

Національний транспортний університет
Міністерства освіти і науки України

Національний транспортний університет
Міністерства освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МУСАТЕНКО ОЛЕНА ВІКТОРІВНА

УДК 656.135

ДИСЕРТАЦІЯ

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНОЇ СИСТЕМИ ПОСТАЧАНЬ З
ВИКОРИСТАННЯМ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ**

05.22.01 – транспортні системи

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

_____ О. В. Мусатенко

Науковий керівник –
Бакуліч Олена Олександрівна
кандидат технічних наук,
доцент

Ідентичність усіх примірників дисертації
Засвідчую
Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.059.02
_____ В. І. Каськів

Київ – 2017

АНОТАЦІЯ

Мусатенко О.В. Підвищення ефективності логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук (доктора філософії) за спеціальністю 05.22.01 «Транспортні системи». – Національний транспортний університет, Київ, 2017.

Актуальність теми. Інтеграція України до спільноти європейських країн передбачає розбудову системи постачань товарів, особливо у міжнародному сполученні, на засадах логістики для швидкого та якісного задоволення потреб споживачів у відповідності з їхніми вимогами. Продовження реформування умов ведення бізнесу, особливо в промисловому та транспортному комплексах країни, створює сприятливе підґрунтя для підвищення ефективності економічної діяльності. Отже, підвищення конкурентоздатності національних виробників суттєво залежить від логістичних систем постачань товарів, які повинні враховувати сучасні особливості ринку логістики: скорочення життєвого циклу товарів та тривалості договорів, аутсорсинг непрофільних напрямків діяльності, широке впровадження ІТ-технологій, диверсифікацію діяльності транспортних фірм тощо. Ці тенденції створюють підґрунтя для формування раціональних розподільчих систем товарів та побудови систем розподілу товарів на основі використання орендованої інфраструктури, а не створення власної.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності процесу постачання товарів шляхом формування раціональної моноцентричної розподільчої системи та вибору параметрів управління постачаннями і технології автомобільних перевезень.

Об’єкт дослідження – процеси постачання товарів у розподільчих системах з автомобільним забезпеченням міжнародних перевезень.

Предмет дослідження – методи і моделі підвищення ефективності логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту.

Дослідження виконано з використанням: методів системного аналізу для дослідження структури розподільчих систем; методів теорії ймовірностей та математичної статистики для аналітичного опису процесів, що відбуваються у різних ланках ланцюга постачань; методів організації автомобільних перевезень для опису моделей маршрутів руху; методів імітаційного моделювання для дослідження параметрів управління постачанням та запасами.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному.

Вперше розроблено економіко-математичну модель моноцентричної розподільчої системи із орендованою інфраструктурою та забезпеченням перевезень у міжнародному сполученні автомобільним транспортом, що, на відміну від існуючих, уможливорює вибір її раціональної структурно-технологічної схеми та відповідних параметрів управління.

Для повноавтомобільних відправлень вперше запропонований метод обслуговування групи складів на основі об'єднаного страхового запасу та оперативного його управління, що забезпечує зменшення витрат на утримання системи доставки товарів.

Набули подальшого розвитку теоретичні основи встановлення раціональної ієрархічної структури моноцентричної розподільчої системи та оптимальної організації процесу перевезень шляхом поєднання транспортних циклів, що дозволяють мінімізувати сукупні витрати перевізників та одержувачів вантажу.

Вдосконалено метод оцінки надійності функціонування логістичного ланцюга постачань на основі виокремлення параметрів надійності транспортних та складських процесів, що сприяє цілеспрямованому пошуку заходів для підвищення ефективності процесу доставки товарів.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що запропоновані в роботі підходи, методи й алгоритми ведуть як до підвищення ефективності ланцюгів постачань у цілому, так і їхніх окремих

процесів, а застосування цих методів на практиці дозволить знизити витрати коштів.

Практичне значення отриманих результатів підтверджується впровадженням результатів роботи у виробничу діяльність підприємств ТзОВ “Укрінтерекспедиція” та ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» і в навчальний процес Національного транспортного університету при підготовці фахівців за напрямом «Транспортні технології».

Апробація матеріалів дисертації. Результати наукових розробок, отримані під час виконання дисертаційної роботи, доповідались на LXXI-LXXIII щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу і студентів Національного транспортного університету, Київ, 2015-2017 рр.

Отже, у дисертації здійснено теоретичне узагальнення і практичне вирішення наукової задачі щодо формування розподільчої системи постачань при доставці продукції автомобільним транспортом у міжнародному сполученні.

В результаті проведеного аналізу існуючих науково-методологічних підходів опису процесів в розподільчих системах та ланцюгах постачань товарів показано, що підвищення ефективності процесу доставки продукції у розподільчій системі можливо досягти за рахунок комплексного вирішення задач формування структури системи постачань, раціонального управління поставками і вибору технології автомобільних перевезень.

Розвинуто теоретичні основи підвищення ефективності логістичної розподільчої системи, що враховують особливості постачання товарів у міжнародному сполученні. