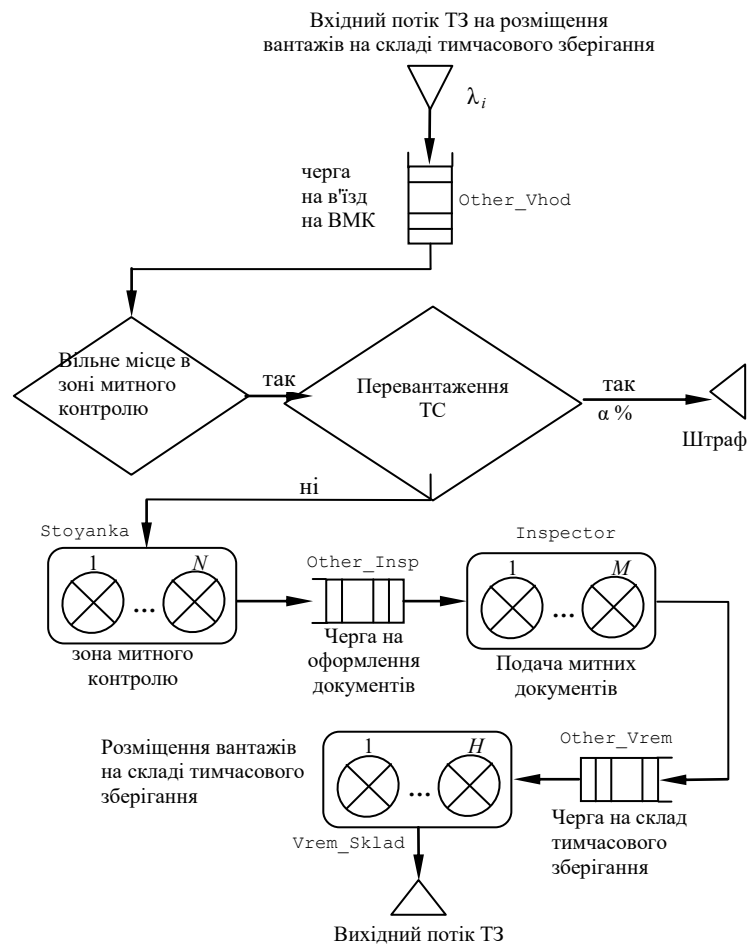


Рисунок 3.4 – Математична модель виконання операцій з розміщення вантажів на складі тимчасового зберігання

Інтервали часу між прибуттям транспортних засобів для розміщення вантажів на склад тимчасового зберігання мають розподіл Пуассона з інтенсивністю λ_i . ТЗ, що надійшли, очікують обслуговування в черзі до

моменту отримання дозволу на в'їзд на територію вантажного митного комплексу. При наявності вільних місць та проходженні вагового контролю ($\alpha\%$ транспортних засобів отримують відмову в обслуговуванні через наявність перевантаження), ТЗ надходять в зону митного контролю, що має N місць для стоянки. При подачі митних документів заявки очікують у черзі. Час обслуговування одного транспортного засобу інспектором підпорядковується нормальному закону розподілу із середнім значенням m_{2i} і середньоквадратичним відхиленням σ_{2i} .

ТЗ надходять на склад тимчасового зберігання, що має H місць. При відсутності місць на складі заявки очікують у черзі. Час обслуговування одного транспортного засобу на складі тимчасового зберігання підпорядковується нормальному закону розподілу із середнім значенням m_{1i} і середньоквадратичним відхиленням σ_{1i} . Після обслуговування формується вихідний потік транспортних засобів з ВМК.

Розроблена імітаційна модель чотирьох логістичних ланцюгів, основною ланкою яких є вантажний митний комплекс, дозволяє визначати: характеристики логістичних ланцюгів чотирьох типів; середній час виконання робіт кожною ланкою логістичного ланцюга; загальний час здійснення доставки товарів за різними логістичними ланцюгами; здійснити порівняння ефективності чотирьох типів логістичних ланцюгів [168–170].

3.3 Імітаційна модель функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга

3.3.1 Розробка імітаційної моделі в GPSS World

Запропонована модель масового обслуговування чотирьох типів логічних ланцюгів і вантажного митного комплексу реалізована в пакеті автоматизації імітаційного моделювання GPSS World [156, 171].

GPSS (General Purpose Simulation System – система моделювання загального призначення), призначена для імітаційного моделювання дискретних систем, входить в перелік найбільш поширених і використаних на практиці засобів автоматизації імітаційного моделювання систем масового обслуговування (СМО). В основу мови GPSS покладено транзактний спосіб організації квазіпаралелізму і спосіб зміни модельного часу «кроком до наступної події» [171]. Імітаційна модель в GPSS являє собою послідовність текстових рядків, кожен з яких визначає правила створення, переміщення, затримки і видалення заявок або транзактів.

Для моделювання систем в GPSS виділяється скінченна множина абстрактних компонентів, необхідних для опису елементів реальної системи, і скінченна множина стандартних операцій, що описують зв'язки між елементами. Виділеним множинам елементів і операцій ставиться у відповідність множина об'єктів GPSS [171].

Транзакти описують одиниці потоків, які досліджуються – вантаж і транспортні засоби, що надходять на обслуговування. Транзакти рухаються від блоку до блоку так, як рухаються елементи, які вони представляють. Кожне просування транзакта ініціює в моделі деякі події (оформлення, і т.п.). Події обробляються GPSS у відповідний момент модельного часу. Блоки задають логіку функціонування імітаційної моделі системи і визначають шляхи руху транзактів. Практично всі зміни станів імітаційної моделі відбуваються в результаті входу транзактів в блоки і виконання блоками своїх функцій.

Застосування GPSS для створення імітаційної моделі визначається його широкими можливостями:

- GPSS використовує великий інтерфейс користувача, щоб спростити процес створення імітаційної моделі. Це забезпечується можливостями візуалізації процесу моделювання, а також вбудованими елементами статистичної обробки даних;

– GPSS має інтерактивну здатність налагодження моделі, яка дозволяє встановлювати контрольні точки в моделі, покрокове налагодження та можливість визначати параметри транзактів в моделі. Кожна реалізація (прогін моделі) має додаткові інноваційні інструменти, щоб зробити налагодження коротшим завданням;

– GPSS дає можливість оцінювати характеристики системи в певні моменти часу і на різних рівнях її деталізації [171].

Приклад тексту імітаційної моделі функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга, в GPSS World, наведено на рис. 3.5.

```

***** Экспорт грузов с применением услуг ГТК - 3 *****
Generate (Poisson(1,35)) ; входящий поток на экспорт t=35 мин
Queue Other_Vhod ; присоединение к очереди на въезд в зону таможенного контроля
Transfer .05,,Exp_Vihod ; 5% TC с перегрузом
;
Mark 3
Enter Stoyanka ; поступление TC в зону таможенного контроля
Mark 3
Depart Other_Vhod ; удаление из очереди на въезд в зону таможенного контроля

Queue Other_Insp ; присоединение к очереди для таможенного оформления
Enter Inspektr ; поступление для таможенного оформления
Depart Other_Insp ; удаление из очереди для таможенного оформления
Advance 120,30 ; время оформления у инспекторов
Leave Inspektr ; окончание таможенного оформления
Leave Stoyanka ; освобождение зоны таможенного контроля
Transfer .15,,Exp_Korr ; 15% TC - на корректировку документов
Tabulate Time_Exp ; время прибытия на экспорте
Terminate ; удаление из ГТК

Exp_Korr Queue Other_Zader ; присоединение к очереди для задержанных TC
Enter St_Zader ; перемещение TC на стойку для задержанных TC
Depart Other_Zader ; удаление из очереди для задержанных TC
Advance 120,30 ; корректировка документов
Transfer .33,,Exp_Osmotr ; 5% от всех авто в бокс углубленного контроля
Queue Other_Insp ; присоединение к очереди для таможенного оформления
Enter Inspektr ; поступление для таможенного оформления
Depart Other_Insp ; удаление из очереди для таможенного оформления
Advance 120,30 ; время оформления
Leave Inspektr ; окончание таможенного оформления
Leave St_Zader ; освобождение стойки для задержанных TC
Tabulate Time_Exp ; время прибытия на экспорте
Terminate ; удаление из ГТК

Exp_Osmotr Leave St_Zader ; освобождение стойки для задержанных TC
Tabulate Time_Exp ; время прибытия на экспорте
Terminate ; в бокс углубленного контроля (удаление из ГТК)

Exp_Vihod Depart Other_Vhod ; удаление из очереди на въезд в зону таможенного контроля
Terminate ; удаление из ГТК

***** Импорт грузов с применением услуг ГТК - 2 *****
Generate (Poisson(5,30)) ; входящий поток на импорт t=30 мин
Queue Other_Vhod ; присоединение к очереди на въезд в зону таможенного контроля
Transfer .05,,Imp_Vihod ; 5% TC с перегрузом
Enter Stoyanka ; поступление TC в зону таможенного контроля
Depart Other_Vhod ; удаление из очереди на въезд в зону таможенного контроля
;
Queue Other_Insp ; присоединение к очереди для таможенного оформления

```

Рисунок 3.5 – Лістинг програми

3.3.2 Випробування імітаційної моделі функціонування вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга

Випробування імітаційної моделі включало два етапи: верифікацію і перевірку адекватності [156, 158].

На етапі верифікації переконалися в правильності алгоритму функціонування ІМ чотирьох типів ЛЛ, використовуючи інтерактивну здатність покрокового налагодження моделі в середовищі GPSS World, яка дозволяє встановлювати контрольні точки в моделі і можливість визначати параметри заявок на обслуговування в моделі (рис. 3.6).

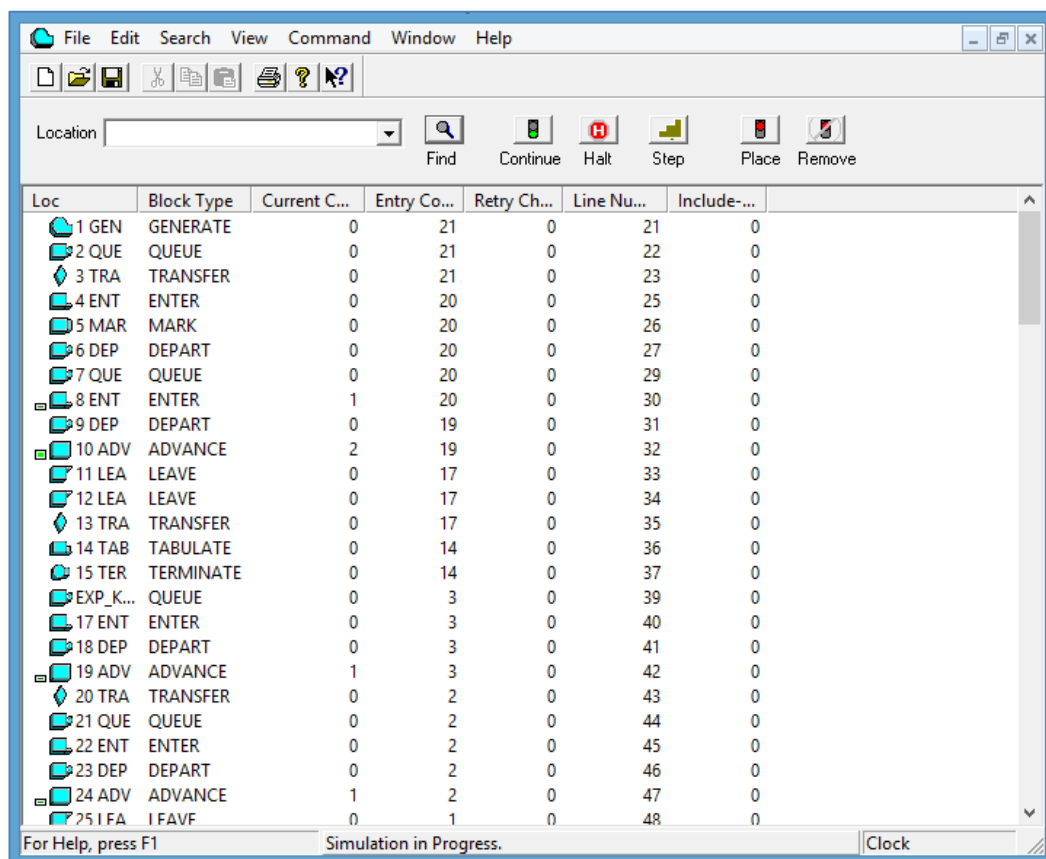


Рисунок 3.6 – Вікно покрокового від лагодження імітаційної моделі в GPSS World

За допомогою верифікації встановлено, що логічна структура моделі правильна. Верифікація, виконана в ході комплексного налагодження програми на реальних вихідних даних, показала, що розроблена імітаційна

модель у всіх ситуаціях відповідає роботі об'єкту, що досліджується.

Перевірка адекватності імітаційної моделі проводиться для випадку, коли можна визначити значення відгуків системи під час натурних випробувань.

Для перевірки адекватності перевіряється гіпотеза про близькість середніх значень кожного n -го відгуку моделі $\bar{Y}_n$ відомим середнім значенням n -го відгуку реального об'єкта $\bar{Y}_{Q_n}^*$. Проводять N_1 дослідів на реальному об'єкті досліджень і формують вибірки значень $\{Y_{Q_{nk}}^*\}$, $k = \overline{1, N_1}$. Виконують N_2 дослідів на імітаційній моделі системи і отримують за тими ж n -ми відгуками моделі вибірки значень $\{Y_{nk}\}$; $k = \overline{1, N_2}$. Зазвичай обсяги вибірок мають бути рівним ($N_1 = N_2$), в деяких випадках $N_1 > N_2$.

За вибірками обчислюються оцінки математичного очікування і дисперсії відгуків моделі і системи за допомогою наступних співвідношень:

$$\begin{aligned} \bar{Y}_{Q_n}^* &= \frac{1}{N_1} \sum_{k=1}^{N_1} Y_{Q_{nk}}^*; & D_n^* &= \frac{1}{N_1 - 1} \sum_{k=1}^{N_1} (Y_{Q_{nk}}^* - \bar{Y}_{Q_n}^*)^2; \\ \bar{Y}_n &= \frac{1}{N_2} \sum_{k=1}^{N_2} Y_{nk}; & D_n &= \frac{1}{N_2 - 1} \sum_{k=1}^{N_2} (Y_{nk} - \bar{Y}_n)^2. \end{aligned} \quad (3.1)$$

Основою перевірки гіпотези є різниця $E_n = (\bar{Y}_n - \bar{Y}_{Q_n}^*)$, оцінкою дисперсії якої буде:

$$D_{an} = \frac{(N_1 - 1)D_n + (N_2 - 1)D_n^*}{N_1 + N_2 - 2}. \quad (3.2)$$

Величини E_n і D_{an} є незалежними статистиками, тому можна використовувати t -статистику:

$$t_n = (\bar{Y}_n - \bar{Y}_{Q_n}^*) \sqrt{\frac{N_1 N_2}{D_{an} (N_1 + N_2)}}. \quad (3.3)$$

При кількості ступенів свободи $\nu = N_1 + N_2 - 2$ і рівні значущості $\alpha = 0,05$ за таблицями розподілу Стюдента знаходять критичне значення ($t_{кр}$). Якщо виконується нерівність $t_n \leq t_{кр}$, то гіпотеза про близькість середніх значень n -го відгуку моделі і реального об'єкта приймається. Тільки при близькості відгуків за всіма компонентами векторів Y і Y_Q^* можна говорити про адекватність моделі та реального об'єкта.

3.3.3 Дослідження властивостей імітаційної моделі

Після завершення верифікації та перевірки адекватності імітаційної моделі, необхідно провести оцінки: похибки імітації, зумовленої наявністю в імітаційній моделі генераторів псевдовипадкових чисел; довжини перехідного періоду в моделі, стійкості результатів моделювання; чутливості відгуків імітаційної моделі до змін входних параметрів моделі.

У середовищі GPSS World застосовуються генератори моделювання випадкових чисел. GPSS World надає різні генератори випадкових чисел, кожен з яких використовує базовий генератор моделювання рівномірно розподілених чисел на відрізку $[0, 1]$. Генератори випадкових чисел і імовірнісний характер імітаційної моделі є джерелом похибки імітації. Зазвичай ці два типи помилок важко розділити. Тому пропонується процедура перевірки похибки імітації, яка одночасно формується обома причинами.

У серединній точці області зміни керуючих параметрів X організовується N прогонів ($N \geq 10$) імітаційної моделі з одними і тими ж значеннями X і G , але з різними початковими значеннями базового генератора. Для кожного k -го прогону імітаційної моделі обчислюються значення n -ї компоненти вектора відгуків. В результаті отримують вибірки значень відгуків $\{Y_{nk}\}$. За цими вибірками визначають оцінки математичного

очікування та дисперсії $(\bar{Y}_n, \bar{D}_n)$, які обчислюють за формулами (3.1). Визначається довірчий інтервал знаходження істинного значення математичного очікування n -ї компоненти відгуку MY_n . При цьому допускають нормальність розподілу відхилень Y_{nk} від MY_n . Оскільки обсяги вибірок малі ($K < 30$), то для знаходження довірчих інтервалів використовується t -статистика:

$$t = (\bar{Y}_n - MY_n) \sqrt{\frac{(N-1)}{\bar{D}_n}}, \quad (3.4)$$

що має розподіл Стюдента.

При заданому рівні значущості $\alpha = 0,05$ з ймовірністю 0,95, використовуючи розподіл Стюдента, знаходимо довірчі інтервали для компонент:

$$\bar{Y}_n \pm d_n = \bar{Y}_n \pm t_{0,05} \sqrt{\frac{\bar{D}_n}{N-1}} \quad (3.5)$$

де d_n – визначає похибку імітації для n -ї компоненти вектора відгуків;

$t_{0,05}$ – значення t -статистики при $(N-1)$ ступенях свободи і рівні значущості $\alpha = 0,05$.

Значення d_n визначає похибку n -ї компоненти відгуку моделі. Потім з усіх d_n знаходять максимальне значення, яке в даному випадку і буде верхньою межею похибки, пов'язаної з імовірнісним характером імітаційної моделі і використанням генераторів випадкових чисел:

$$\max_n d_n = d_{SM}. \quad (3.6)$$

Якщо ця похибка виявиться досить високою, необхідно переглянути склад генераторів і процедуру їх використання в імітаційній моделі.

У стохастичних імітаційних моделях потрібний певний час T_0 для досягнення необхідного сталого стану – стаціонарного режиму роботи

моделі. Для зменшення впливу початкового періоду T_0 на статистики імітації необхідне використання довгих прогонів моделі, якщо прогін імітаційної моделі не вимагає багато машинного часу, або виключення з розгляду початкового періоду прогону. Для відокремлення перехідного режиму від стаціонарного, має бути можливість спостереження за моментом входу контрольованого параметра моделювання в стаціонарний режим. Такий контроль може бути виконаний на будь-якому компоненті імітаційної моделі, який найпізніше входить в стаціонарний режим. Максимальний з моментів часу вважається моментом закінчення перехідного періоду усієї моделі.

Під стійкістю результатів імітації розуміють міру нечутливості імітаційної моделі до зміни вхідних даних. З цією метою порівнюються відгуки моделі при збільшенні періоду моделювання. Стійкість результатів імітації оцінюється дисперсією відгуків. Якщо дисперсія при збільшенні часу моделювання T_M не збільшується, то результати моделювання стійкі.

Процедура оцінки стійкості результатів імітації полягає в наступному. У модельному часі t_0 задаються: крок Δt контролювання показника якості – відгуків Y , кількість кроків h для контролю і експертне значення зміни контрольованого параметра ΔY_E . Після досягнення стаціонарного стану оцінюється амплітуда змін параметра Y і обчислюється модуль зміни амплітуди ΔY , як функції від h . Кожного разу при цьому перевіряється виконання нерівності $|\Delta Y| \leq \Delta Y_E$. Якщо на усьому інтервалі дослідження Y опиниться в заданих межах, то імітаційна модель знаходиться в стійкому стані. Зростання розкиду контрольованого параметра ΔY і залежність його значення від зміни h вказують на нестійкий характер імітації досліджуваного процесу. Для дослідження чутливості імітаційної моделі необхідно встановити діапазон зміни відгуку моделі Y при зміні кожної компоненти вектора параметрів X . Якщо при значній амплітуді змін деякої компоненти вектора параметрів моделі X відгук Y дещо змінюється, то це означає, що точність представлення цього компонента в імітаційній моделі не має істотного впливу. Якщо ж відгук моделі Y виявиться високочутливим до

зміни деякої компоненти вектора X , то це служить прямою вказівкою про необхідність представлення її в моделі з максимально можливою точністю.

Необхідно також перевірити залежність відгуку моделі Y від зміни параметрів зовнішнього середовища G . Зміна характеристик вектора G в обох напрямках на деяку величину ΔG , дозволяє оцінити діапазон змін вектора відгуків δY . Якщо δY незначний, то вимоги до точності завдання моделі зовнішнього середовища можуть бути несуттєвими. Інакше вимір характеристики G і самі способи стабілізації значення G в імітаційній моделі мають бути високоточними.

Визначення чутливості імітаційної моделі до змін параметрів імітаційної моделі проводиться в центральній точці простору значень параметра. Кожна q -а компонента вектора X відхиляється від значення його в центральній точці в обох напрямках на довжину вибраного інтервалу його зміни ($\min X_q, \max X_q$). Інші компоненти вектора параметрів X залишаються незмінними і відповідають центральній точці. Проводиться пара модельних експериментів і обчислюються відгуки імітаційної моделі по n -й компоненті ($\min Y_q, \max Y_q$), які означають значення відгуків при мінімальному та максимальному значеннях q -ї компоненти вектора параметрів імітаційної моделі. Далі обчислюються прирости q -ї компоненти вектора параметрів (δX_q) і n -ї компоненти вектора відгуків (δY_n) відповідно за формулами:

$$\delta X_q = \frac{(\max X_q - \min X_q) \cdot 2}{(\max X_q + \min X_q)} \cdot 100 \%;$$

$$\delta Y_n = \frac{|\max Y_n - \min Y_n| \cdot 2}{(\max Y_n + \min Y_n)} \cdot 100 \%. \quad (3.7)$$

Зміну вектора відгуків Y можна визначати або модулем вектора приростів δY_n , або максимальним значенням з δY_n . Таким чином, чутливість ІМ q -ї компоненти вектора параметрів X визначається парою значень (δX_q ,

$\delta Y_q^\circ = \max_n \delta Y_n$). Ця пара чисел показує, на скільки відсотків може змінитися відгук імітаційної моделі при збільшенні q -ї компоненти вектора параметрів на δX_q відсотків. Таким самим чином діють з іншими компонентами вектора параметрів X . В результаті отримують безліч пар значень $\{\delta X_q, \delta Y_q\}$, де δX_q – різниця вектора параметрів X . Потім виконується ранжирування компонент вектора параметрів моделі X за значенням чутливості вектора відгуку імітаційної моделі. Якщо імітаційна модель виявиться малочутливою за якою-небудь компонентою вектора параметрів X , то зміна цієї компоненти не включається в план імітаційного експерименту, чим досягається економія ресурсу часу моделювання.

3.3.4 Оцінка результатів моделювання

В процесі збору статистичних даних для розробки імітаційної моделі логістичного ланцюга досліджувалися наступні складові:

$$Y_{LL} = (t_1, \dots, t_i, \dots, t_m, t_s), \quad (3.8)$$

де t_i – середній час виконання робіт i -ю ланкою логістичного ланцюга, хв.;

t_s – загальний час виконання доставки товарів за різними логістичними ланцюгами, хв.

В процесі збору статистики для імітаційного моделювання функціонування ВМК формується вектор:

$$Y_{VMK} = (\eta_k, w_k, \psi_k, v_k, t_l, tn_l), \quad (3.9)$$

де η_k – середні довжини черг;

w_k – час простою транспортних засобів у чергах на обслуговування, хв.;

ψ_k – коефіцієнти завантаження обслуговуючих пристроїв;

v_k – частка транспортних засобів, що обслуговуються без простою у чергах, %;

$k = 1$ – митний інспектор;

$k = 2$ – стоянка в зоні митного контролю;

$k = 3$ – стоянка для затриманих ТЗ;

$k = 4$ – комерційний склад;

$k = 5$ – митний склад;

$k = 6$ – склад тимчасового зберігання;

t_l – середній час виконання операцій з митно-логістичного обслуговування на ВМК, хв.;

tn_l – середній час обслуговування на ВМК при виявленні помилок в оформленні документів (експорт та імпорт вантажів), хв.;

$l = 1$ – митне оформлення при експорті вантажів;

$l = 2$ – митне оформлення при імпорті вантажів;

$l = 3$ – комплексне митно-логістичне обслуговування;

$l = 4$ – розміщення вантажів на митному складі;

$l = 5$ – розміщення вантажів на складі тимчасового зберігання.

Компоненти вектора $Y_{ВМК}$ визначаються при виконанні всіх типів операцій, що розглядаються як ключову в діяльності вантажного митного комплексу.

Тривалість простою транспортних засобів в чергах визначається за формулою:

$$LT_k = \eta_k \cdot w_k \quad (3.10)$$

Для отриманих значень будуються діаграми зв'язку інтенсивності завантаження обслуговуючих пристроїв з тривалістю перебування транспортних засобів в чергах.

Обслуговуючі пристрої з максимальним значенням пари статистик імітації $(LT_k; \psi_k)$, вважаються «вузькими місцями» логістичного ланцюга і

вантажного митного комплексу. Пристрої, які мають максимальні значення LT_k і мінімальні значення ψ_k , вважаються місцями незбалансованості функціонування логістичного ланцюга і вантажного митного комплексу.

Розроблена імітаційна модель дозволяє для логістичного ланцюга:

- визначати середній час виконання робіт кожною ланкою логістичного ланцюга;
- визначати загальний час виконання доставки товарів по різних логістичних ланцюгах;
- вибирати тип оптимального логістичного ланцюга.

Імітаційна модель дозволяє визначати для вантажного митного комплексу:

- пропускну спроможність вантажного митного комплексу;
- середній час перебування ТЗ на території ВМК, включно з часом простою в чергах;
- час очікування ТЗ в черзі до моменту отримання дозволу на в'їзд на територію об'єкту митної інфраструктури;
- імовірність відмови в обслуговуванні, зважаючи на обмеження за кількістю транспортних засобів, які одночасно можуть знаходитися на території вантажного митного комплексу;
- оптимальну кількість місць для стоянки транспортних засобів в зоні митного контролю, стоянці для затриманих ТЗ;
- оптимальну кількість митних інспекторів, які працюють на території ВМК (враховуючи індивідуальну тривалість їх робочого дня і змін);
- імовірність відмови в розміщенні вантажу на митному складі або складі тимчасового зберігання за умови відсутності вільних складських площ;
- оптимальні розміри складських площ для розміщення вантажу на митному складі або складі тимчасового зберігання, щоб імовірність відмови не перевищувала певну величину;

– оптимальні значення часу обслуговування при різних поєднаннях інтенсивності надходження ТЗ, що дозволить збільшити пропускну спроможність ВМК.

3.4 Апробація імітаційної моделі

Апробація імітаційної моделі виконувалася на вантажному митному комплексі, що функціонує в Київській області.

Перевірка адекватності імітаційної моделі на реальному об'єкті митної інфраструктури Київської області, описана в розділі 3.3.2, проведена на реальних статистичних даних роботи ВМК. Для перевірки адекватності перевірена гіпотеза про близькість середніх значень кожного відгуку моделі $\bar{Y}$ відомим середнім значенням відгуку реального об'єкта $\bar{Y}^*$. Проведено $N_1=5$ дослідів на об'єкті митної інфраструктури Київської області і сформована вибірка значень $\{Y_i^*\}$, $i=\overline{1,5}$. На основі імітаційної моделі проведено $N_2=5$ дослідів, за відгуками моделі отримані вибірки значень $\{Y_i\}$; $i=\overline{1,5}$.

Результати натурних і модельних експериментів представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Перевірка адекватності імітаційної моделі

Відгуки	Значення складових вибірки					Середнє значення відгуку $\bar{Y}_n, \bar{Y}_n^*$	Оцінка дисперсії відгуку $\bar{D}_n, \bar{D}_n^*$	Дисперсія різниці D_{an}	t -статистика t_n
	$j=1$	$j=2$	$j=3$	$j=4$	$j=5$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Митний інспектор PR_1									
η_{1j}^*	6,7	7	6,3	6,5	6,2	6,54	0,103	0,6515	1,2929
η_{1j}	7	9	7	6	7	7,2	1,2		
w_{1j}^*	80,9	82	79,5	80	79,7	80,42	1,067	18,7835	0,2116
w_{1j}	84	90	75	79	77	81	36,5		
ψ_{1j}^*	0,989	0,99	0,98	0,985	0,979	0,9846	0,000025	7,765E-05	1,5431
ψ_{1j}	0,98	0,99	0,97	0,96	0,98	0,976	0,00013		

Кінець таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Стоянка в зоні митного контролю PR_2									
η_{2j}	0	0	0	0	0	0	0	0,1	1,0
η_{2j}^*	0	1	0	0	0	0,2	0,2		
w_{2j}	0	0	0	0	0	0	0		
w_{2j}^*	0	0,5	0	0	0	0,1	0,05	0,025	1,0
ψ_{2j}	0,305	0,3	0,295	0,302	0,3	0,3004	0,00001		
ψ_{2j}^*	0,25	0,35	0,3	0,33	0,31	0,308	0,00142	0,0007	0,449
Стоянка для затриманих ТЗ PR_3									
η_{3j}	0,02	0,05	0	0,2	0,1	0,074	0,00638	0,1532	1,3170
η_{3j}^*	0	0	0	1	1	0,4	0,3		
w_{3j}	2,6	3	1	3,1	2,8	2,5	0,74		
w_{3j}^*	1	1	1	3	3	1,8	1,2	0,97	1,1238
ψ_{3j}	0,398	0,41	0,38	0,42	0,416	0,4048	0,00026		
ψ_{3j}^*	0,39	0,39	0,39	0,4	0,4	0,394	3E-05	0,00015	1,4152
Комерційний склад PR_4									
η_{4j}	0,02	0	0,3	0,2	0,1	0,124	0,01598	0,15794	1,0981
η_{4j}^*	1	0	0	0	1	0,4	0,3		
w_{4j}	2,1	2,5	1,5	2,2	2	2,06	0,133		
w_{4j}^*	2	2	1	2	2	1,8	0,2	0,1665	1,0075
ψ_{4j}	0,806	0,75	0,83	0,81	0,79	0,7972	0,00089		
ψ_{4j}^*	0,8	0,82	0,78	0,8	0,79	0,798	0,00022	0,00056	0,0535
Митний склад PR_5									
η_{5j}	0,04	0,05	0,01	0,2	0,1	0,08	0,00555	0,09028	0,4210
η_{5j}^*	1	0,5	1	0	0,5	0	0,175		
w_{5j}	10,6	11	10	13	12	11,32	1,412		
w_{5j}^*	14	12	14	10	12	12,4	2,8	2,106	1,1767
ψ_{5j}	0,87	0,88	0,83	0,89	0,885	0,871	0,00058		
ψ_{5j}^*	0,9	0,88	0,89	0,85	0,87	0,878	0,00037	0,00048	0,5078
Склад тимчасового зберігання PR_6									
η_{6j}	0	0	0	0	0	0	0	0,1	1,0000
η_{6j}^*	0	0	1	0	0	0,2	0,2		
w_{6j}	0,5	1	0,8	0,4	0,45	0,63	0,067		
w_{6j}^*	0,7	0,3	1	0,5	1	0,7	0,095	0,081	0,3889
ψ_{6j}	0,661	0,68	0,67	0,65	0,66	0,6642	0,00013		
ψ_{6j}^*	0,65	0,65	0,67	0,66	0,67	0,66	0,0001	0,0001	0,6217
Операції з митно-логістичного обслуговування									
t_{1j}	254,8	256	253,5	255,2	253,8	254,66	1,048	3,874	1,2371
t_{1j}^*	255	260	256	253	257	256,2	6,7		
t_{2j}	253,8	255	253,5	254	253	253,86	0,548		
t_{2j}^*	254	259	255	253	256	255,4	5,3	2,924	1,4240
t_{3j}	500,2	501	500,1	500,5	500	500,36	0,163		
t_{3j}^*	500	503	499	501	499	500,4	2,8	1,4815	0,0520
t_{4j}	352,4	352,6	352	355	354	353,2	1,58		
t_{4j}^*	353	352	353,5	351	353	352,5	1	1,29	0,9745
t_{5j}	426,6	426,3	427	426,8	426,9	426,72	0,077		
t_{5j}^*	425	426	428	427	428	426,8	1,7	0,8885	0,1342

Використовуючи формули (3.1), (3.2), визначені оцінки математичного очікування і дисперсії відгуків моделі, розраховано оцінки дисперсії D_{an} (таблиця 3.1). За формулою (3.3) визначені t -статистики t_n . При

кількості ступенів свободи $\nu = N_1 + N_2 - 2 = 8$ і рівні значущості $\alpha = 0,05$ за таблицями розподілу Стюдента визначено критичне значення ($t_{кр} = 1,85$). Порівнюючи кожне зі значень t -статистики в таблиці 3.1 з $t_{кр}$ ($t_n \leq t_{кр}$), гіпотеза про близькість середніх значень відгуків моделі і реального об'єкту митної інфраструктури Київської області приймається. Таким чином, можна говорити про адекватність імітаційної моделі ВМК і реального об'єкту.

Оцінка характеристик імітаційної моделі полягала в проведенні наступних процедур: оцінка похибки імітації, знаходження довжини перехідного періоду, аналіз стійкості відгуків моделі при зростанні часу імітації і чутливості відгуків імітаційної моделі до змін вхідних параметрів моделі.

Для визначення похибки відгуків імітаційної моделі, обумовленої імовірнісним характером компонентів моделі і генераторами випадкових чисел, було проведено 10 імітаційних експериментів в серединній точці значень параметрів імітаційної моделі. При цьому в l -му імітаційному експерименті ($l = \overline{1, 10}$) параметри імітаційної моделі не змінювалися, а модифікувалися лише початкові значення алгоритмів базових генераторів. У результаті імітаційного експерименту були сформовані вибірки з обсягом $N = 10$ кожного k -го відгуку імітаційної моделі $\{Y_{nk}\}$. За цими вибірками обчислювалися оцінки математичного очікування і вибіркові дисперсії відгуків моделі ($\bar{Y}_n, \bar{D}_n$) за формулою (3.1). Результуючі значення похибок dY_n у відсотках для імітаційної моделі, розраховані за формулою (3.11), приведені в таблиці 3.2.

$$dY_n = \frac{t_{0,05}}{\bar{Y}_n} \sqrt{\frac{\bar{D}_n}{N-1}} \cdot 100\% . \quad (3.11)$$

Точність імітації визначається за формулою:

$$d_{SM} = \max_n \{ dY_n \} \quad (3.12)$$

Таблиця 3.2 – Оцінка похибки імітації відгуків імітаційної моделі

Відгуки	Помилка імітації $dY_n \%$	Відгуки	Помилка імітації $dY_n \%$	Відгуки	Помилка імітації $dY_n \%$
η_1	2,1	ψ_3	1,5	w_6	1,9
w_1	3,0	η_4	0,5	ψ_6	1,8
ψ_1	1,3	w_4	1,1	t_1	2,9
η_2	0,8	ψ_4	0,8	t_2	2,8
w_2	1,2	η_5	1,7	t_3	2,3
ψ_2	0,9	w_5	2,6	t_4	1,9
η_3	1,8	ψ_5	1,9	t_5	2,2
w_3	2,2	η_6	1,3		

Під час пробного імітаційного експерименту було встановлено, що верхня межа помилки імітації дорівнює $d_{SM} = 3\%$.

Для визначення тривалості перехідного періоду імітації в GPSS World для збору статистики використовувалися таблиці. Розглядалися відгуки операцій з митно-логістичного обслуговування (рис. 3.7).

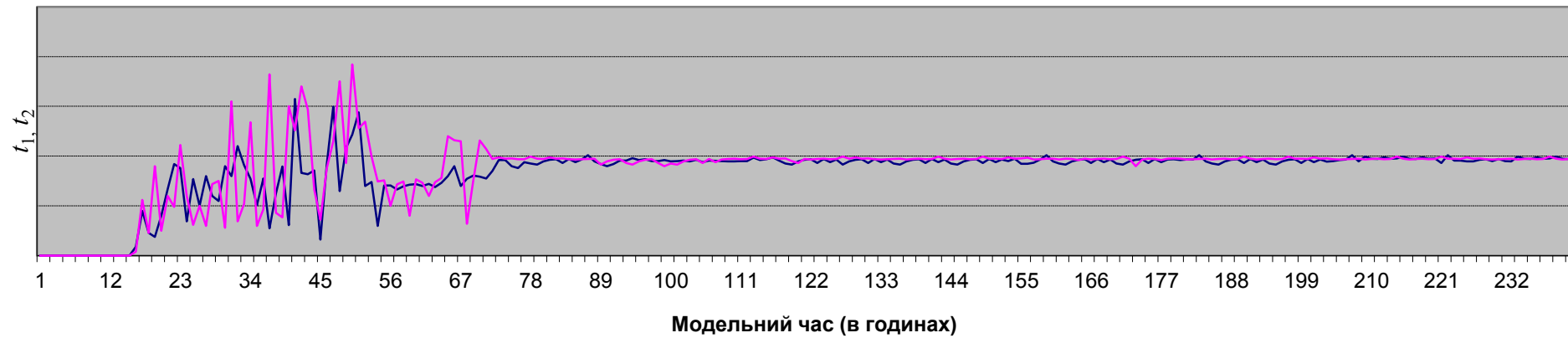
За кожним графіком поведінки цих операцій визначався момент настання стаціонарного режиму. Максимальний з цих моментів часу вважатиметься моментом закінчення перехідного періоду усієї моделі – $T_0 = 80 \text{ год.} = 4800 \text{ хв.}$

Оцінка стійкості імітаційної моделі. Для оцінки стійкості результатів імітації за допомогою засобів відладки і візуалізації GPSS контролювалася зміна в модельному часі t_0 амплітуд відгуків моделі. За час $T_M = 100800 \text{ хв.} = 1680 \text{ год.}$ для усіх відгуків моделі не спостерігалось їх неконтрольованого зростання. Це дозволило вважати «стійкою» розроблену імітаційну модель.

Для оцінки чутливості імітаційної моделі встановлено діапазони зміни відгуків моделі при зміні компонент вектора параметрів моделі X : інтенсивності надходження на вантажний митний комплекс транспортних засобів для здійснення операцій з митно-логістичного обслуговування λ_i .

Припустимо, що серединна точка вектора параметрів, яка відповідає інтенсивності надходження транспортних засобів на ВМК, дорівнює:

Митне оформлення при експорті і імпорті вантажів



$T_0 = 80$ годин

Розміщення вантажів на митному складі і складі тимчасового зберігання



$T_0 = 78$ годин

Рисунок 3.7 – Динаміка встановлення режимів моделювання процесів митно-логістичного обслуговування

$\lambda_1 = 1,71$ ТЗ / год. – інтенсивність надходження транспортних засобів на митне оформлення при експорті вантажів;

$\lambda_2 = 1,71$ ТЗ / год. – інтенсивність надходження транспортних засобів на митне оформлення при імпорті вантажів;

$\lambda_3 = 0,6$ ТЗ / год. – інтенсивність надходження транспортних засобів на комплексне митно-логістичне обслуговування;

$\lambda_4 = 0,25$ ТЗ / год. – інтенсивність надходження транспортних засобів для розміщення вантажів на митному складі;

$\lambda_5 = 0,17$ ТЗ / год. – інтенсивність надходження транспортних засобів для розміщення вантажів на складі тимчасового зберігання.

В якості відгуків, що перевіряються на чутливість, фіксувалися: $Y_{VMK} = (\eta_k, w_k, \psi_k, v_k, t_l, tn_l)$.

Діапазони змін інтенсивностей надходження транспортних засобів на вантажний митний комплекс обираємо:

від 1,43 ТЗ/ год. до 2,14 ТЗ / год. для λ_1 ,

від 1,43 ТЗ / год. до 2,14 ТЗ / год. для λ_2 ,

від 0,5 ТЗ / год. до 0,75 ТЗ / год. для λ_3 ,

від 0,2 ТЗ / год. до 0,3 ТЗ / год. для λ_4 ,

від 0,14 ТЗ / год. до 0,21 ТЗ / год. для λ_5 .

Відгуки імітаційної моделі при варіюванні λ_i наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для перевірки чутливості імітаційної моделі

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
λ_1	2,14	1,43	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71
λ_2	1,71	1,71	2,14	1,43	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71
λ_3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,75	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6
λ_4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,3	0,2	0,25	0,25
λ_5	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,21	0,14

Кінець таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ψ_1	1	0,864	1	0,859	0,952	0,9	0,933	0,912	0,919	0,905
w_1	521	3,85	528,7	3,56	17,7	6,3	11,2	7,64	8,9	6,81
η_1	439,5	0,28	44,1	0,26	1,4	0,47	0,87	0,581	0,68	0,513
ψ_2	0,978	0,165	0,991	0,165	0,203	0,175	0,189	0,179	0,183	0,177
w_2	231,9	0	239,2	0	0	0	0	0	0	0
η_2	16,6	0	17,1	0	0	0	0	0	0	0
ψ_3	0,942	0,258	0,938	0,251	0,297	0,282	0,29	0,284	0,282	0,28
w_3	1142	0,096	760,8	0,06	0,165	0,122	0,24	0,118	0,092	0,076
η_3	10,4	0,01	6,9	0	0,01	0,01	0,02	0,001	0,001	0,001
ψ_4	0,726	0,724	0,727	0,723	0,905	0,605	0,726	0,728	0,725	0,723
w_4	0,31	0,29	0,221	0,265	15,38	0,02	0,228	0,266	0,265	0,304
η_4	0,03	0,03	0,02	0,03	0,19	0	0,002	0,003	0,003	0,003
ψ_5	0,828	0,829	0,829	0,821	0,828	0,832	0,993	0,662	0,669	0,665
w_5	5,72	4,66	6,41	4,25	4,73	4,43	902,9	0,105	0,058	0,19
η_5	0,023	0,018	0,026	0,017	0,019	0,018	4,27	0	0	0,001
ψ_6	0,569	0,571	0,575	0,57	0,57	0,568	0,569	0,566	0,713	0,474
w_6	0,036	0,018	0,029	0	0,077	0,07	0,118	0,008	0,44	0
η_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0
t_1	965,7	150,9	925,4	149,2	168,3	152,6	159,9	154,7	156,3	153,4
t_2	953,6	150,2	928	148,8	168,6	153,8	160,0	155,2	155,9	153,4
t_3	510,9	490,1	513	489,1	509,3	491,3	493	493,4	492,3	490
t_4	346,3	337,2	347,5	337,2	343	337,6	1238	334,6	335,2	334
t_5	957,1	334,6	966	334,3	349,5	337	342,9	337,8	339,7	337

Приріст компонент вектора параметрів і компонент вектора відгуків визначаються за формулою (3.7).

Результати розрахунків наведені в таблиці 3.4.

Максимальна чутливість моделі (100%) при зміні на 40% інтенсивності надходження транспортних засобів на митне оформлення експорту λ_1 і імпорту λ_2 вантажів досягається за відгуками η_1 і w_1 (середня довжина черги і середній час простою у черзі до митного інспектора), ψ_2 , η_2 ,

Таблиця 3.4 – Перевірка чутливості імітаційної моделі

i	1	2	3	4	5
I	2	3	4	5	6
$\delta\lambda_i, \%$	40	40	40	40	40
$\delta\psi_1, \%$	14,59	15,17	5,62	2,28	1,54
$\delta w_1, \%$	100	100	95	37,79	26,61
$\delta\eta_1, \%$	100	100	99,47	39,83	28
$\delta\psi_2, \%$	100	100	14,81	5,43	3,33
$\delta w_2, \%$	100	100	0	0	0
$\delta\eta_2, \%$	100	100	0	0	0
$\delta\psi_3, \%$	100	100	5,18	2,09	0,71
$\delta w_3, \%$	100	100	29,97	68,16	19,05
$\delta\eta_3, \%$	100	100	0	100	0
$\delta\psi_4, \%$	0,28	0,55	39,74	0,28	0,28
$\delta w_4, \%$	6,67	18,11	100	15,38	13,71
$\delta\eta_4, \%$	0	40,00	100	40,00	0
$\delta\psi_5, \%$	0,12	0,97	0,48	40	0,60
$\delta w_5, \%$	20,42	40,53	6,55	100	100
$\delta\eta_5, \%$	24,39	41,86	5,41	100	0
$\delta\psi_6, \%$	0,35	0,87	0,35	0,53	40,27
$\delta w_6, \%$	66,67	100	9,52	100	100
$\delta\eta_6, \%$	0	0	0	0	0
$\delta t_1, \%$	100	100	9,78	3,31	1,87
$\delta t_2, \%$	100	100	9,18	3,05	1,62
$\delta t_3, \%$	4,16	4,77	3,60	0,08	0,47
$\delta t_4, \%$	2,66	3,01	1,59	100	0,36
$\delta t_5, \%$	96,38	97,16	3,64	1,50	0,80

w_2, ψ_3, η_3, w_3 (коефіцієнт завантаження стоянки в зоні митного контролю і стоянки для затриманих транспортних засобів, середня довжина черги і середній час простою у черзі на в'їзд на ВМК і на стоянку для затриманих транспортних засобів), а також t_1 и t_2 (середній час митного оформлення експорту та імпорту вантажів).

Найбільша чутливість імітаційної моделі (100%) при зміні інтенсивності надходження транспортних засобів на комплексне митно-логістичне обслуговування λ_3 на 40% досягається за відгуками η_4 и w_4 (середня довжина черги і середній час простою у черзі на комерційний склад). Інші відгуки моделі, в тому числі середній час комплексного митно-логістичного обслуговування t_3 , нечутливі до збільшення (λ_3).

Зміна інтенсивності надходження транспортних засобів для розміщення вантажу на митному складі λ_4 на 40% приводить до зміни відгуків η_3 (середня довжина черги на в'їзд на ВМК), η_5 і w_5 (середня довжина черги і середній час простою в черзі), а також t_4 (середній час розміщення вантажів та митному складі) на 100%.

Зміна інтенсивності надходження транспортних засобів для розміщення вантажів на складі тимчасового зберігання λ_5 на 40% приводить до зміни відгуків w_5 і w_6 (середній час простою у черзі на митний склад і склад тимчасового зберігання) на 100%.

В результаті моделювання отримана наступна статистика по чергах і пристроях:

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	RETRY
OTHER_INSP	38	13	83113	7660	6.668	80.867	89.076	0
OTHER_SKLAD	2	0	11291	10281	0.023	2.092	23.389	0
OTHER_TSKLAD	1	0	4170	2562	0.044	10.616	27.532	0
OTHER_VHOD	1	0	69106	69106	0.000	0.000	0.000	0
OTHER_ZADER	6	0	8889	8589	0.023	2.592	76.810	0
OTHER_INSP_TSK	1	0	4171	389	0.049	11.937	13.165	0
OTHER_INSP_KO	3	0	11521	1092	0.120	10.503	11.603	0
OTHER_VREM	1	0	3183	3103	0.002	0.511	20.350	0

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY	DELAY
STOYANKA	50	29	0	42	77075	1	15.226	0.305	0	0
ST_ZADER	6	3	0	6	8889	1	2.391	0.398	0	0
SKLAD	5	1	0	5	11291	1	4.029	0.806	0	0
TAM_SKLAD	1	1	0	1	4170	1	0.869	0.869	0	0
VREM_SKLAD	1	0	0	1	3183	1	0.661	0.661	0	0
INSPEKTR	10	0	0	10	83100	1	9.890	0.989	0	13

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY FREQUENCY	CUM. %
WAIT_INSP	80.866	87.446		0	
WAIT_SKLAD	2.092	9.259		0	
WAIT_TSKLAD	10.616	18.946		0	
TIME_EXP	254.833	152.313		0	
TIME_IMP	253.815	148.704		0	
TIME_KOM	500.184	84.910		0	
TIME_TSK	352.359	28.414		0	
TIME_VREM	426.575	91.550		0	
TIME_EXP	216.166	91.046		0	
TIME_IMP	217.003	91.401		0	
TIME_EXP	566.310	185.070		0	
TIME_IMP	558.131	179.019		0	

Звіти імітаційного моделювання наведені в Додатку А.

Результати моделювання середнього часу перебування транспортних засобів на вантажному митному комплексі при здійсненні операцій з митно-логістичного обслуговування наведено в таблиці 3.5

Таблиця 3.5 – Результати моделювання при обслуговуванні ТЗ на ВМК

Операції з митно-логістичного обслуговування	Середнє значення часу обслуговування, хв. (MEAN)	Середнє квадратичне відхилення, хв. (STD . DEV .)
Митне оформлення при експорті вантажів, t_1	254,8	152,3
– при правильному оформленні документів	216,2	91,0
– при допущенні помилок в оформленні документів	566,3	185,1
Митне оформлення при імпорті вантажів, t_2	253,8	148,7
– при правильному оформленні документів	217,0	91,4
– при допущенні помилок в оформленні документів	558,1	179,0
Комплексне митно-логістичне обслуговування, t_3	500,2	84,9
Розміщення вантажів на митному складі, t_4	352,4	28,4
Розміщення вантажів на складі тимчасового зберігання, t_5	426,6	91,6

Гістограми часу перебування транспортних засобів на вантажному митному комплексі для здійснення операцій за видами митно-логістичного обслуговування наведено на рис. 3.8 – 3. 12.

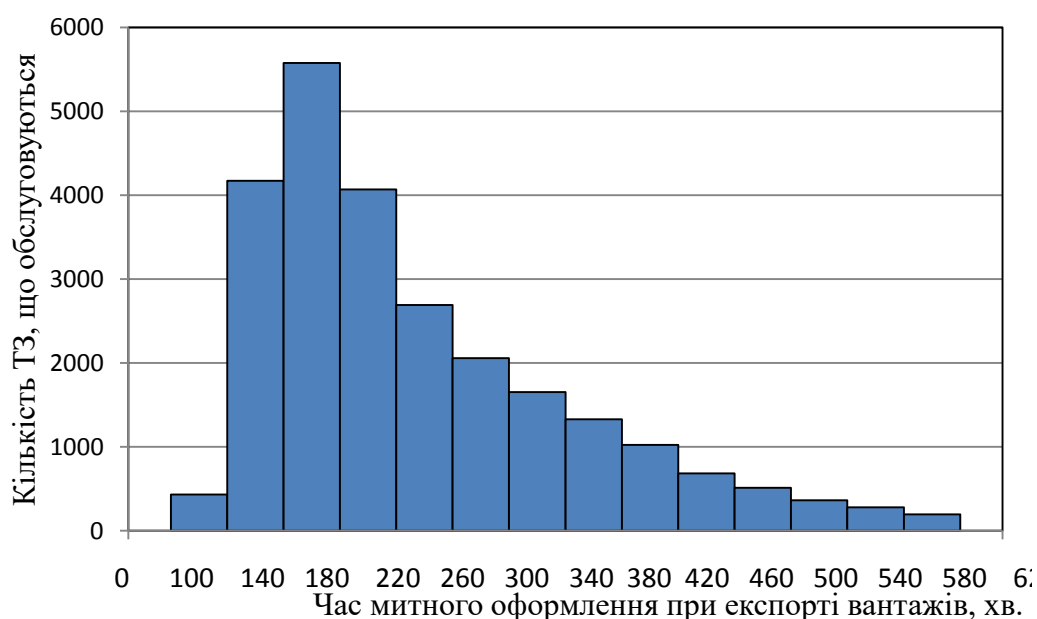


Рисунок 3.8 – Розподіл часу митного оформлення при експорті вантажів

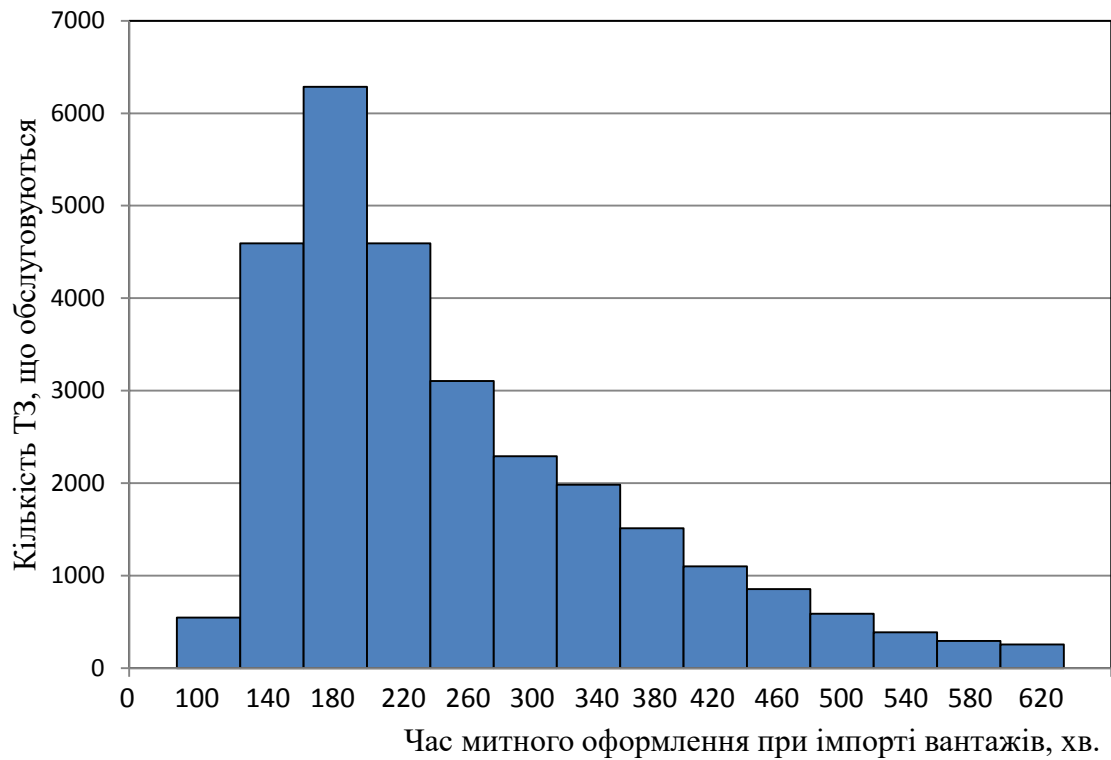


Рисунок 3.9 – Розподіл часу митного оформлення при імпорті вантажів

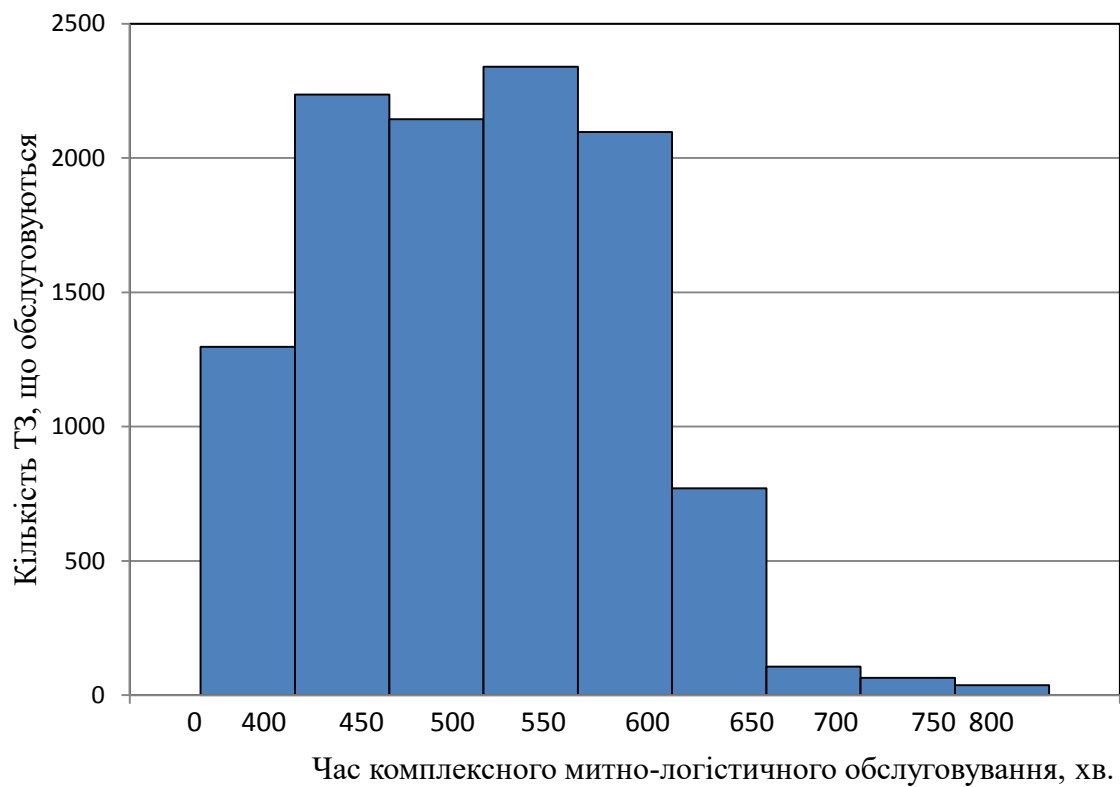


Рисунок 3.10 – Розподіл часу комплексного митно-логістичного обслуговування

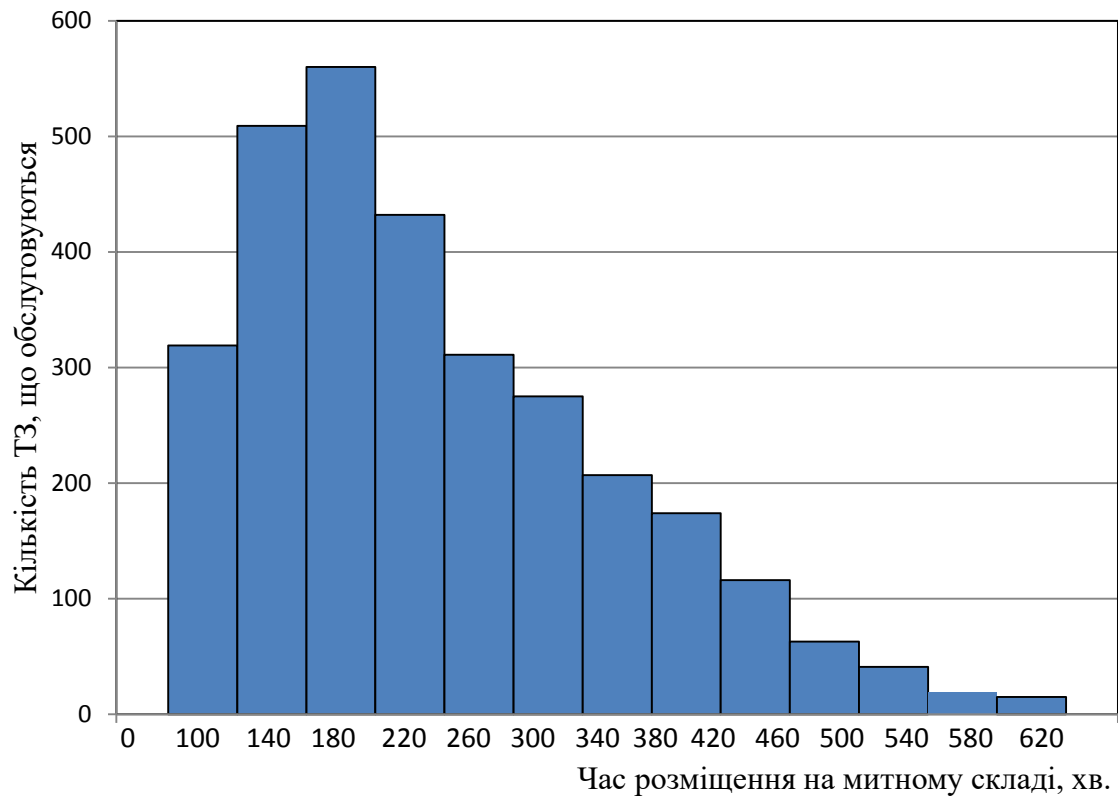


Рисунок 3.11 – Розподіл часу розміщення вантажу на митному складі

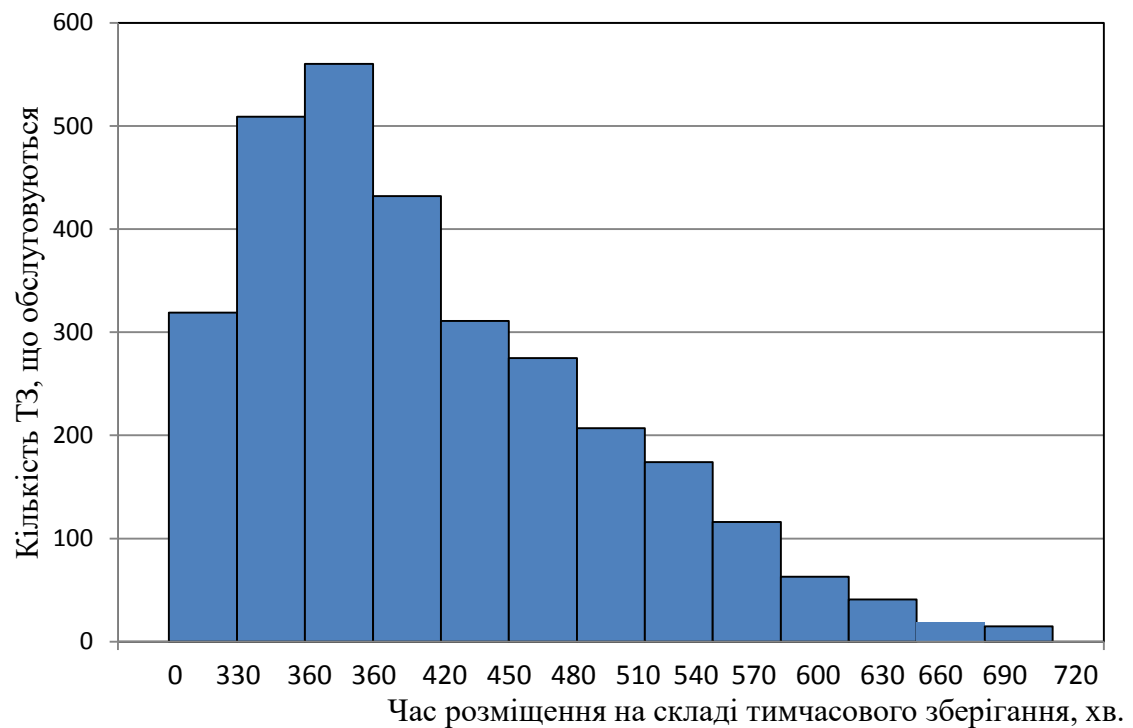


Рисунок 3.12 – Розподіл часу розміщення вантажу на складі тимчасового зберігання

За звітами, отриманими в результаті моделювання вантажного митного комплексу, визначені основні показники результатів моделювання і розраховано тривалість простою транспортних засобів в чергах на обслуговування (таблиця 3.6).

Таблиця 3.6 – Результати моделювання вантажного митного комплексу

Основні показники моделювання	Митний інспектор PR_1	Стоянка в зоні митного контролю PR_2	Стоянка для затриманих ТЗ PR_3	Комерційний склад PR_4	Митний склад PR_5	Склад тимчасового зберігання PR_6
Коефіцієнт завантаження, Ψ_k	0,989	0,305	0,398	0,806	0,869	0,661
Середній час простою в черзі w_k , хв.	80,9	0,0	2,6	2,1	10,6	0,5
Середня довжина черги, ТЗ η_k	6,7	0,0	0,02	0,02	0,04	0,0
Частка ТЗ, що обслужені без простою в черзі, v_k , %	9,2 %	100 %	97 %	91 %	61 %	97 %
Тривалість простою ТЗ у чергах, LTk, хв.	542,03	0	0,052	0,042	0,424	0

На гістограмі (рис. 3.13) представлений розподіл часу очікування в черзі ТЗ для обслуговування митним інспектором. Таким чином, середній час очікування склав 80,9 хв.

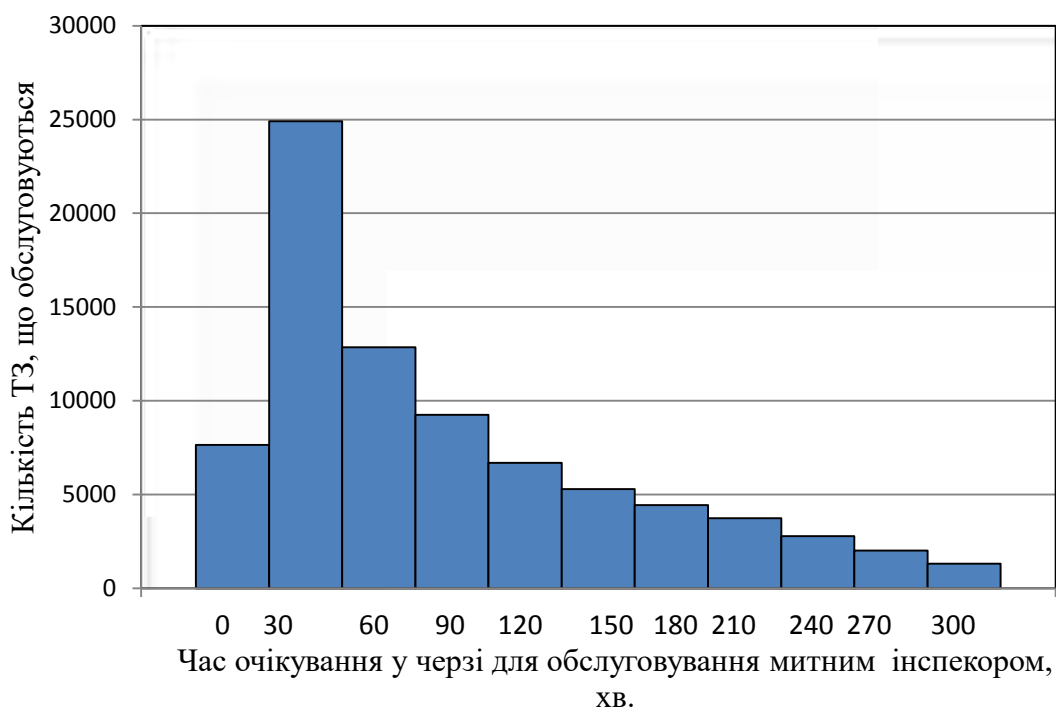


Рисунок 3.13 – Розподіл часу очікування в черзі для обслуговування митним інспектором

Розподіл часу простою в черзі для розміщення вантажу на митному складі представлений на рисунку 3.14. Середній час очікування – 2,1 хв.

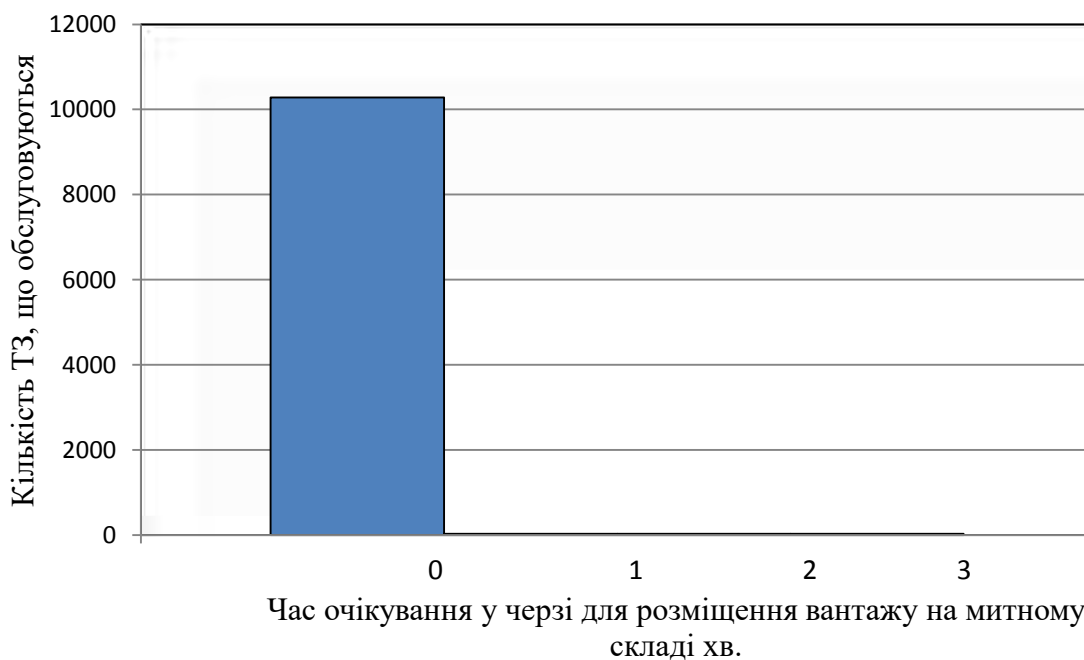


Рисунок 3.14 – Розподіл часу очікування в черзі для розміщення вантажу на митному складі

Розподіл часу простою в черзі для розміщення вантажу на складі тимчасового зберігання представлений на рисунку 3.15. Середній час очікування – 10,6 хв.

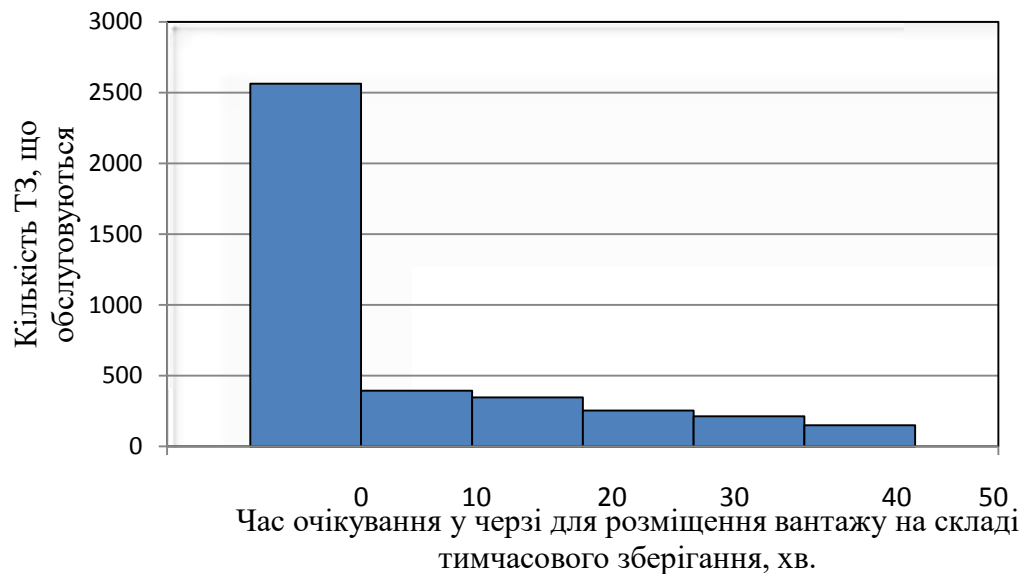


Рисунок 3.15 – Розподіл часу очікування в черзі для розміщення вантажу на складі тимчасового зберігання

На рисунку 3.16 представлена діаграма зв'язку інтенсивності завантаження пристроїв з втратами часу простою заявок на обслуговування в чергах (LT_k) на ВМК.

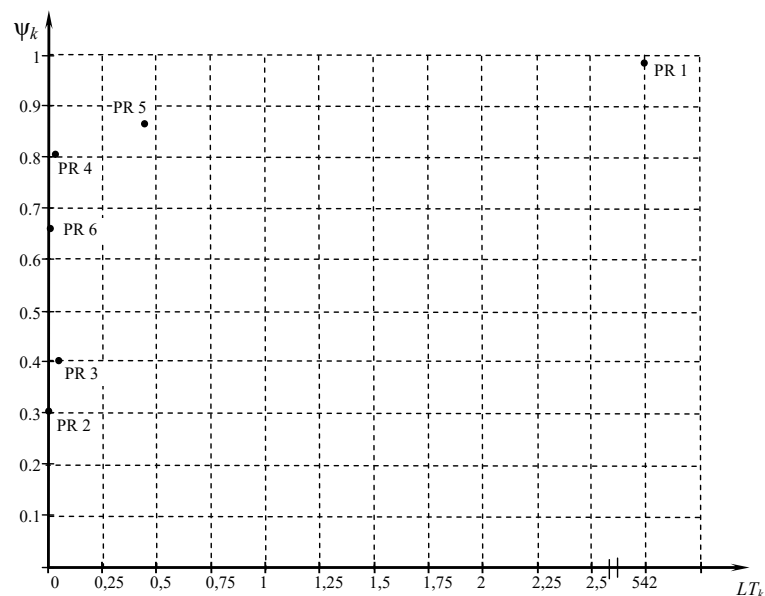


Рисунок 3.16 – Діаграма зв'язку інтенсивності завантаження обслуговуючих пристроїв з втратами часу на очікування в чергах

Аналізуючи отримані результати моделювання і діаграму зв'язку, бачимо, що «вузьким місцем» для цього вантажного митного комплексу є кількість митних інспекторів, збільшення якої дозволить підвищити пропускну спроможність об'єкту інфраструктури і скоротити час обслуговування транспортних засобів при здійсненні усіх операцій з митно-логістичного обслуговування. При цьому кількість місць для стоянки затриманих транспортних засобів, площа комерційного та митного складів, складу тимчасового зберігання є достатньою. Кількість місць для стоянки транспортних засобів в зоні митного контролю може бути скорочена до 30, якщо збільшення кількості митних інспекторів є неможливим.

Висновки до розділу 3

1. Розроблено імітаційну модель роботи вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга. В якості об'єкту моделювання обрано чотири типи логістичних ланцюгів, до структури яких належить вантажний митний комплекс, за умови виконання різних типів операцій, серед яких: митне оформлення при експорті та імпорті вантажів, комплексне митно-логістичне обслуговування, розміщення вантажів на митний склад і склад тимчасового зберігання. Всі процеси, що досліджуються характеризуються різним попитом, тривалістю та технологією виконання. Запропонована модель дозволяє визначити: характеристики логістичних ланцюгів чотирьох типів; середній час виконання робіт кожною ланкою логістичного ланцюга; тривалість виконання доставки товарів за різними логістичними ланцюгами; характеристики вантажного митного комплексу. Окрім цього, модель дозволяє досліджувати і оптимізувати роботу вантажного митного комплексу за різних умов обслуговування.

2. Обґрунтовано вибір логістичного ланцюга і оптимізації вантажного митного комплексу на основі математичної моделі масового обслуговування. Інтервали часу між прибуттям транспортних засобів на вантажний митний

комплекс характеризуються розподілом Пуассона. Час обслуговування одного транспортного засобу митним інспектором підпорядкований нормальному закону розподілу.

3. Запропонована модель масового обслуговування логічних ланцюгів і вантажного митного комплексу, реалізована в пакеті автоматизації імітаційного моделювання GPSS World. Випробування імітаційної моделі включало два етапи: верифікацію і перевірку адекватності. На етапі верифікації, використовуючи інтерактивну здатність покрокового налагодження моделі в середовищі GPSS World, підтверджено правильність алгоритму функціонування імітаційної моделі. Окрім цього проведено оцінку похибки імітації, зумовленої наявністю в імітаційній моделі генераторів псевдовипадкових чисел; довжини перехідного періоду в моделі, стійкості результатів моделювання; чутливості відгуків імітаційної моделі до змін вхідних параметрів моделі. Встановлено, що розроблена імітаційна модель відповідає роботі об'єкту, що досліджується.

4. На основі отриманих результатів моделювання діяльності вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга, встановлено, що збільшення кількості фахівців митних органів дозволить підвищити пропускну спроможність об'єкту інфраструктури і скоротити час обслуговування транспортних засобів, при здійсненні усіх операцій з митно-логістичного обслуговування. При цьому кількість місць для стоянки затриманих транспортних засобів, площа комерційного, митного і складу тимчасового зберігання є достатньою. Кількість місць для стоянки транспортних засобів в зоні митного контролю може бути скорочена до 30, якщо збільшення кількості митних інспекторів є неможливим.

РОЗДІЛ 4

ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ МІЖНАРОДНИХ
ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ СПІВПРАЦІ
З ВАНТАЖНИМИ МИТНИМИ КОМПЛЕКСАМИ

4.1 Оцінка надійності логістичного ланцюга при виконанні митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі методом статистичних випробувань

Надійність логістичного ланцюга, основною ланкою якого є вантажний митний комплекс, пов'язана зі своєчасністю виконання операцій з митного оформлення при експорті (МОЕ) та імпорті (МОІ) товарів, розміщення товарів на митному складі (МС) та складі тимчасового зберігання (СТЗ), комплексного митно-логістичного обслуговування (КО). В дисертаційній роботі розглядається умова, що затримки при виконанні цих операцій зумовлені: затримками при виконанні митного оформлення; обмеженою кількістю місць для стоянки автотранспортних засобів на території вантажного митного комплексу; допущенням помилок в оформленні документів; імовірністю проведення поглибленого митного огляду товарів та ін. [172].

При оцінці надійності логістичного ланцюга можна виділити наступні особливості: логістичний ланцюг, до якого входить вантажний митний комплекс, має досить складну структуру; не завжди простежується чіткий функціональний взаємозв'язок між процесами, що відбуваються, а в більшості випадків він носить імовірнісний характер; виникнення тих чи інших процесів в логістичному ланцюзі або відхилення процесів, що відбуваються, від заданих параметрів, має імовірнісний характер і обумовлений впливом зовнішнього середовища [120].

За таких умов простежити всі можливі причини, які спричинять відмову або збої в функціонуванні логістичного ланцюга та вантажного

митного комплексу, оцінити їх надійність, ґрунтуючись на аналітичних методах, використаних для аналізу технічних систем, дуже складно. В цьому випадку для оцінки надійності логістичного ланцюга та ВМК доцільно використовувати розроблену в GPSS імітаційну модель функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга [173, 174].

Імітаційне моделювання в GPSS, що представляє собою машинну реалізацію методу статистичних випробувань – методу Монте-Карло, дозволяє вирішувати завдання не тільки аналізу (оцінки варіантів структури логістичного ланцюга та вантажного митного комплексу, впливу зміни різних параметрів), а й синтезу, коли потрібно створити систему з заданими характеристиками надійності при певних обмеженнях, які є оптимальними за обраними критеріями оцінки ефективності [175].

Суть методу статистичних випробувань стосовно дослідження задач надійності полягає в побудові імовірнісного аналога системи та отриманні різних варіантів реалізацій випадкового процесу, які обробляються з використанням методів математичної статистики. При цьому вплив випадкових чинників в процесі моделювання враховується введенням елементів випадковості шляхом проведення розіграшів. Як елемент випадковості використовується генератор псевдовипадкових чисел, який використовується для моделювання випадкових процесів [176].

Обробка результатів моделювання ведеться при обмеженій кількості реалізацій випадкового процесу. При цьому мінімальний обсяг випробувань визначається з умови отримання заданої точності та достовірності. Для забезпечення заданої точності оцінок імовірнісних характеристик методом статистичних випробувань в GPSS знадобилося 1008000 хвилин модельного часу [177, 178].

Для оцінки надійності процесу митного оформлення при експорті товарів [179] виконано 28797 реалізацій імітаційної моделі. Отримано наступні результати моделювання в GPSS за умови дослідження операції митного оформлення при експорті товарів:

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
TIME_EXP	254.833	152.313				0
—	—	300.000	18995	73.14		
		300.000	—	350.000	2033	80.97
		350.000	—	400.000	1521	86.82
		400.000	—	450.000	1006	90.70
		450.000	—	500.000	642	93.17
		500.000	—	550.000	447	94.89
		550.000	—	600.000	294	96.02
		600.000	—	650.000	235	96.93
		650.000	—	700.000	190	97.66
		700.000	—	750.000	158	98.27
		750.000	—	800.000	112	98.70
		800.000	—	850.000	96	99.07
		850.000	—	—	242	100.00

Оцінки основних характеристик операцій митного оформлення при експорті товарів за визначенням надійності наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Оцінка характеристик операції митного оформлення при експорті товарів

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування митного оформлення при експорті товарів		254,8 хв.
Стандартне відхилення митного оформлення при експорті товарів		152,3 хв.
Імовірність своєчасного виконання митного оформлення при експорті товарів (норма – 500 хв.)	400 хв.	0,87
	450 хв.	0,91
	500 хв.	0,93
	600 хв.	0,96
	700 хв.	0,98

Для оцінки надійності операції митного оформлення при імпорті товарів виконано 32563 реалізацій імітаційної моделі та отримано наступні результати:

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE		RETRY	FREQUENCY	CUM. %
TIME_IMP	253.815	148.704			0		
			—	300.000		21416	72.95
		300.000	—	350.000		2385	81.07
		350.000	—	400.000		1701	86.87
		400.000	—	450.000		1209	90.99
		450.000	—	500.000		753	93.55
		500.000	—	550.000		481	95.19
		550.000	—	600.000		338	96.34
		600.000	—	650.000		264	97.24
		650.000	—	700.000		180	97.85
		700.000	—	750.000		167	98.42
		750.000	—	800.000		127	98.86
		800.000	—	850.000		103	99.21
		850.000	—			233	100.00

Оцінки характеристик операції митного оформлення при імпорті товарів наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Оцінка характеристик операції митного оформлення при імпорті товарів

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування митного оформлення при імпорті товарів		253,8 хв.
Стандартне відхилення митного оформлення при імпорті товарів		148,7 хв.
Імовірність своєчасного виконання митного оформлення при імпорті товарів (норма – 500 хв.)	400 хв.	0,87
	450 хв.	0,91
	500 хв.	0,94
	600 хв.	0,96
	700 хв.	0,98

Для оцінки надійності комплексного митно-логістичного обслуговування вироблено 11175 реалізацій імітаційної моделі і отримано наступні результати:

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM. %
TIME_KOM	500.184	84.910		0		
			– 550.000		8017	71.77
		550.000	– 570.000		910	79.92
		570.000	– 590.000		854	87.56
		590.000	– 610.000		605	92.98
		610.000	– 630.000		353	96.14
		630.000	– 650.000		145	97.44
		650.000	– 670.000		60	97.98
		670.000	– 690.000		32	98.26
		690.000	– 710.000		24	98.48
		710.000	– 730.000		29	98.74
		730.000	– 750.000		26	98.97
		750.000	– 770.000		17	99.12
		770.000	–		98	100.00

Оцінки характеристик операції з комплексного митно-логістичного обслуговування наведені в таблиці 4.3.

Для оцінки надійності операції з розміщення товарів на митному складі вироблено 4386 реалізацій імітаційної моделі та отримано наступні результати:

Таблиця 4.3 – Оцінка характеристик операції комплексного митно-логістичного обслуговування

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування комплексного митно-логістичного обслуговування		500,2 хв.
Стандартне відхилення комплексного митно-логістичного обслуговування		84,9 хв.
Імовірність своєчасного виконання комплексного митно-логістичного обслуговування протягом (норма – 650 хв.)	570 хв.	0,80
	610 хв.	0,93
	650 хв.	0,97
	690 хв.	0,98
	730 хв.	0,99

TABLE TIME_TSK	MEAN 352.359	STD.DEV. 28.414	RANGE		RETRY 0	FREQUENCY	CUM.%
			–	340.000		1402	33.62
		340.000	–	355.000		846	53.91
		355.000	–	370.000		814	73.43
		370.000	–	385.000		601	87.84
		385.000	–	400.000		287	94.72
		400.000	–	415.000		145	98.20
		415.000	–	430.000		59	99.62
		430.000	–	445.000		13	99.93
		445.000	–	460.000		3	100.00

Оцінки характеристик операції з розміщення товарів на митному складі наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Оцінка характеристик операції з розміщення вантажів на митному складі

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування розміщення товарів на митному складі		352,4 хв.
Стандартне відхилення на розміщення товарів на митному складі		28,4 хв.
Імовірність своєчасного розміщення товарів на митному складі протягом (норма - 400 хв)	370 хв.	0,73
	385 хв.	0,88
	400 хв.	0,95
	415 хв.	0,98
	430 хв.	0,996

Для оцінки надійності операції з розміщення товарів на складі тимчасового зберігання вироблено 3360 реалізацій імітаційної моделі та отримано наступні результати:

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
TIME_VREM	426.575	91.550		0		
			– 480.000		2406	75.61
		480.000	– 495.000		118	79.32
		495.000	– 510.000		89	82.12
		510.000	– 525.000		91	84.98
		525.000	– 540.000		83	87.59
		540.000	– 555.000		57	89.38
		555.000	– 570.000		59	91.23
		570.000	– 585.000		64	93.24
		585.000	– 600.000		52	94.88
		600.000	– 615.000		28	95.76
		615.000	– 630.000		35	96.86
		630.000	– 645.000		25	97.64
		645.000	–		75	100.00

Оцінки характеристик операції з розміщення товарів на складі тимчасового зберігання наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Оцінки характеристик операції з розміщення товарів на складі тимчасового зберігання

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування розміщення товарів на складі тимчасового зберігання		426,6 хв.
Стандартне відхилення розміщення товарів на складі тимчасового зберігання		91,6 хв.
Імовірність своєчасного розміщення товарів на складі тимчасового зберігання протягом (норма – 600 хв.)	480 хв.	0,76
	540 хв.	0,88
	600 хв.	0,95
	630 хв.	0,97
	645 хв.	0,98

Аналогічним чином визначена надійність логістичних ланцюгів чотирьох типів при здійсненні доставки вантажів за маршрутами Київ – Варшава, Київ – Гамбург, Київ – Неаполь [180].

Для оцінки надійності логістичних ланцюгів при доставці вантажу за маршрутом Київ – Варшава здійснено 30473 реалізацій імітаційної моделі

для логістичного ланцюга першого типу, 32908 – другого типу, 34135 – третього типу, 36102 – четвертого типу. Оцінки характеристик логістичних ланцюгів при перевезенні вантажів за маршрутом Київ – Варшава наведені в таблицях 4.6 – 4.9.

Таблиця 4.6 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга першого типу (маршрут Київ – Варшава)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		133 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		25 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Варшава (норма – 192 год.)	144 год.	0,65
	168 год.	0,72
	192 год.	0,77
	240 год.	0,85
	288 год.	0,90

Таблиця 4.7 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга другого типу (маршрут Київ – Варшава)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		121 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		24 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Варшава (норма – 168 год.)	132 год.	0,73
	144 год.	0,78
	168 год.	0,81
	216 год.	0,87
	240 год.	0,92

Таблиця 4.8 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга третього типу (маршрут Київ – Варшава)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		100 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		23 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Варшава (норма – 144 год.)	120 год.	0,78
	136 год.	0,86
	144 год.	0,90
	192 год.	0,93
	228 год.	0,96

Таблиця 4.9 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга четвертого типу (маршрут Київ – Варшава)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		45,7 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		10 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Варшава (норма – 96 год.)	50 год.	0,80
	72 год.	0,86
	96 год.	0,93
	120 год.	0,96
	144 год.	0,98

Для оцінки надійності логістичних ланцюгів при доставці вантажів за маршрутом Київ – Гамбург здійснено 22493 реалізацій імітаційної моделі для логістичного ланцюга першого типу, 22890 – другого типу, 23211 – третього типу, 24012 – четвертого типу. Оцінки характеристик логістичних ланцюгів при доставці вантажів за маршрутом Київ – Гамбург наведені в таблицях 4.10 – 4.13.

Таблиця 4.10 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга першого типу (маршрут Київ – Гамбург)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		186 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		35 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Гамбург (норма – 240 год.)	192 год.	0,60
	216 год.	0,68
	240 год.	0,73
	276 год.	0,80
	336 год.	0,90

Таблиця 4.11 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга другого типу (маршрут Київ – Гамбург)

Характеристика		Оцінка
1	2	3
Математичне очікування часу доставки вантажів		177 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		37 год.

Кінець таблиці 4.11

1	2	3
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Гамбург (норма – 216 год.	180 год.	0,69
	192 год.	0,74
	216 год.	0,78
	252 год.	0,86
	288 год.	0,92

Таблиця 4.12 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга третього типу (маршрут Київ – Гамбург).

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		161,4 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		41,5 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Гамбург (норма – 204 год.)	172 год.	0,70
	186 год.	0,78
	204 год.	0,86
	240 год.	0,90
	264 год.	0,95

Таблиця 4.13 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга четвертого типу (маршрут Київ – Гамбург)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		107 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		28 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Гамбург (норма – 180 год.)	120 год.	0,78
	144 год.	0,84
	180 год.	0,90
	204 год.	0,93
	240 год.	0,96

Для оцінки надійності логістичних ланцюгів при доставці вантажів за маршрутом Київ – Неаполь здійснено 20569 реалізацій імітаційної моделі для логістичного ланцюга першого типу, 21904 – другого типу, 22219 – третього типу, 23127 – четвертого типу. Оцінки характеристик логістичних ланцюгів при доставці вантажів за маршрутом Київ – Неаполь наведені в таблицях 4.14 – 4.17.

Таблиця 4.14 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга першого типу (маршрут Київ – Неаполь)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		239 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		45,6 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Неаполь (норма – 312 год.)	252 год.	0,59
	288 год.	0,65
	312 год.	0,70
	360 год.	0,79
	396 год.	0,89

Таблиця 4.15 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга другого типу (маршрут Київ – Неаполь)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		233,5 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		51 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Неаполь (норма – 288 год.)	249 год.	0,65
	264 год.	0,71
	288 год.	0,75
	312 год.	0,81
	360 год.	0,92

Таблиця 4.16 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга третього типу (маршрут Київ – Неаполь)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		222 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		60 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Неаполь (норма – 276 год.)	240 год.	0,69
	260 год.	0,75
	276 год.	0,83
	300 год.	0,88
	348 год.	0,93

Таблиця 4.17 – Оцінка характеристик логістичного ланцюга четвертого типу (маршрут Київ – Неаполь)

Характеристика		Оцінка
Математичне очікування часу доставки вантажів		167 год.
Стандартне відхилення часу доставки вантажів		46 год.
Імовірність своєчасного виконання доставки вантажів за маршрутом Київ – Неаполь (норма – 240 год.)	192 год.	0,76
	220 год.	0,80
	240 год.	0,87
	288 год.	0,91
	324 год.	0,95

Надійність логістичного ланцюга та його ланок визначається як оцінка імовірності своєчасного виконання окремих операцій і всього процесу в цілому, та становить:

- операції з митного оформлення при експорті товарів $p_1 = 0,93$;
- операції з митного оформлення при імпорті товарів $p_2 = 0,94$;
- операції з комплексного митно-логістичного обслуговування $p_3 = 0,97$;
- операції з розміщення товарів на митному складі $p_4 = 0,95$;
- операції з розміщення товарів на складі тимчасового зберігання $p_5 = 0,95$;
- логістичний ланцюг поставок 1 типу (Київ – Варшава) $p_I = 0,77$;
- логістичний ланцюг поставок 2 типу (Київ – Варшава) $p_{II} = 0,81$;
- логістичний ланцюг поставок 3 типу (Київ – Варшава) $p_{III} = 0,90$;
- логістичний ланцюг поставок 4 типу (Київ – Варшава) $p_{IV} = 0,93$;
- логістичний ланцюг поставок 1 типу (Київ – Гамбург) $p_I = 0,73$;
- логістичний ланцюг поставок 2 типу (Київ – Гамбург) $p_{II} = 0,78$;
- логістичний ланцюг поставок 3 типу (Київ – Гамбург) $p_{III} = 0,86$;
- логістичний ланцюг поставок 4 типу (Київ – Гамбург) $p_{IV} = 0,90$;
- логістичний ланцюг поставок 1 типу (Київ – Неаполь) $p_I = 0,70$;
- логістичний ланцюг поставок 2 типу (Київ – Неаполь) $p_{II} = 0,75$;

- логістичний ланцюг поставок 3 типу (Київ – Неаполь) $p_{III} = 0,83$;
- логістичний ланцюг поставок 4 типу (Київ – Неаполь) $p_{IV} = 0,87$

Надійність логістичного ланцюга першого і другого типу в даному випадку є невисокою через незадовільну величину надійності його ланок, оскільки, для забезпечення досить високого рівня надійності логістичного ланцюга в цілому необхідно забезпечити досить високий рівень надійності кожної з його ланок [181].

Розроблена імітаційна модель функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга, додатково дозволяє: визначити імовірнісні показники логістичного ланцюга та вантажного митного комплексу, в тому числі, імовірність дотримання термінів виконання; визначити надійність логістичного ланцюга та вантажного митного комплексу в цілому та його окремих ланок; визначити структуру логістичного ланцюга з заданими характеристиками надійності при певних обмеженнях, які є оптимальними за обраними критеріями оцінки ефективності [182].

4.2 Оцінка ефективності роботи вантажного митного комплексу

З метою оцінки ефективності роботи вантажних митних комплексів та їх порівняння, обрано техніко-експлуатаційні показники, що характеризують функціонування ВМК (локальні показники ефективності $F_1 - F_{23}$) (таблиця 4.18). Розглянуто п'ять вантажних митних комплексів, що мають різні характеристики оснащення: кількість митних інспекторів, кількість місць для стоянки автотранспортних засобів, розміри площ митних складів або складів тимчасового зберігання. Для заданих параметрів (інтенсивності λ_i надходження на вантажний митний комплекс автотранспортних засобів для здійснення операцій з митно-логістичного обслуговування) на основі розробленої імітаційної моделі вантажного митного комплексу проведено імітаційні експерименти для п'яти ВМК.

Таблиця 4.18 – Локальні показники ефективності роботи ВМК

№	Локальні показники ефективності роботи ВМК		Значення показників				
			ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5
1	2		3	4	5	6	7
1	F ₁	Митне оформлення при експорті товарів, t_1 , хв.	245	485	709	147	152
2	F ₂	Митне оформлення при імпорті товарів, t_2 , хв.	244	487	712	148	153
3	F ₃	Комплексне митно-логістичне обслуговування, t_3 , хв.	500	514	516	896	493
4	F ₄	Розміщення товарів на митному складі, t_4 , хв.	352	354	357	331	342
5	F ₅	Розміщення товарів на складі тимчасового зберігання, t_5 , хв.	427	635	818	331	336
6	F ₆	Коефіцієнт завантаження митного інспектора, ψ_1	0,99	1	1	0,83	0,9
7	F ₇	Середній час простою в черзі до митного інспектора, w_1 , хв.	72	43	33	5	12
8	F ₈	Середня довжина черги до митного інспектора, η_1 , ТЗ	12	18	35	5	8
9	F ₉	Коефіцієнт завантаження стоянки в зоні митного контролю, ψ_2	0,51	0,8	0,9	0,7	0,58
10	F ₁₀	Середній час простою у черзі до стоянки в зоні митного контролю, w_2 , хв.	7	30	42	18	10
11	F ₁₁	Середня довжина черги до стоянки в зоні митного контролю, η_2 , ТЗ	3	11	15	7	5
12	F ₁₂	Коефіцієнт завантаження стоянки для затриманих ТЗ, ψ_3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,26
13	F ₁₃	Середній час простою у черзі на стоянку для затриманих ТЗ, w_3 , хв.	5				
14	F ₁₄	Середня довжина черги на стоянку для затриманих ТЗ, η_3 , ТЗ	0,28	0,4	0,07	0,21	0,1
15	F ₁₅	Коефіцієнт завантаження комерційного складу, ψ_4	0,80	0,58	0,51	0,85	0,81

Кінець таблиці 4.18

1	2		3	4	5	6	7
16	F_{16}	Середній час простою у черзі до комерційного складу, w_4 , хв.	2,1	1,6	0,9	3	2,2
17	F_{17}	Середня довжина черги до комерційного складу, η_4 , ТЗ	0,02	0,01	0,008	0,1	0,02
18	F_{18}	Коефіцієнт завантаження митного складу, ψ_5	0,86	0,87	0,86	0,45	0,87
19	F_{19}	Середній час простою у черзі до митного складу, w_5 , хв.	10,3	12	13,4	4	8,7
20	F_{20}	Середня довжина черги до митного складу, η_5 , ТЗ	0,04	0,05	0,06	0,01	0,04
21	F_{21}	Коефіцієнт завантаження складу тимчасового зберігання, ψ_6	0,56	0,67	0,53	0,67	0,34
22	F_{22}	Середній час простою у черзі до складу тимчасового зберігання, w_6 , хв.	0,9	1,2	0,5	1,9	0,1
23	F_{23}	Середня довжина черги до складу тимчасового зберігання, η_6 , ТЗ	0,03	0,04	0,01	0,05	0,005

В результаті моделювання п'яти вантажних митних комплексів визначено локальні показники, що характеризують ефективність роботи ВМК, серед яких: середній час перебування автотранспортних засобів на вантажному митному комплексі для здійснення операцій з митно-логістичного обслуговування ($F_1 - F_5$); коефіцієнти завантаження, середній час простою в чергах і середні довжини черг ($F_6 - F_{23}$) (таблиця 4.18).

Показники ефективності роботи ВМК мають різну спрямованість впливу на підсумковий показник ефективності:

- локальні показники $F_1 - F_{14}$, $F_{16} - F_{17}$, $F_{19} - F_{20}$, $F_{22} - F_{23}$ мають властивість зворотної спрямованості на узагальнений інтегральний показник;
- локальні показники F_{15} , F_{18} , F_{21} мають властивість прямої спрямованості на узагальнений інтегральний показник.

Локальні показники другої групи F_{15} , F_{18} , F_{21} приведені до показників першої групи. Проведено ранжування показників за значимістю їх впливу на

підсумковий узагальнений показник ефективності роботи ВМК. Таким чином, всі локальні показники ефективності проранжовано за значимістю їх впливу і мають єдину зворотну спрямованість на підсумковий узагальнений показник ефективності (таблиця 4.19).

Таблиця 4.19 – Ранжована матриця локальних показників ефективності роботи ВМК

№	Ранжовані локальні показники ефективності ВМК		Значення локальних показників ефективності ВМК					Еталонний ВМК
			ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5	
1	2		3	4	5	6	7	8
1	F ₄	Розміщення товарів на митному складі, t_4 , хв.	352	354	357	331	342	331
2	F ₅	Розміщення товарів на складі тимчасового зберігання, t_5 , хв.	427	635	818	331	336	331
3	F ₁	Митне оформлення при експорті товарів, t_1 , хв.	245	485	709	147	152	147
4	F ₂	Митне оформлення при імпорті товарів t_2 , хв.	244	487	712	148	153	148
5	F ₃	Комплексне митне-логістичне обслуговування, t_3 , хв.	500	514	516	896	493	493
6	F ₆	Коефіцієнт завантаження митного інспектора, ψ_1	0,99	1	1	0,83	0,9	0,83
7	F ₇	Середній час простою у черзі до митного інспектора, w_1 , хв.	72	43	33	5	12	5
8	F ₈	Середня довжина черги до митного інспектора, η_1 , ТЗ	12	18	35	5	8	5

Продовження таблиці 4.19

1	2		3	4	5	6	7	8
9	F_{15}	Коефіцієнт завантаження комерційного складу, ψ_4	0,80	0,58	0,51	0,85	0,81	0,51
10	F_{16}	Середній час простою у черзі до комерційного складу, w_4 , хв.	2,1	1,6	0,9	3	2,2	0,9
11	F_{17}	Середня довжина черги до комерційного складу, η_4 , ТЗ	0,02	0,01	0,008	0,1	0,02	0,008
12	F_{18}	Коефіцієнт завантаження митного складу, ψ_5	0,86	0,87	0,86	0,45	0,87	0,45
13	F_{19}	Середній час простою у черзі до митного складу, w_5 , хв.	10,3	12	13,4	4	8,7	4
14	F_{20}	Середня довжина черги до митного складу, η_5 , ТЗ.	0,04	0,05	0,06	0,01	0,04	0,01
15	F_9	Коефіцієнт завантаження стоянки в зоні митного контролю, ψ_2	0,51	0,8	0,9	0,7	0,58	0,51
16	F_{10}	Середній час простою у черзі до стоянки в зоні митного контролю, w_2 , хв.	7	30	42	18	10	7
17	F_{11}	Середня довжина черги до стоянки в зоні митного контролю, η_2 , ТЗ	3	11	15	7	5	3
18	F_{21}	Коефіцієнт завантаження складу тимчасового зберігання, ψ_6	0,56	0,67	0,53	0,67	0,34	0,34

Кінець таблиці 4.19

1	2		3	4	5	6	7	8
19	F_{22}	Середній час простою у черзі до складу тимчасового зберігання, w_6 , хв.	0,9	1,2	0,5	1,9	0,1	0,1
20	F_{23}	Середня довжина черги до складу тимчасового зберігання, η_6 , ТЗ	0,03	0,04	0,01	0,05	0,005	0,005
21	F_{12}	Коефіцієнт завантаження стоянки для затриманих ТЗ, ψ_3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,26	0,2
22	F_{13}	Середній час простою у черзі до стоянки для затриманих ТЗ, w_3 , хв.	5	9	1	3	1,3	1
23	F_{14}	Середня довжина черги до стоянки для затриманих ТЗ, η_3 , ТЗ	0,28	0,4	0,07	0,21	0,1	0,07

Для визначення техніко-експлуатаційних показників еталонного ВМК по кожному показнику обрано мінімальне значення локального показника ефективності роботи ВМК (таблиця 4.19).

Проведена нормалізація даних шляхом ділення техніко-експлуатаційних показників, що характеризують еталонний ВМК, на відповідні показники, що характеризують роботу кожного ВМК (таблиця 4.20).

Значимість показників ефективності роботи ВМК визначається ваговим коефіцієнтом W_i , який відображає внесок кожного показника в інтегральний показник (таблиця 4.21).

Таблиця 4.20 – Нормалізація матриці відношень показників ефективності роботи ВМК

№	Відношення показників ефективності	Значення відношень показників ефективності ВМК					
		ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5	Еталонний ВМК
1	F_4	0,940	0,935	0,927	1,000	0,968	1
2	F_5	0,775	0,521	0,405	1,000	0,985	1
3	F_1	0,600	0,303	0,207	1,000	0,967	1
4	F_2	0,607	0,304	0,208	1,000	0,967	1
5	F_3	0,986	0,959	0,955	0,550	1,000	1
6	F_6	0,838	0,830	0,830	1,000	0,922	1
7	F_7	0,069	0,116	0,152	1,000	0,417	1
8	F_8	0,417	0,278	0,143	1,000	0,625	1
9	F_{15}	0,638	0,879	1,000	0,600	0,630	1
10	F_{16}	0,429	0,563	1,000	0,300	0,409	1
11	F_{17}	0,400	0,800	1,000	0,080	0,400	1
12	F_{18}	0,523	0,517	0,523	1,000	0,517	1
13	F_{19}	0,388	0,333	0,299	1,000	0,460	1
14	F_{20}	0,250	0,200	0,167	1,000	0,250	1
15	F_9	1,000	0,638	0,567	0,729	0,879	1
16	F_{10}	1,000	0,233	0,167	0,389	0,700	1
17	F_{11}	1,000	0,273	0,200	0,429	0,600	1
18	F_{21}	0,607	0,507	0,642	0,507	1,000	1
19	F_{22}	0,111	0,083	0,200	0,053	1,000	1
20	F_{23}	0,167	0,125	0,500	0,100	1,000	1
21	F_{12}	0,500	0,400	1,000	0,667	0,769	1
22	F_{13}	0,200	0,111	1,000	0,333	0,769	1
23	F_{14}	0,250	0,175	1,000	0,333	0,700	1

При цьому групи показників ефективності $F_6 - F_8$, $F_{15} - F_{17}$, $F_{18} - F_{20}$, $F_9 - F_{11}$, $F_{21} - F_{23}$, $F_{12} - F_{14}$ мають однакові вагові коефіцієнти.

Значення вагових коефіцієнтів W_i визначається за формулою (2.2) для $n = 11$ (таблиця 4.21). Узагальнені показники ефективності роботи ВМК FG_j і еталонного ВМК FRG розраховані за формулами (2.3-2.4) і наведені в таблиці 4.21.

Таблиця 4.21 – Матриця показників ефективності роботи ВМК з урахуванням вагових коефіцієнтів

№	Відношення	W_i	Показники ефективності з урахуванням вагових коефіцієнтів					
			ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5	Еталонний ВМК
1	F_4	2,07	1,95	1,94	1,92	2,07	2,01	2,07
2	F_5	330,01	255,82	172,02	133,54	330,01	325,10	330,01
3	F_1	1923,49	1154,09	583,00	398,80	1923,49	1860,21	1923,49
4	F_2	742,26	450,22	225,57	154,29	742,26	718,00	742,26
5	F_3	16,62	16,38	15,94	15,88	9,14	16,62	16,62
6	F_6	2,35	1,97	1,95	1,95	2,35	2,17	2,35
7	F_7	663,27	46,06	77,12	100,50	663,27	276,36	663,27
8	F_8	221,87	92,45	61,63	31,70	221,87	138,67	221,87
9	F_{15}	5,21	3,32	4,58	5,21	3,13	3,28	5,21
10	F_{16}	23,60	10,11	13,27	23,60	7,08	9,65	23,60
11	F_{17}	154,52	61,81	123,62	154,52	12,36	61,81	154,52
12	F_{18}	4,57	2,39	2,36	2,39	4,57	2,36	4,57
13	F_{19}	10,78	4,19	3,59	3,22	10,78	4,96	10,78
14	F_{20}	21,76	5,44	4,35	3,63	21,76	5,44	21,76
15	F_9	2,46	2,46	1,57	1,39	1,79	2,16	2,46
16	F_{10}	7,79	7,79	1,82	1,30	3,03	5,46	7,79
17	F_{11}	6,81	6,81	1,86	1,36	2,92	4,09	6,81
18	F_{21}	1,68	1,02	0,85	1,08	0,85	1,68	1,68
19	F_{22}	3,94	0,44	0,33	0,79	0,21	3,94	3,94
20	F_{23}	3,30	0,55	0,41	1,65	0,33	3,30	3,30
21	F_{12}	1,00	0,50	0,40	1,00	0,67	0,77	1,00
22	F_{13}	1,00	0,20	0,11	1,00	0,33	0,77	1,00
23	F_{14}	1,00	0,25	0,18	1,00	0,33	0,70	1,00
Узагальнений показник ефективності FG_j, FRG			2126,22	1298,47	1041,71	3964,60	3449,51	4151,36

Інтегральний показник багатокритеріальної оцінки ВМК IG_j , який визначає величину відхилення узагальненого показника ефективності ВМК, який оцінюється, від узагальненого показника ефективності для еталонного ВМК, розраховується за формулою (2.5) і наведений у таблиці 4.22.

Таблиця 4.22 – Розрахунок інтегрального показника багатокритеріальної оцінки ВМК

№	Відношення	Відхилення узагальнених показників ВМК від показників еталонного ВМК				
		ВМК №1	ВМК №2	ВМК №3	ВМК №4	ВМК №5
1	F_4	0,12	0,13	0,15	0,00	0,07
2	F_5	74,19	157,99	196,47	0,00	4,91
3	F_1	769,39	1340,49	1524,68	0,00	63,27
4	F_2	292,04	516,69	587,97	0,00	24,26
5	F_3	0,23	0,68	0,74	7,47	0,00
6	F_6	0,38	0,40	0,40	0,00	0,18
7	F_7	617,21	586,14	562,77	0,00	386,91
8	F_8	129,42	160,24	190,17	0,00	83,20
9	F_{15}	1,89	0,63	0,00	2,08	1,93
10	F_{16}	13,48	10,32	0,00	16,52	13,94
11	F_{17}	92,71	30,90	0,00	142,16	92,71
12	F_{18}	2,18	2,21	2,18	0,00	2,21
13	F_{19}	6,59	7,19	7,56	0,00	5,82
14	F_{20}	16,32	17,41	18,13	0,00	16,32
15	F_9	0,00	0,89	1,07	0,67	0,30
16	F_{10}	0,00	5,98	6,49	4,76	2,34
17	F_{11}	0,00	4,95	5,45	3,89	2,72
18	F_{21}	0,66	0,83	0,60	0,83	0,00
19	F_{22}	3,51	3,62	3,16	3,74	0,00
20	F_{23}	2,75	2,89	1,65	2,97	0,00
21	F_{12}	0,50	0,60	0,00	0,33	0,23
22	F_{13}	0,80	0,89	0,00	0,67	0,23
23	F_{14}	0,75	0,83	0,00	0,67	0,30
Інтегральний показник IG_j		2025,14	2852,88	3109,65	186,76	701,85

В результаті проведених розрахунків, інтегральні показники оцінки ефективності роботи ВМК у співставленні з еталонним ВМК мають наступні значення:

Вантажний митний комплекс № 1 – 2025,14;

Вантажний митний комплекс № 2 – 2852,88;

Вантажний митний комплекс № 3 – 3109,65;

Вантажний митний комплекс № 4 – 186,76;

Вантажний митний комплекс № 5 – 701,85.

Показники ефективності вантажних митних комплексів № 4 і № 5 порівняно з еталонним ВМК мають найкращі характеристики оснащеності для організації ефективної роботи.

Надійність еталонного вантажного митного комплексу, визначена як оцінка імовірності своєчасного виконання операцій з митно-логістичного обслуговування, складає:

- операції з митного оформлення при експорті товарів $p_1 = 0,97$;
- операції з митного оформлення при імпорті товарів $p_2 = 0,97$;
- операції з комплексного митно-логістичного обслуговування $p_3 = 0,99$;
- операції з розміщення товарів на митному складі $p_4 = 0,98$;
- операції з розміщення товарів на складі тимчасового зберігання $p_5 = 0,98$.

Висновки до розділу 4

1. На основі оцінки надійності логістичного ланцюга при виконанні митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі методом статистичних випробувань встановлено, що обробка результатів моделювання ведеться при обмеженій кількості реалізацій випадкового процесу. При цьому мінімальний обсяг випробувань визначається з умови отримання заданої точності та достовірності. Для забезпечення заданої точності оцінок імовірнісних характеристик методом статистичних випробувань в GPSS знадобилося 1008000 хвилин модельного часу. Для оцінки надійності процесу митного оформлення при експорті товарів виконано 28797 реалізацій імітаційної моделі. Для оцінки надійності логістичних ланцюгів при доставці вантажу за маршрутом Київ – Варшава здійснено 30473 реалізацій імітаційної моделі для логістичного ланцюга першого типу, 32908 – другого типу, 34135 – третього типу, 36102 –

четвертого типу. Для оцінки надійності логістичних ланцюгів при доставці вантажів за маршрутом Київ – Гамбург здійснено 22493 реалізацій імітаційної моделі для логістичного ланцюга першого типу, 22890 – другого типу, 23211 – третього типу, 24012 – четвертого типу. Для оцінки надійності логістичних ланцюгів при доставці вантажів за маршрутом Київ – Неаполь здійснено 20569 реалізацій імітаційної моделі для логістичного ланцюга першого типу, 21904 – другого типу, 22219 – третього типу, 23127 – четвертого типу.

Надійність логістичного ланцюга першого і другого типу в даному випадку є невисокою через незадовільну величину надійності його ланок, оскільки, для забезпечення досить високого рівня надійності логістичного ланцюга в цілому необхідно забезпечити досить високий рівень надійності кожної з його ланок.

2. В результаті моделювання п'яти вантажних митних комплексів визначено локальні показники, що характеризують ефективність роботи ВМК, серед яких: середній час перебування транспортних засобів на вантажному митному комплексі для здійснення операцій з митно-логістичного обслуговування; коефіцієнти завантаження, середній час простою в чергах і середні довжини черг. Встановлено, що логістичний ланцюг, до структури якого входить вантажний митний комплекс, характеризується найвищими значеннями показників ефективності. Дана методика підтверджує ефективність застосування комплексного митно-логістичного обслуговування, оскільки при зменшенні кількості суб'єктів ринку транспортних послуг в структурі логістичного ланцюга, скорочується тривалість доставки товарів та зростає надійність логістичного ланцюга.

ВИСНОВКИ

1. Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливого науково-практичного завдання підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів за рахунок розробки імітаційної моделі функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга, і методу визначення еталонного вантажного митного комплексу при виконанні міжнародних вантажних автомобільних перевезень з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг шляхом комплексного митно-логістичного обслуговування.

Основні результати, отримані у даній дисертаційній роботі, полягають в наступному:

1. На основі проведеного аналізу існуючих методів підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів встановлено, що існуючі моделі функціонування об'єктів інфраструктури не враховують характеристик процесу виконання митних формальностей та залучення до структури логістичного ланцюга митних органів при організації міжнародних вантажних автомобільних перевезень, а отже не дають точних результатів при плануванні тривалості виконання зовнішньоторговельної операції, і цим фактом підтверджують доцільність наукових досліджень в даному напрямку.

2. Розроблено метод визначення еталонного вантажного митного комплексу з урахуванням інтересів суб'єктів ринку транспортних послуг при виконанні комплексного митно-логістичного обслуговування на об'єктах інфраструктури, що, на відміну від існуючих, дає можливість визначення техніко-експлуатаційних показників шляхом їх ранжування за значимістю впливу і присвоєння єдиної зворотної спрямованості на підсумковий узагальнений показник ефективності. При розробці даного методу було враховано: розподіл техніко-експлуатаційних показників на групи чинників, що характеризують технічний, технологічний і організаційний рівень забезпечення вантажних митних комплексів; визначення інтегрального

критерію по кожній групі чинників, на основі якого формується узагальнений інтегральний критерій; суб'єктивність оцінки експертами ваги техніко-експлуатаційних показників, яка відображає внесок кожного чинника в інтегральний критерій по кожній групі і в формування узагальненого інтегрального критерію; визначення шкали оцінки інтегрального критерію і узагальненого інтегрального критерію; параметри еталонного вантажного митного комплексу при формуванні інтегрального критерію і узагальненого інтегрального критерію.

3. Розроблено імітаційну модель функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга, що враховує п'ять основних процесів, пов'язаних з митно-логістичним обслуговуванням суб'єктів ринку транспортних послуг, а саме: виконання митних формальностей при експорті вантажів, виконання митних формальностей при імпорті вантажів, комплексне митно-логістичне обслуговування, розміщення вантажу на склад тимчасового зберігання та розміщення вантажу на митний склад. Запропонована модель, на відміну від існуючих, враховує етапи виконання митно-логістичного обслуговування, що відбувається за умови виконання процесів без порушень та з допущенням помилок. Метою моделювання є створення імітаційної моделі функціонування ВМК, як ланки логістичного ланцюга, з урахуванням характеристик логістичних ланцюгів чотирьох типів; визначення середнього часу виконання робіт кожною ланкою логістичного ланцюга та за різними логістичними ланцюгами; дослідження і порівняння ефективності чотирьох типів логістичних ланцюгів; визначення характеристик ВМК.

4. Розроблено методику оцінки надійності логістичного ланцюга при виконанні митно-логістичного обслуговування на вантажному митному комплексі. Визначено, що основними показниками ефективності роботи об'єкту інфраструктури є надійність та тривалість доставки товарів при виконанні міжнародних вантажних автомобільних перевезень. Результати моделювання свідчать, що логістичний ланцюг, до структури якого входить

вантажний митний комплекс, характеризується найвищими значеннями показників ефективності. Дана методика підтверджує ефективність застосування комплексного митно-логістичного обслуговування, оскільки при зменшенні кількості суб'єктів ринку транспортних послуг в структурі логістичного ланцюга скорочується тривалість доставки товарів та зростає надійність логістичного ланцюга. Так, тривалість доставки за четвертим типом логістичного ланцюга зменшується на 46% порівняно з першим типом, на 43% – порівняно з другим типом та на 36,7% – порівняно з третім типом логістичного ланцюга. Надійність зростає відповідно на 20%, 10% та 3%.

Проведена апробація результатів наукових досліджень в ТОВ «ВМК-Україна» дозволила підприємству оптимізувати внутрішні процеси при наданні митно-логістичного обслуговування та скоротити час обслуговування на 12% порівняно з попередніми показниками. Використання результатів дисертаційної роботи у МП «РОКАДА» ТОВ дозволило скоротити тривалість доставки вантажів у середньому на 15%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Luzhanska N., Lebid I., Kravchenya I. Evaluation of the freight forwarding company's staffing efficiency. *Modern engineering and innovative technologies: Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien*. 2020. № 13 (2). P. 94-98. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-13-02-063
2. Luzhanska N.O., Kravcheniia I.M., Lebid I.H. Methodology for the multi-criteria efficiency assessment of cargo customs complexes. *World Science*. 2021. № 1 (66). P. 65-69.
DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122020/7278
3. Prokudin G., Lebid I., Luzhanska N., Chupaylenko O. Logistics approach to the organization of unbalanced freight transportation in transport networks. *Transport Means 2020*. (Scopus) ISSN: 2351-7034.
URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221233233>
4. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. 2010. Вип. 8. С. 162-165.
5. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності вантажних митних комплексів як ланки логістичного ланцюга. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 21, Ч. 2. С. 158-160.
6. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Оцінка діяльності вантажних митних комплексів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип. 26, Ч. 2. С. 181-185.
7. Лужанська Н. О., Лебідь Є. М. Роль кластерного підходу в митно-логістичній діяльності України. *Вісник Академії митної служби України. Сер. Технічні науки*. 2015. № 1 (53). С. 162-165.
8. Luzhanska N. Multicriteria Assessment of the Efficiency of Transport and Customs Infrastructure Facilities. *Proceedings of the National Aviation*

University. 2019. № 1 (78). P. 70-76. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.1.13658>

9. N. Luzhanska, Kotsiuk O., Lebid I. Technical support for freight customs complex operation. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 2 (250). С. 7-11.

10. Luzhanska N., Kotsiuk O., Lebid I., Kravchenya I., Demchenko Ye. The influence of customs and logistics service efficiency on cargo delivery time. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 3 (80). P. 78-91. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.80.14277>

11. Luzhanska N. Simulation and optimization of freight customs complexes based on queueing systems. *Transport systems and transportation technologies*. 2020. №19. С. 37-42. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2020/208693>

12. Luzhanska N., Lebid I., Kravchenya I. Cluster analysis application in the evaluation of the foreign economic potential of Ukraine`s regions. *Systems and Technologies*. 2020. № 1(59). P. 92-103. DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-6643-2020.1-59.4>

13. Лужанська Н. О. Сучасні тенденції логістичного управління діяльністю вантажних митних комплексів. *Бізнес-моделі розвитку транспортних, агропромислових і інших підприємницьких структур: сучасні реалії та перспективи*: монографія з міжнародною участю / за ред. Л. М. Савчук, Л. М. Бандоріної. Дніпро, 2018. С. 92-99.

14. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Методичні основи оптимізації кількості вантажних митних комплексів. *Перспективи розвитку інформаційних та транспортно-митних технологій у митній справі, зовнішньоекономічній діяльності та управлінні організаціями*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2 грудня 2011 р. Дніпропетровськ : АМСУ, 2011. С. 292-294.

15. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Оцінка показників ефективності функціонування об'єктів митно-логістичної інфраструктури. *LXX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та*

співробітників відокремлених структурних підрозділів університету: тези доповідей. К. : НТУ, 2014. С. 241.

16. Лужанська Н. О. Економічне підґрунтя діяльності вантажних митних комплексів. *Митна політика та актуальні проблеми економічної безпеки України (управлінські, фінансово-економічні, правові, інформаційно-технічні, гуманітарні аспекти)*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. 20 квітня 2017 р. Дніпро : Університет митної справи та фінансів, 2017. С. 105-107.

17. Luzhanska N., Lebid I. Ways of improving objects transport and customs infrastructure. *Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects*: theses of international scientific conference. 03-12 May 2017. Dresden (Germany) – Paris (France). P. 113-115.

18. Лужанська Н. О. Розробка проектних рішень оптимізації технологічних процесів обробки вантажопотоків на території вантажних митних комплексів. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доповідей. К. : НТУ, 2018. С. 292.

19. Luzhanska N. O., Lebid I.H., Kravchenya I.N., DemchenkoYe.B., Shchelkunov A.V. Supply chain reliability improvement using the services of freight customs complexes. *Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience*: International scientific and practical conference. 27-28 September 2019. Wloclawek, Republic of Poland, 2019. P. 168-171.

20. Лужанская Н. А., Лебедь И. Г., Кравченя И. Н., Демченко Е.Б. Оптимизация работы грузового таможенного комплекса на основе имитационного моделирования. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту*: збірник наукових праць по матеріалах XII міжнародної науково-практичної конференції. 21-23 жовтня 2019 р. Вінниця : ВНТУ, 2019. С. 109-111.

21. Лужанская Н.А. Роль грузовых таможенных комплексов во внешнеторговом потенциале Украины *Транспорт в интеграционных процессах мировой экономики*: материалы международной научно-практической онлайн-конференции. 24 апреля 2020 г. Гомель : БелГУТ, 2020. С. 143-144.

22. Luzhanska N. Impact of the Cargo Customs Complex Efficiency on the Supply Chain Reliability. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*. 2020. № 1 (5). P. 96-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.14254/jsdtl.2020.5-1.9>

23. Luzhanska N. Influence of the client-oriented approach on logistics chain formation involving a freight customs complex. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*. 2020. № 8 (2-2020). P. 8-14.

24. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 0280120820. Науковий твір «Execution algorithm of customs and logistics services on the territory of freight customs complexes» / Н. О. Лужанська. № 98918; зареєстровано 12.08.20 ; опубл. 30.09.20, Бюл. № 60.

25. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 0292120820. Науковий твір «Technique of determining the foreign economic potential of Ukrainian regions using methods of cluster analysis» / Н. О. Лужанська, І. М. Кравченя, І. Г. Лебідь. № 98921; зареєстровано 12.08.20 ; опубл. 30.09.20, Бюл. № 60.

26. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір CR0072070920. Науковий твір «Technique of research and work optimization of freight customs complexes using software and technological complex of simulation modeling» / Н. О. Лужанська. № 99496; зареєстровано 04.09.20 ; опубл. 30.11.20, Бюл. № 61.

27. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я., Уласенко Ю. О. Роль логістики у діяльності об'єктів митної інфраструктури. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Київ, 2012. Вип. 10. С. 95–99.

28. Інфраструктурне забезпечення розвитку транспортної системи регіону : монографія / Заблодська І. В. та ін. Сєверодонецьк : СНУ ім. В. Даля, 2016. 193 с.

29. Васильєв О.В. Методологія і практика інфраструктурного забезпечення функціонування і розвитку регіонів України : монографія. Харків: ХНАМГ, 2007. 341 с.

30. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я., Уласенко Ю. О. Перспективи розвитку об'єктів транспортно-митної інфраструктури в Україні. *Проблеми транспорту*. 2013-2014. Вип. 10. С. 122-127.

31. Лужанська Н. О. Лебідь І.Г., Гужевська Л.А., Гальона І.І., Коп'як Н.В. Логістичне управління процесом доставки вантажів у міжнародному сполученні. *Сучасні реалії фінансово-економічного розвитку регіонів, галузей, підприємств, бізнесу*: монографія. / за ред. Л. М. Савчук, Л. М. Бандоріної. Дніпро, 2020. С. 151-182.

32. Зовнішня торгівля України : статистичний збірник / Державна служба статистики України. 2020. С. 24–29. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2020/zb/06/Zov_torg.pdf.

33. Зовнішня торгівля України товарами у 2020 році : експрес-випуск / Державна служба статистики України. 2020. 9 с. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2021/02/15.pdf>.

34. Державна митна служба України. URL: <https://customs.gov.ua/>

35. Ковальська Л. Л., Савка Б. Р. Формування та розвиток логістичної інфраструктури регіону. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2012. № 749. С. 410–416.

36. Кузьменко А.В. Аналіз оцінки рівня наявних об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури підприємства. *Економіка і суспільство*. Мукачеве, 2017. Вип. 9. С. 484–490.

37. Пархаєва Н. В., Колосова Б.В. Проблеми та перспективи розвитку логістичної інфраструктури в Україні. *Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності*. 2013. Т. 2. Вип. 1. С. 259–263.

38. Тараненко Ю. В. Аналіз ринку логістичних послуг. *Науковий вісник Херсонського державного університету*. Херсон, 2015. Вип. 12. Ч. 3. С. 219–222.

39. Connecting to Compete 2012 : Trade Logistics in the Global Economy. *World Bank Group*. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/12689>.

40. Connecting to Compete 2014 : Trade Logistics in the Global Economy – The Logistics Performance Index and Its Indicators. *World Bank Group*. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/20399>.

41. Connecting to Compete 2016 : Trade Logistics in the Global Economy - The Logistics Performance Index and Its Indicators. *World Bank Group*. URL: https://wb-lpi-media.s3.amazonaws.com/LPI_Report_2016.pdf.

42. Connecting to Compete 2018: Trade Logistics in the Global Economy. *World Bank Group*. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29971>.

43. Митний кодекс України: Закон України №4495-VI від 13.03.2012 р. [Електронний ресурс] // *Голос України*. – 2012, 21 квітня – №73. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4495-17#Text>

44. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності об'єктів транспортно-митної інфраструктури. *LXVIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей*. К. : НТУ, 2012. С. 223.

45. Лужанська Н. О. Проблеми розвитку транспортно-митної інфраструктури в Україні. *Зовнішньоекономічна політика держави та актуальні проблеми митної справи: економіко-управлінські, правові, інформаційно-технічні, гуманітарні аспекти* : матеріали Між нар. наук.-практ. конф., м. Дніпропетровськ, 30 листопада 2012 р. Дніпропетровськ, 2012. С. 31–33.

46. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження впливу інфраструктурних елементів митних органів на ефективність їх роботи. *LXIX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. К. : НТУ, 2013. С. 258.

47. Luzhanska N. Development of market of transport forwarding, warehousing and custom services. *Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects* : theses of international scientific conference. Strasbourg (France), 26-27 January 2016. Strasbourg, 2016. P. 70–72.
URL: <http://dspace.snu.edu.ua:8080/jspui/handle/123456789/994>.

48. Лужанська Н. О. Напрями вдосконалення технології роботи вантажних митних комплексів. *Світова торгівля і захист національних інтересів в умовах глобалізації: правове, соціально-економічне та інформаційно-технічне забезпечення* : матеріали Між нар. наук.-практ. конф. молодих учених. м. Дніпропетровськ, 22 квітня 2016 р. Дніпропетровськ, 2016. С. 286–288.

49. Пасічник А. М., Кравчук С. С., Леснікова І. Ю. Вантажний митний комплекс як структурний елемент транспортно-логістичного центру. *Вісник Академії митної служби України*. 2007. № 4(36). С. 75–79.

50. Пасічник А. М., Мальнов В. С., Кравчук С. С. Дослідження ефективності створення логістичних транспортно-митних комплексів на основі методу аналізу ієрархій. *Вісник Академії митної служби України*. 2013. № 2(50). С. 72–81.

51. Пасічник А. М., Андрющенко В. О., Кравчук С. С. Імітаційне моделювання роботи вантажного митного комплексу. *Збірник наукових праць ДонІЗТ*. 2010. № 24. С. 32–37.

52. Пасічник А. М., Козаченко Д.М., Кравчук С. С. Логістичний аналіз та моделювання розподілу вантажопотоків вантажного митного комплексу. *Вісник Академії митної служби України*. 2009. № 2(42). С. 25–

33.

53. Н.В. Мережко Митна справа : підручник / Н.В. Мережко, П.В. Пашко, О.В. Рождественський ; за ред. П.В. Пашка. Київ : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2016. 572 с.

54. Прокудін Г. С. Оптимізація роботи вантажного митного комплексу за допомогою застосування багатоетапної транспортної задачі / Г. С. Прокудін, І. О. Ремех, К. О. Майданик, Ю. А. Редіч // *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія : Технічні науки*. 2018. № 4(2). С. 142-146.

55. Куницька О.М. Підвищення ефективності роботи митного терміналу при виконанні міжнародних вантажних автомобільних перевезень : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01. Київ, 2006. 18 с.

56. Співак І. В. Вантажний митний комплекс як важливий елемент митної інфраструктури. *Вісник НТУУ "КПІ". Політологія. Соціологія. Право : збірник наукових праць*. 2009. № 3. С. 147–151.

57. Федотова І. О. Український вантажний комплекс – новий учасник ринку митних послуг. *Митна справа*. 2008. № 3. С. 25–29.

58. Лужанська Н. О. Шляхи удосконалення технології роботи вантажних митних комплексів. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. К. : НТУ, 2017. С. 243.

59. Шандрівська О. Є., Шевців Л. Ю. Комплексний аналіз ринку логістичних послуг в Україні. *Актуальні проблеми економіки*. 2016. № 7. С. 163–173.

60. Управління ланцюгами постачань: логістичний аспект : навч. посібн. / Воркут Т. А., Білоног О. Є., Дмитриченко А. М., Третиниченко Ю. О. Київ : НТУ, 2017. 288 с.

61. Воркут Т. А. Проектування систем транспортного обслуговування в ланцюгах постачань. Київ : НТУ, 2002. 248 с.

62. Лукинский, В. С., Лукинский В. В., Плетнева Н. Г. Логистика и управление цепями поставок : учебник и практикум для академического бакалавриата. Москва : Юрайт, 2019. 359 с.

63. Проблемы формирования прикладной теории логистики и управления цепями поставок / В. С. Лукинский и др. Санкт-Петербург : СПбГИЭУ, 2011. 284 с.

64. Миротин Л. Б., Некрасов А. Г. Логистика интегрированных цепочек поставок : ученик. Москва : Экзамен, 2003. 256 с.

65. Рославцев Д.М. Ефективність функціонування логістичного ланцюга: транспорт, посередник, реалізатор : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01. Харків, 2007. 18 с.

66. Сергеев В.И., Дыбская В.В. Использование SCOR-модели для контроллинга цепей поставок. *Логистика сегодня*. 2017. №. 3. С. 134–148.

67. Крикавський Є., Похильченко О., Фертч М. Логістика та управління ланцюгами поставок : навч. посіб. Львів : Національного університету «Львівська політехніка», 2017. 804 с.

68. Сумець О.М., Войтов В.А. Логістичні системи і ланцюги постачань : навч. посіб. 2-ге вид. Харків : КП «Міська друкарня», 2013. 194 с.

69. Організація та проектування логістичних систем: підручник / Денисенко М. П. та ін. Київ : ЦУЛ, 2010. 336 с.

70. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основы логистики : учебник / Аникин Б. А. и др. ; ред. Б. А. Аникин, Т. А. Родкина. Москва : Проспект, 2015. Ч. 1. 340 с.

71. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Основные и обеспечивающие функциональные подсистемы логистики : учебник / Аникин Б. А. и др. ; ред. Б. А. Аникин, Т. А. Родкина. Москва : Проспект, 2015. Ч. 2. 602 с.

72. Логистика и управление цепями поставок. Теория и практика. Управление цепями поставок : учебник / Аникин Б. А. и др.; ред. Б. А. Аникин, Т. А. Родкина. Москва : Проспект, 2015. Ч. 3. 214 с.

73. Кристофер М. Логистика и управление цепочками поставок / пер. с англ. под. общ. ред. В.С. Лукинского. Санкт-Петербург : Питер, 2005. 316 с.
74. Горяинов А. Н. Определение экономической целесообразности работы участников логистической цепи. *Логистика: Проблемы и решения*. Харьков, 2006. №3(4). С. 31–37.
75. Чухрай Н. І., Гірна О. М. Формування ланцюга поставок: питання теорії і практики : монографія. Львів : Інтелект-Захід, 2007. 237 с
76. Чухрай Н. І. Взаємодія учасників інноваційного процесу у ланцюгу вартості: монографія. Львів: Львівська політехніка, 2012. 348 с.
77. Миротин Л. Б. Логистика: управление в грузовых транспортно-логистических системах. Москва : Юристъ, 2002. 414 с.
78. Логистика : учебник / под ред. Б. А. Аникина. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : ИНФРА-М, 2012. 368 с.
79. Аникин Б.А., Тяпухин А.П. Коммерческая логистика : учебник. Москва : Проспект, 2017. 432 с.
80. Логистика : учеб. пособ. для бакалавров / Б. А. Аникин и др. ; ред. Б.А. Аникин, Т.А. Родкина. Москва : Проспект, 2015. 406 с.
81. Логистика: тренинг и практикум / Б.А. Аникин и др. ; ред. Б.А. Аникин, Т.А. Родкина. Москва : Проспект, 2015. 443 с.
82. Бауэрсокс Д. Д., Клосс Д. Д. Логистика: интегрированная цепь поставок, 2-е изд., пер. с англ. Москва : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. 640 с.
83. Гаджинский А. М. Логистика : учебник, 20-е изд. Москва : Дашков и К, 2012. 484 с.
84. Крикавський Є.В. Логістика. Основи теорії : підручник. 2-ге вид., доп. і переробл. Львів : Національний університет «Львівська політехніка», 2006. 454. с.
85. Транспортная логистика : учеб. для вузов / Миротин Л. Б. и др. Москва : Горячая линия – Телеком, 2014. 302 с.

86. Миротин Л. Б., Покровский А. К. Основы логистики : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки бакалавров "Технология транспортных процессов". Москва : Академия, 2013. 190 с.

87. Дыбская В. В., Сергеев В. И. Логистика : в 2 ч. : учебник для бакалавриата и магистратуры / под общ. Ред. В. И. Сергеева. Москва : Юрайт, 2019. Ч. 1. 317 с.

88. Сергеев В. И. Логистика в бизнесе : учебник. Москва : ИНФРА-М, 2001. 608 с.

89. Корпоративная логистика. 300 ответов на вопросы профессионалов / под общ. и научн. ред. Сергеева В. И. Москва : ИНФРА-М, 2005. 976 с.

90 Лукинский В. С. Методы и модели теории логистики : учеб. пособ. 2-е изд. Санкт-Петербург : Питер, 2008. 448 с.

91. Очеретенко С. В., Дмитрієва К. С. Дослідження питання удосконалення системи доставки вантажів у міжнародному сполученні на автотранспортних підприємствах. *Комунальне господарство міст*. Серія: технічні науки та архітектура. 2018. Вип. 140. С. 76–80.

92. Алесинская Т.В. Основы логистики. Общие вопросы логистического управления. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2005. 121 с.

93. Бланк І.А. Управління інвестиційним підприємством. К.: Ніка-Центр, Ельга, 2003. 480 с.

94. Захаров К.В., Цыганок А.В., Бочарников В.П., Захаров А.К. Логистика, эффективность и риски внешнеэкономических операций. К.: ИНЭКС, 2000. 237 с.

95. Николайчук В.Е. Транспортно-складская логистика: Учебное пособие. М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и Ко», 2005. 452 с.

96. Неліпович О. В. Руда Т. В., Попель С.А. Митні технології та логістичні системи у забезпеченні митного контролю. *Митна безпека*. 2014. № 2. С. 17–23.

97. Горб К.М. Проблеми територіальної організації митної справи України. *Вісник Академії митної служби України*. Дніпропетровськ, 2001. № 4 (12). С. 72-76.
98. Стаханов Д. В., Стаханов В. Н. Таможенная логистика. М. : ПРИОР, 2001. 96 с.
99. Коцан Н.Н. Територіальна організація митної діяльності України : монографія. Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки, 2005. 384 с.
100. Смирнов І. Г. Логістика у зовнішньоекономічній діяльності : навч. Посібник. К. : ЦУЛ, 2009. С. 65–150.
101. Пономарьова Ю. В. Логістика : навч. посібник. – К. : Центр навчальної літератури, 2005. 328 с.
102. Лужанська Н. О. Посередницька діяльність в галузі митної справи. *Вісник Національного транспортного університету*. 2009. № 19, Ч. 2. С. 104-106.
103. Кіндій М. В., Малиш Я. В. Чинники та їх вплив на формування тарифів на міжнародні вантажні автомобільні перевезення. *Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Логістика*. 2014. № 811. С. 156–161. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPL_2014_811_25
104. Логістика: Теорія та практика : навч. посіб. / Кислий В.М., Біловодська О.А., Олефіренко О.М., Соляник О.М. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 360 с.
105. Економічна енциклопедія / редкол.: С.В. Мочерний та ін. Київ : Академія, 2000. Т. 2. 864 с.
106. Тюріна Н. М., Гой І. В., Бабій І. В. Логістика : навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2015. 392 с.
107. Кальченко А. Г. Логістика : підручник. Київ : КНЕУ, 2003. 284 с.
108. Горбенко О. В. Логістика : навч. посіб. Київ : Знання, 2014. 315 с.

109. Логістика : навч. посіб. / Тридід О.М. та ін. Київ, 2008. 566 с.
110. Окландер М. А. Логістика : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2008. 346 с.
111. Коноплянко В. И., Тараканов А. Н., Соколов Е. Г. Ценовая политика на рынке международных автомобильных перевозок. *Грузовое и пассажирское хозяйство*. 2009. № 6. С. 33–36.
112. Миротин Л. Б., Лебедев Е. А. Транспортно-логистическая услуга и толкование основных процессов транспортного производства. *Интегрированная логистика*. 2014. № 1. С. 28–34.
113. Лужанская Н. А., Коцюк А. Я., Лебедь И. Г., Кравченя И. Н., Демченко Е. Б. Классификация параметров, влияющих на эффективность таможенно-логистической инфраструктуры. *Вестник БелГУТа. Наука и транспорт*. Гомель, 2019. № 2 (39). С. 30–32.
114. Лукинский В. С., Плетнева Н. Г., Шульженко Т. Г. Теоретические и методологические проблемы управления логистическими процессами в цепях поставок : монографія. Санкт-Петербург : СПбГИЭУ, 2011. 242 с.
115. Бочкарев П.А. Управление надежностью цепей поставок в логистике снабжения : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 08.00.05. Санкт-Петербург, 2015. 18 с.
116. Грязнов М. В. Подходы к надежности транспортных систем. *Мир транспорта*. 2010. №2. С. 14–19.
117. Курганов В.М., Грязнов М.В. Управление надежностью транспортных систем и процес сов автомобильных перевозок : монографія. Магнитогорск : МДП, 2013. 318 с.
118. Лукинский В.С., Зайцев Е.И. Прогнозирование надежности автомобилей. Ленинград : Политехника, 1991. 224 с.
119. Сергеев В.И. Управление качеством логистического сервиса. *Логистика сегодня*. Москва, 2010. № 1. С. 10–16.

120. Kisperska-Moroń D. Pomiar funkcjonowania łańcuchów dostaw. Praca zbiorowa pod redakcją. Katowicach : Wydawnictwo Akademii ekonomicznej im. KAROLA ADAMIECKIEGO, 2006. 260 s.

121. Witkowski J. Zarządzanie łańcuchem dostaw: koncepcje, procedury, doświadczenia. Warszawa : PWE, 2003. 213 s.

122. Reza Zanjirani Farahani, Shabnam Rezapour, Laleh Kardar. Logistics operations and management: concepts and models. Waltham, MA : Elsevier, 2011. 469 p. URL: https://www.academia.edu/11637506/Logistics_and_Operation_Management_PDF.

123. Воркут Т. А., Білоног О. Є. Методичні основи формування стратегічного портфеля проектів систем перевезень в організаціях термінальної доставки вантажів автомобільним транспортом. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Технічна серія. 2012. Вип. 9. С. 15–24. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Upsal_2012_9_5.

124. Воркут Т. А., Білоног О. Є. Розробка критеріїв ініціації проектів розвитку термінальних систем доставки вантажів автомобільним транспортом. *Управління проектами, системний аналіз і логістика*. Технічна серія. 2010. Вип. 7. С. 29–32.

125. Лужанська Н. О. Застосування кластерного підходу в митно-логістичній діяльності України. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. К. : НТУ, 2016. С. 267.

126. Лужанська Н. О. Кластерний аналіз вантажних митних комплексів на основі показників діяльності регіонів України. *Управлінський та безпековий механізм економічних трансформацій в умовах геополітичних загроз і світової конкуренції* : матеріали Між нар. наук.-практ. конф., м. Дніпро, 23 листопада 2018 р. Дніпро, 2018. С. 145–147.

127. Caruso G., Gattone S. A., Fortuna F., Di Battista T. Cluster Analysis for mixed data: An application to credit risk evaluation. *Socio-Economic Planning Sciences* *In press*. 2021. Vol. 73. Article № 100850. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100850>.

128. Han J., Ge Zh. Effect of dimensionality reduction on stock selection with cluster analysis in different market situations. *Expert Systems with Applications*. 2020. Vol. 147. Article № 113226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113226>

129. Алтухова Н. В. Методика анализа кластерных возможностей в отраслях региональной экономики на основе экспертных оценок // Ефективна економіка. 2011. № 1. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2011_1_8

130. Лужанская Н. А. Методическое обеспечение оценки спроса на услуги грузовых таможенных комплексов по регионам Украины. *Вестник БелГУТа. Наука и транспорт*. Гомель, 2019. № 1 (38). С. 97–100.

131. Лужанська Н. О., Компанієць Є. В. Стратегічне планування розвитку вантажного митного комплексу. *Актуальні проблеми управління соціально-економічними системами* : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Луцьк, 07 грудня 2018 р. Луцьк, 2018. С. 231–235.

132. Кудратов Н. Э., Аскиров Н. И., Исахов Б. А. Методические вопросы оценки уровня развития экспортного потенциала регионов. *Вопросы статистики*. 2001. № 2. С. 48–49.

133. Жигжитова Б. Н. Совершенствование организационно-экономического механизма управлением инновационным развитием региона на основе кластерного подхода : дис. ... канд. эконом. наук : 08.00.05. Улан-Удэ, 2007. 169 с.

134. Державна служба статистики України: веб. сайт. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 17.03.20200).

135. Cluster Analysis. ScienceDirect. URL: <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/cluster-analysis>

136. Fang Zh. The Methods and Tools for Clustering Analysis. *Reference Module in Biomedical Sciences*. 2021. Vol. 1. P. 9–13. DOI: doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.11463-1

137. Смерічевська С. В., Федоров Є. Є., Ібрагімхалілова Т. В. Стратегія формування та розвитку транспортно-логістичних кластерів в Україні: інноваційно-інтелектуальний підхід : монографія. Донецьк : ВІК, 2013. 360 с.

138. Лужанская Н. А., Коцюк А. Я. Стратегическое планирование работы грузового таможенного комплекса. *Менеджмент суб'єктів господарювання: проблеми та перспективи розвитку* : зб. матер. III Міжнар. наук.-практ. on-line конф., м. Житомир, 20-22 грудня 2018 р. Житомир, 2018. С. 185–187.

139. Decheng F., Jon S., Pang Ch., Dong W., Won Ch. Improved quantum clustering analysis based on the weighted distance and its application. *Heliyon*. 2018. Article № e00984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e0098>.

140. Punj G., Stewart D. W. Cluster Analysis in Marketing Research: Review and Suggestions for Application. *Journal of Marketing Research*. 1983. Vol. 20, No. 2. P. 134–148. DOI: 10.2307/3151680.

141. Лужанська Н. О., Лебідь І. Г., Яцечко С. Р. Розробка стратегії взаємовідносин вантажних митних комплексів з клієнтами. *Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту* : збірник наукових праць по матеріалах VIII Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., м. Вінниця, 14-15 квітня 2020 р. Вінниця, 2020. С. 220–222.

142. Миротин, Л. Б., Лебедев Е. А., Рыжков А. А., Булатников Е. В. Оптимизация транспортных затрат в логистике бизнеса. *Мир транспорта*. 2013. Т. 11. № 3 (47). С. 84–89.

143. Пасічник А. М., Кутирєв В. В. Світовий досвід створення транспортно-логістичної інфраструктури стан та перспективи застосування в Україні. *Вісті Автомобільно-дорожнього інституту* : науково-виробничий збірник. Горлівка. 2011. № 2 (13). С. 121–128.

144. Лужанська Н. А., Коцюк О. Я. Технологічні процеси вантажних митних комплексів. *Проблеми і перспективи розвитку транспорту* : зб. тез доповідей VIII всеукраїнської наук.-практ. конф. студентів та молодих вчених. Одеса, 18 квітня 2019 р. Одеса, 2019. С. 49–52.
145. Пасічник А.М. Сучасні транспортно-митні технології міжнародних перевезень товарів : монографія. Дніпропетровськ : АМСУ. 2012. 288 с.
146. Pasichnyk A., Mallnow V., Kuttyrev V. Customs restricted facilities within the logistics transport and customs complex. *Customs Scientific Journal CUSTOMS*. 2017. Vol.7. № 2. P. 31–53.
147. Pasichnyk A., Vitruh I., Kuttyrev V. Factors that influence the formation of the transport-logistics networks. *Systemy i srodki transportu samochodowego. Politechnika Rzeszowska*. 2013. P. 517–526.
148. Lebed I. G., Kravchenya I. N. (2020) «The role of comprehensive customs and logistics services in performing foreign trade operations», *Transport in the world economic integration processes: proceedings of the International scientific-practical online conference*. (Part.3). Gomel: Belarus.
149. Andrzej S. Logistics and Supply Chain Management. 2012. 393 p. https://www.researchgate.net/publication/297369572_Logistics_and_Supply_Chain_Management
150. Методологія формування транспортно-митної інфраструктури в Україні : монографія / Пасічник А. М., Сохацький А. В., Кузьменко А. І., Халіпова Н. В. Дніпропетровськ : УМСФ, 2016. 168 с.
151. Taha, Hamdy A. Operations research: an introduction. Upper Saddle River (New Jersey). 2017. 848 p.
152. Лукинский В. С., Панова Ю. Н., Стримовская А. В. Интегрированное управление цепями поставок: теории, модели и методы. *Логистика и управление цепями поставок*. 2017. № 3(80). С. 40–56.

153. Войтов В. А., Бережна Н. Г., Кутя О. В. Критерії оцінювання надійності логістичної системи транспортного обслуговування. *Автомобильный транспорт*. 2017. №41. С. 96–104.
154. Смерічевська С. В. Формування освітньо-інноваційного потенціалу логістизації національної економіки: стратегічні імперативи : монографія. Херсон : Гельветика, 2015. 320 с.
155. Лужанская Н. А., Лебедь И. Г., Коцюк А. Я., Щелкунов А. В. Моделирование процессов управления работой грузовых таможенных комплексов. *Prospects for the development of technical science in EU countries and Ukraine* : International scientific and practical conference. Wloclawek (Republic of Poland), 21-22 December 2018. Wloclawek (Republic of Poland), 2018. P. 57–60.
156. Вьюненко Л. Ф., Михайлов М. В., Первозванская Т. Н. Имитационное моделирование : учебник и практикум для академического бакалавриата. Москва : Юрайт, 2016. 283 с.
157. Korczak J. Logistyka. Systemy. Modelowanie. Informatyzacja. Warszawa : BEL Studio Sp. z o.o., 2010. 316 s.
158. Максимей И. В. Имитационное моделирование на ЭВМ. Москва : Радио и связь, 1988. 232 с.
159. Курганов В. М. Логистика. Транспорт и склад в цепи поставок товаров : учеб. пособие. Москва : Книжный мир, 2005. 432 с.
160. Пузанова, И. А., Аникин Б. А. Интегрированное планирование цепей поставок : учебник для бакалавриата и магистратуры. Москва : Юрайт, 2019.
161. Ламберт Д., Немейер М. Партнерство – дело общее. Как организовать цепочку поставок / пер. с англ. Ю. Сундстрем, А. Силонов. Москва : Альпина Бизнес Букс, 2008. 207 с.
162. Смирнов І. Г., Косарева Т. В. Транспортна логістика : навч. пос. Київ : ЦУЛ, 2019. 224 с.

163. Сокур І. М., Сокур Л. М., Гєрасимчук В. В. Транспортна логістика : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2009. 222 с.
164. Сумець О. М. Транспортна логістика : навч. посіб. Київ : Хай-Тек Прес, 2011. 220 с.
165. Молокович А.Д. Транспортная логистика : учебник. Минск : Вышэйшая школа, 2019. 463 с.
166. Курочкин Д.В. Транспортная логистика: практ. пособие. Минск : Альфа книга, 2018. 636 с.
167. Івашова Л. М., Кийда Л. І. Діджиталізація митних процедур: сучасний стан та перспективи розвитку митної справи. *Публічне управління та митне адміністрування*. 2019. № 3 (22). С. 96–104.
168. Gao L., Gao J. Mas-based reliability evaluation model in general equipment supply chain. *International Conference on Quality, Reliability, Risk, Maintenance, and Safety Engineering*. Emeishan, Sichuan, China. 2013. P. 1387–1392. DOI: 10.1109/QR2MSE.2013.6625828
169. Dai B., Nu Y., Xie X., Li J. Interactions of traceability and reliability optimization in a competitive supply chain with product recall. *European Journal of Operational Research*. 2021. № 290 (1). P. 116–131. DOI: 10.1016/j.ejor.2020.08.003
170. Wang B., Zhang H., Yuan M., Guo Z., Liang Y. Sustainable refined products supply chain: A reliability assessment for demand-side management in primary distribution processes. *Energy Science & Engineering*. 2019. № 8 (4). P. 1029–1049. DOI: 10.1002/ese3.566
171. GPSS World Reference Manual. Minuteman Software, 4 ed. Holly Springs. NC. U.S.A. 2001.
172. Kisperska-Moroń D. Wpływ tendencji integracyjnych na rozwój zarządzania logistycznego. Katowice : AE, 2000. 293 s.
173. Шевченко Д. Н. Основы теории надежности : учеб.-метод. пособие для студ. техн. спец. Гомель : БелГУТ, 2010. 250 с.

174. Тимошенко С. П., Симонов Б. М., Горошко В. Н. Основы теории надежности : учебник и практикум для академического бакалавриата. Москва : Юрайт, 2019. 445 с. ISBN 978-5-9916-8193-3.

175. Xiong B., Li B., Fan R., Zhou Q., Li W. Modeling and Simulation for Effectiveness Evaluation of Dynamic Discrete Military Supply Chain Networks. *Hindawi. Complexity*. 2017. Article ID 6052037, 9 p. DOI: 10.1155/2017/6052037.

176. Ozkan O., Kilic S. A Monte Carlo Simulation for Reliability Estimation of Logistics and Supply Chain Networks. *IFAC-PapersOnLine*. 2019. № 52 (13). 2019. P. 2080–2085. DOI: 10.1016/j.ifacol.2019.11.512.

177. Hui K.P. Monte Carlo network reliability ranking estimation. *IEEE Transactions on Reliability*. 2007. № 56 (1). P. 50–57. DOI: 10.1109/TR.2006.890898.

178. Belvardi G., Kiraly A., Varga T., Gyozsán Z., Abonyi J. Monte Carlo Simulation Based Performance Analysis Of Supply Chains. *International Journal of Managing Value and Supply Chains (IJMVSC)*. 2012. № 3 (2). DOI: 10.5121/ijmvsc.2012.3201.

179. Неліпович О. В. Руда Т. В., Попель С.А. Митні технології та логістичні системи у забезпеченні митного контролю. *Митна безпека*. 2014. № 2. С. 17–23

180. Курганов В. М. Логистические транспортные потоки : учебно-практическое пособие. Москва : Дашков и К, 2003. 250 с.

181. Ha Ch., Jun H.-B., Ok Ch. A mathematical definition and basic structures for supply chain reliability: A procurement capability perspective. *Computers & Industrial Engineering*. 2018. № 120. P. 334–345. DOI: 10.1016/j.cie.2018.04.036

182. Artsiomchyk Y., Zhivitskaya H. Improving the supply chain efficiency based on reliability analysis. *International Conference on Information and Digital Technologies*. 2015. P. 16–21. DOI: 10.1109/DT.2015.7222944.

ДОДАТОК А

Результати імітаційного моделювання вантажного митного комплексу в
GPSS

START TIME	END TIME	BLOCKS	FACILITIES	STORAGES
0.000	1008000.000	134	0	6

NAME	VALUE
DL_VHOD	10017.000
EXP_KORR	17.000
EXP_OSMOTR	30.000
EXP_VIHOD	32.000
IMP_KORR	50.000
IMP_OSMOTR	63.000
IMP_VIHOD	65.000
INSPEKTR	10016.000
KOM_KORR	76.000
NA_SKLAD	70.000
OTHER_INSP	10001.000
OTHER_INSP_KO	10021.000
OTHER_INSP_TSK	10020.000
OTHER_SKLAD	10003.000
OTHER_TSKLAD	10005.000
OTHER_VHOD	10018.000
OTHER_VREM	10022.000
OTHER_ZADER	10019.000
SKLAD	10013.000
STOYANKA	10011.000
ST_ZADER	10012.000
TAM_SKLAD	10014.000
TIME_EXP	10006.000
TIME_IMP	10007.000
TIME_KOM	10008.000
TIME_TSK	10009.000
TIME_VREM	10010.000
TSK_VIHOD	110.000
VREM_SKLAD	10015.000
VREM_VIHOD	131.000
WAIT_INSP	10000.000
WAIT_SKLAD	10002.000
WAIT_TSKLAD	10004.000

LABEL	LOC	BLOCK TYPE	ENTRY COUNT	CURRENT	COUNT	RETRY
	1	GENERATE	28797		0	0
	2	QUEUE	28797		0	0
	3	TEST	28797		0	0
	4	TRANSFER	28797		0	0
	5	ENTER	27293		0	0
	6	MARK	27293		0	0
	7	DEPART	27293		0	0
	8	QUEUE	27293		5	0
	9	ENTER	27288		0	0
	10	DEPART	27288		0	0
	11	ADVANCE	27288		3	0
	12	LEAVE	27285		0	0
	13	LEAVE	27285		0	0
	14	TRANSFER	27285		0	0
	15	TABULATE	23103		0	0
	16	TERMINATE	23103		0	0
EXP_KORR	17	QUEUE	4182		0	0

	18	ENTER	4182	0	0
	19	DEPART	4182	0	0
	20	ADVANCE	4182	1	0
	21	TRANSFER	4181	0	0
	22	QUEUE	2868	0	0
	23	ENTER	2868	0	0
	24	DEPART	2868	0	0
	25	ADVANCE	2868	0	0
	26	LEAVE	2868	0	0
	27	LEAVE	2868	0	0
	28	TABULATE	2868	0	0
	29	TERMINATE	2868	0	0
EXP_OSMOTR	30	LEAVE	1313	0	0
	31	TERMINATE	1313	0	0
EXP_VIHOD	32	DEPART	1504	0	0
	33	TERMINATE	1504	0	0
	34	GENERATE	32563	0	0
	35	QUEUE	32563	0	0
	36	TEST	32563	0	0
	37	TRANSFER	32563	0	0
	38	ENTER	30906	0	0
	39	MARK	30906	0	0
	40	DEPART	30906	0	0
	41	QUEUE	30906	5	0
	42	ENTER	30901	0	0
	43	DEPART	30901	0	0
	44	ADVANCE	30901	5	0
	45	LEAVE	30896	0	0
	46	LEAVE	30896	0	0
	47	TRANSFER	30896	0	0
	48	TABULATE	26189	0	0
	49	TERMINATE	26189	0	0
IMP_KORR	50	QUEUE	4707	0	0
	51	ENTER	4707	0	0
	52	DEPART	4707	0	0
	53	ADVANCE	4707	0	0
	54	TRANSFER	4707	0	0
	55	QUEUE	3170	2	0
	56	ENTER	3168	0	0
	57	DEPART	3168	0	0
	58	ADVANCE	3168	0	0
	59	LEAVE	3168	0	0
	60	LEAVE	3168	0	0
	61	TABULATE	3168	0	0
	62	TERMINATE	3168	0	0
IMP_OSMOTR	63	LEAVE	1537	0	0
	64	TERMINATE	1537	0	0
IMP_VIHOD	65	DEPART	1657	0	0
	66	TERMINATE	1657	0	0
	67	GENERATE	11175	0	0
	68	PRIORITY	11175	0	0
	69	MARK	11175	0	0
NA_SKLAD	70	QUEUE	11291	0	0
	71	ENTER	11291	0	0
	72	DEPART	11291	0	0
	73	ADVANCE	11291	4	0
	74	LEAVE	11287	0	0
	75	TRANSFER	11287	0	0
KOM_KORR	76	ENTER	11521	0	0
	77	QUEUE	11521	0	0
	78	QUEUE	11521	0	0
	79	ENTER	11521	0	0
	80	DEPART	11521	0	0
	81	DEPART	11521	0	0

	82	ADVANCE	11521	1	0
	83	LEAVE	11520	0	0
	84	LEAVE	11520	0	0
	85	TRANSFER	11520	0	0
	86	TABULATE	11170	0	0
	87	TERMINATE	11170	0	0
	88	GENERATE	4386	0	0
	89	PRIORITY	4386	0	0
	90	QUEUE	4386	0	0
	91	TRANSFER	4386	0	0
	92	ENTER	4171	0	0
	93	MARK	4171	0	0
	94	DEPART	4171	0	0
	95	QUEUE	4171	0	0
	96	QUEUE	4171	0	0
	97	ENTER	4171	0	0
	98	DEPART	4171	0	0
	99	DEPART	4171	0	0
TSK_VIHOD	100	ADVANCE	4171	1	0
	101	LEAVE	4170	0	0
	102	LEAVE	4170	0	0
	103	QUEUE	4170	0	0
	104	ENTER	4170	0	0
	105	DEPART	4170	0	0
	106	ADVANCE	4170	0	0
	107	LEAVE	4170	0	0
	108	TABULATE	4170	0	0
	109	TERMINATE	4170	0	0
	110	DEPART	215	0	0
	111	TERMINATE	215	0	0
	112	GENERATE	3360	0	0
	113	QUEUE	3360	0	0
	114	TRANSFER	3360	0	0
	115	ENTER	3184	0	0
	116	MARK	3184	0	0
	117	DEPART	3184	0	0
	118	QUEUE	3184	1	0
	119	ENTER	3183	0	0
	120	DEPART	3183	0	0
	121	ADVANCE	3183	0	0
	122	LEAVE	3183	0	0
	123	LEAVE	3183	0	0
	124	QUEUE	3183	0	0
	125	ENTER	3183	0	0
	126	DEPART	3183	0	0
	127	ADVANCE	3183	1	0
	128	LEAVE	3182	0	0
	129	TABULATE	3182	0	0
	130	TERMINATE	3182	0	0
VREM_VIHOD	131	DEPART	176	0	0
	132	TERMINATE	176	0	0
	133	GENERATE	1	0	0
	134	TERMINATE	1	0	0

QUEUE	MAX	CONT.	ENTRY	ENTRY (0)	AVE.CONT.	AVE.TIME	AVE. (-0)	
RETRY								
OTHER_INSP	38	13	83113	7660	6.668	80.867	89.076	0
OTHER_SKLAD	2	0	11291	10281	0.023	2.092	23.389	0
OTHER_TSKLAD	1	0	4170	2562	0.044	10.616	27.532	0
OTHER_VHOD	1	0	69106	69106	0.000	0.000	0.000	0
OTHER_ZADER	6	0	8889	8589	0.023	2.592	76.810	0
OTHER_INSP_TSK	1	0	4171	389	0.049	11.937	13.165	0
OTHER_INSP_KO	3	0	11521	1092	0.120	10.503	11.603	0

OTHER_VREM	1	0	3183	3103	0.002	0.511	20.350	0
------------	---	---	------	------	-------	-------	--------	---

STORAGE	CAP.	REM.	MIN.	MAX.	ENTRIES	AVL.	AVE.C.	UTIL.	RETRY
DELAY									
STOYANKA	50	29	0	42	77075	1	15.226	0.305	0 0
ST_ZADER	6	3	0	6	8889	1	2.391	0.398	0 0
SKLAD	5	1	0	5	11291	1	4.029	0.806	0 0
TAM_SKLAD	1	1	0	1	4170	1	0.869	0.869	0 0
VREM_SKLAD	1	0	0	1	3183	1	0.661	0.661	0 0
INSPEKTR	10	0	0	10	83100	1	9.890	0.989	0 13

TABLE	MEAN	STD.DEV.	RANGE	RETRY	FREQUENCY	CUM.%
WAIT_INSP	80.866	87.446		0		
			-	0.000	7660	9.22
			0.000 -	30.000	24902	39.18
			30.000 -	60.000	12850	54.65
			60.000 -	90.000	9256	65.79
			90.000 -	120.000	6698	73.85
			120.000 -	150.000	5305	80.23
			150.000 -	180.000	4440	85.57
			180.000 -	210.000	3738	90.07
			210.000 -	240.000	2782	93.42
			240.000 -	270.000	2021	95.85
			270.000 -	300.000	1330	97.45
			300.000 -		2118	100.00
WAIT_SKLAD	2.092	9.259	-	0		
			-	0.000	10281	91.05
			0.000 -	1.000	30	91.32
			1.000 -	2.000	33	91.61
			2.000 -	3.000	29	91.87
			3.000 -		918	100.00
WAIT_TSKLAD	10.616	18.946	-	0		
			-	0.000	2562	61.44
			0.000 -	10.000	394	70.89
			10.000 -	20.000	347	79.21
			20.000 -	30.000	254	85.30
			30.000 -	40.000	212	90.38
			40.000 -	50.000	149	93.96
			50.000 -		252	100.00
TIME_EXP	254.833	152.313	-	0		
			-	100.000	432	1.66
			100.000 -	140.000	4170	17.72
			140.000 -	180.000	5574	39.18
			180.000 -	220.000	4069	54.85
			220.000 -	260.000	2692	65.22
			260.000 -	300.000	2058	73.14
			300.000 -	340.000	1654	79.51
			340.000 -	380.000	1329	84.63
			380.000 -	420.000	1024	88.57
			420.000 -	460.000	684	91.20
			460.000 -	500.000	511	93.17
			500.000 -	540.000	363	94.57
			540.000 -	580.000	281	95.65
			580.000 -	620.000	198	96.41
			620.000 -		932	100.00
TIME_IMP	253.815	148.704	-	0		
			-	100.000	548	1.87
			100.000 -	140.000	4592	17.51
			140.000 -	180.000	6285	38.92
			180.000 -	220.000	4592	54.56
			220.000 -	260.000	3106	65.14
			260.000 -	300.000	2293	72.95

			300.000	-	340.000	1985	79.71
			340.000	-	380.000	1514	84.87
			380.000	-	420.000	1101	88.62
			420.000	-	460.000	857	91.54
			460.000	-	500.000	591	93.55
			500.000	-	540.000	390	94.88
			540.000	-	580.000	297	95.89
			580.000	-	620.000	258	96.77
			620.000	-		948	100.00
TIME_KOM	500.184	84.910		-		0	
				-	400.000	1297	11.61
			400.000	-	450.000	2236	31.63
			450.000	-	500.000	2144	50.82
			500.000	-	550.000	2340	71.77
			550.000	-	600.000	2097	90.55
			600.000	-	650.000	770	97.44
			650.000	-	700.000	106	98.39
			700.000	-	750.000	65	98.97
			750.000	-	800.000	38	99.31
			800.000	-		77	100.00
TIME_TSK	352.359	28.414		-		0	
				-	300.000	131	3.14
			300.000	-	315.000	259	9.35
			315.000	-	330.000	537	22.23
			330.000	-	345.000	773	40.77
			345.000	-	360.000	833	60.74
			360.000	-	375.000	749	78.71
			375.000	-	390.000	504	90.79
			390.000	-	405.000	229	96.28
			405.000	-	420.000	108	98.87
			420.000	-	435.000	36	99.74
			435.000	-	450.000	8	99.93
			450.000	-		3	100.00
TIME_VREM	426.575	91.550		-		0	
				-	330.000	319	10.03
			330.000	-	360.000	509	26.02
			360.000	-	390.000	560	43.62
			390.000	-	420.000	432	57.20
			420.000	-	450.000	311	66.97
			450.000	-	480.000	275	75.61
			480.000	-	510.000	207	82.12
			510.000	-	540.000	174	87.59
			540.000	-	570.000	116	91.23
			570.000	-	600.000	116	94.88
			600.000	-	630.000	63	96.86
			630.000	-	660.000	41	98.15
			660.000	-	690.000	19	98.74
			690.000	-	720.000	15	99.21
			720.000	-		25	100.00

FEC XN	PRI	BDT	ASSEM	CURRENT	NEXT	PARAMETER	VALUE
80284	0	1008001.000	80284	0	34		
80257	2	1008006.659	80257	100	101	5	1007852.000
80250	5	1008011.702	80250	73	74	4	1007638.000
80281	0	1008017.000	80281	0	67		
80252	0	1008023.627	80252	20	21	3	1007574.000
80263	0	1008033.369	80263	11	12	3	1007723.000
80287	0	1008036.000	80287	0	1		
80264	0	1008048.764	80264	44	45	2	1007725.000
80261	0	1008052.452	80261	44	45	2	1007687.000
80268	0	1008054.475	80268	44	45	2	1007785.000
80265	0	1008072.429	80265	11	12	3	1007763.000
80266	0	1008073.389	80266	44	45	2	1007749.000

80269	0	1008076.206	80269	11	12	3	1007789.000
80276	0	1008091.000	80276	0	88		
80245	5	1008115.339	80245	82	83	4	1007534.000
80267	5	1008116.851	80267	73	74	4	1007814.000
80270	0	1008133.456	80270	44	45	2	1007809.000
80259	5	1008153.776	80259	73	74	4	1007727.000
80237	0	1008222.268	80237	127	128	6	1007680.000
80286	0	1008262.000	80286	0	112		
80273	5	1008278.246	80273	73	74	4	1007908.000
80288	0	2016000.000	80288	0	133		

ДОДАТОК Б
АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ
РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

012338



УКРАЇНА
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТРАНСПОРТНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

01010, м. Київ, вул. М. Омельяновича-Павленка, 1, т.ф. +38 (044) 280 82 03, т. +38 (044) 280 87 65
 e-mail: general@ntu.edu.ua, код ЄДРПОУ 02070915

№ _____
 на № _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи
 Національного транспортного
 університету

проф. Грициук О.К.

2021 р.

**АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ**

про впровадження у навчальний процес результатів дисертаційної роботи
ЛУЖАНСЬКОЇ НАТАЛІЇ ОЛЕКСАНДРІВНИ
 на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
 на тему: «Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів»

Отримані та обґрунтовані наукові результати кандидатської дисертації Лужанської Наталії Олександрівни на тему «Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів» на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – Транспортні системи, мають наукову новизну і практичну цінність, виробовані і використовуються в навчальному процесі на факультеті «Транспортні та інформаційні технології» Національного транспортного університету.

До основних результатів дослідження Лужанської Н.О., які впроваджені в навчальний процес, належать: модель формування логістичного ланцюга на основі критеріїв вартості та тривалості доставки товару; методика визначення надійності логістичного ланцюга при взаємодії різних суб'єктів ринку транспортних послуг; методика оцінки ефективності роботи об'єктів митно-логістичної інфраструктури; модель оптимізації роботи структурних підрозділів вантажного митного комплексу; методика оцінки ефективності взаємодії суб'єктів ринку транспортних послуг і митних органів.

Результати роботи Лужанської Н.О. були впроваджені при підготовці освітніх програм спеціальностей 275 «Транспортні технології (за видами)».

Результати дослідження використовуються у навчальному процесі кафедри «Міжнародні перевезення та митний контроль» при проведенні лекційних та семінарських занять, виконанні курсових робіт з дисциплін «Митне оформлення», «Митна інфраструктура», «Митний контроль» «Транспортно-експедиторська діяльність при виконанні міжнародних перевезень», а також при виконанні кваліфікаційних випускових робіт бакалавра та магістра.

Включення матеріалів і результатів дисертаційної роботи Лужанської Н.О. у навчальний процес сприяють його поліпшенню і подальшому удосконаленню.

Завідувач кафедри
 «Міжнародні перевезення
 та митний контроль», д.т.н., професор

Прокудін Г.С.



АКТ

про впровадження наукових результатів дисертаційної роботи

Лужанської Наталії Олександрівни

на тему:

«Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів»

Дисертаційна робота Лужанської Наталії Олександрівни на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук на тему: «Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів» присвячена вирішенню актуального науково-практичного завдання, що полягає в удосконаленні комплексного митно-логістичного обслуговування суб'єктів ринку транспортних послуг в умовах конкуренції. Імітаційна модель функціонування вантажного митного комплексу як ланки логістичного ланцюга, що розроблена Лужанською Н.О. має велике практичне значення для діяльності об'єктів митно-логістичної інфраструктури, оскільки, дозволяє вивчати характеристики і властивості процесів обслуговування суб'єктів ринку транспортних послуг та отримати рекомендації для оптимізації внутрішніх процесів. Запропоновані управлінські рішення щодо виконання митних формальностей з залученням вантажних митних комплексів при експорті та імпорті вантажів, розміщенні вантажу на митний склад або склад тимчасового зберігання були впроваджені в діяльність ТОВ «ВМК-УКРАЇНА», що дало можливість скоротити час митно-логістичного обслуговування на 12%.

Вважаємо, що дана дисертаційна робота має значну практичну цінність для суб'єктів ринку транспортних послуг при формуванні логістичних ланцюгів і плануванні процесу виконання митних формальностей, для власників вантажних митних комплексів при оцінці ефективності діяльності вантажного митного комплексу та вибору стратегій подальшого розвитку, а з точки зору держави – підвищення рівня митно-логістичного обслуговування до стандартів провідних країн світу та наповнення бюджету від сплати митних платежів та податків.

Начальник центру логістичного

ТОВ «ВМК-Україна»

Большой О. Г.

Заступник начальника центру логістичного

ТОВ «ВМК-Україна»

Мамін О. В.

«ТОВ «ВМК-Україна»
вул.Луцька, 15 м.Нововолинськ 45-400.
Волинська область, Україна

+38 03344 467-58 приймальня
+38 03344 463-03 бухгалтерія

<http://www.brwukraine.com.ua>

стор.
131



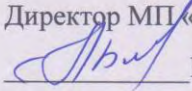
**ROKADA
GROUP**

WE KNOW A WAY!

03026, Ukraine, Kyiv, Stolychne shose,
Tel.: +38(044) 594-51-51
E-mail: sales@rokada.com.ua
www.rokada-group.com

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор МП «РОКАДА» ТОВ

 Богомолов А.Ю.

« 24 » 12 20 19 р.

А К Т

впровадження результатів дисертаційної роботи
на тему «Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів»
Лужанської Наталії Олександрівни

Керівництво МП «РОКАДА» ТОВ в особі директора Богомолова А.Ю. склало цей акт про те, що результати дисертаційної роботи Лужанської Наталії Олександрівни на тему «Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів» використовуються у виробничому процесі при плануванні та виконанні міжнародних вантажних перевезень у МП «РОКАДА» ТОВ.

Вид результату, що впроваджено: метод вибору еталонного вантажного митного комплексу для виконання митно-логістичного обслуговування.

Форма впровадження результатів: імітаційна модель функціонування вантажного митного комплексу, як ланки логістичного ланцюга.

Ефект від впровадження: використання результатів дисертаційної роботи Лужанської Наталії Олександрівни на тему «Підвищення ефективності діяльності вантажних митних комплексів» у МП «РОКАДА» ТОВ при плануванні та виконанні міжнародних перевезень вантажів дозволяє обирати еталонний вантажний митний комплекс за критеріями вартості, тривалості, якості та надійності перевезень.

Все це дозволяє зменшувати час доставки вантажів (у середньому на 15%) та підвищує прибуток підприємства.

Директор МП «РОКАДА» ТОВ



Богомолов А.Ю.

Заступник нач. відділу логістики

Коротков А.В.



IF YOU HAVE ANY REQUESTS OR SUGGESTIONS REGARDING THE QUALITY OF OUR SERVICES, PLEASE SEND A MESSAGE TO: QUALITY@ROKADA.COM.UA. YOUR OPINION IS VERY IMPORTANT FOR US.







ДОДАТОК В

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Список публікацій здобувача

**Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати
дисертації:**

**Публікації у виданнях іноземних держав або у виданнях України,
які включені до міжнародних наукових баз:**

1. Luzhanska N., Lebid I., Kravchenya I. Evaluation of the freight forwarding company's staffing efficiency. *Modern engineering and innovative technologies: Heutiges Ingenieurwesen und innovative Technologien*. 2020. № 13 (2). P. 94-98. DOI: 10.30890/2567-5273.2020-13-02-063

2. Luzhanska N.O., Kravcheniia I.M., Lebid I.H. Methodology for the multi-criteria efficiency assessment of cargo customs complexes. *World Science*. 2021. № 1 (66). P. 65-69. DOI: https://doi.org/10.31435/rsglobal_ws/30122020/7278

3. Prokudin G., Lebid I., Luzhanska N., Chupaylenko O. Logistics approach to the organization of unbalanced freight transportation in transport networks. *Transport Means* 2020. (Scopus) ISSN: 2351-7034. URL: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57221233233>

Публікації у фахових виданнях України:

4. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності вантажних митних комплексів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень.

Управління проектами, системний аналіз і логістика. 2010. Вип. 8. С. 162-165.

5. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Дослідження діяльності вантажних митних комплексів як ланки логістичного ланцюга. *Вісник Національного транспортного університету*. 2010. Вип. 21, Ч. 2. С. 158-160.

6. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Оцінка діяльності вантажних митних комплексів. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип. 26, Ч. 2. С. 181-185.

7. Лужанська Н. О., Лебідь Є. М. Роль кластерного підходу в митно-логістичній діяльності України. *Вісник Академії митної служби України. Сер. Технічні науки*. 2015. № 1 (53). С. 162-165.

8. Luzhanska N. Multicriteria Assessment of the Efficiency of Transport and Customs Infrastructure Facilities. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 1 (78). P. 70-76. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.1.13658>

9. N. Luzhanska, Kotsiuk O., Lebid I. Technical support for freight customs complex operation. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 2 (250). С. 7-11.

10. Luzhanska N., Kotsiuk O., Lebid I., Kravchenya I., Demchenko Ye. The influence of customs and logistics service efficiency on cargo delivery time. *Proceedings of the National Aviation University*. 2019. № 3 (80). P. 78-91. DOI: <https://doi.org/10.18372/2306-1472.80.14277>

11. Luzhanska N. Simulation and optimization of freight customs complexes based on queueing systems. *Transport systems and transportation technologies*. 2020. №19. С. 37-42. DOI: <https://doi.org/10.15802/tstt2020/208693>

12. Luzhanska N., Lebid I., Kravchenya I. Cluster analysis application in the evaluation of the foreign economic potential of Ukraine`s regions. *Systems and Technologies*. 2020. № 1(59). P. 92-103. DOI: <https://doi.org/10.32836/2521-6643-2020.1-59.4>

Монографії:

13. Лужанська Н. О. Сучасні тенденції логістичного управління діяльністю вантажних митних комплексів. *Бізнес-моделі розвитку транспортних, агропромислових і інших підприємницьких структур: сучасні реалії та перспективи*: монографія з міжнародною участю / за ред. Л. М. Савчук, Л. М. Бандоріної. Дніпро, 2018. С. 92-99.

Опубліковані наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

14. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Методичні основи оптимізації кількості вантажних митних комплексів. *Перспективи розвитку інформаційних та транспортно-митних технологій у митній справі, зовнішньоекономічній діяльності та управлінні організаціями*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції. 2 грудня 2011 р. Дніпропетровськ : АМСУ, 2011. С. 292-294.

15. Лужанська Н. О., Коцюк О. Я. Оцінка показників ефективності функціонування об'єктів митно-логістичної інфраструктури. *LXX наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доповідей. К. : НТУ, 2014. С. 241.

16. Лужанська Н. О. Економічне підґрунтя діяльності вантажних митних комплексів. *Митна політика та актуальні проблеми економічної безпеки України (управлінські, фінансово-економічні, правові, інформаційно-технічні, гуманітарні аспекти)*: матеріали міжнародної науково-практичної конференції молодих учених. 20 квітня 2017 р. Дніпро : Університет митної справи та фінансів, 2017. С. 105-107.

17. Luzhanska N., Lebid I. Ways of improving objects transport and customs infrastructure. *Globalization of scientific and educational space. Innovations of transport. Problems, experience, prospects*: theses of international scientific conference. 03-12 May 2017. Dresden (Germany) – Paris (France). P. 113-115.

18. Лужанська Н. О. Розробка проектних рішень оптимізації технологічних процесів обробки вантажопотоків на території вантажних

митних комплексів. *LXXIV наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету*: тези доповідей. К. : НТУ, 2018. С. 292.

19. Luzhanska N. O., Lebid I.H., Kravchenya I.N., Demchenko Ye.B., Shchelkunov A.V. Supply chain reliability improvement using the services of freight customs complexes. *Technical sciences: history, the present time, the future, EU experience*: International scientific and practical conference. 27-28 September 2019. Wloclawek, Republic of Poland, 2019. P. 168-171.

20. Лужанская Н. А., Лебедь И. Г., Кравченя И. Н., Демченко Е.Б. Оптимизация работы грузового таможенного комплекса на основе имитационного моделирования. *Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту*: збірник наукових праць по матеріалах XII міжнародної науково-практичної конференції. 21-23 жовтня 2019 р. Вінниця : ВНТУ, 2019. С. 109-111.

21. Лужанская Н.А. Роль грузовых таможенных комплексов во внешнеторговом потенциале Украины *Транспорт в интеграционных процессах мировой экономики*: материалы международной научно-практической онлайн-конференции. 24 апреля 2020 г. Гомель : БелГУТ, 2020. С. 143-144.

Опубліковані наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

22. Luzhanska N. Impact of the Cargo Customs Complex Efficiency on the Supply Chain Reliability. *Journal of Sustainable Development of Transport and Logistics*. 2020. № 1 (5). P. 96-102. DOI: <http://dx.doi.org/10.14254/jsdtl.2020.5-1.9>

23. Luzhanska N. Influence of the client-oriented approach on logistics chain formation involving a freight customs complex. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*. 2020. № 8 (2-2020). P. 8-14.

24. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 0280120820. Науковий твір «Execution algorithm of customs and logistics services on the

territory of freight customs complexes» / Н. О. Лужанська. № 98918; зареєстровано 12.08.20 ; опубл. 30.09.20, Бюл. № 60.

25. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 0292120820. Науковий твір «Technique of determining the foreign economic potential of Ukrainian regions using methods of cluster analysis» / Н. О. Лужанська, І. М. Кравченя, І. Г. Лебідь. № 98921; зареєстровано 12.08.20 ; опубл. 30.09.20, Бюл. № 60.

26. Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір CR0072070920. Науковий твір «Technique of research and work optimization of freight customs complexes using software and technological complex of simulation modeling» / Н. О. Лужанська. № 99496; зареєстровано 04.09.20 ; опубл. 30.11.20, Бюл. № 61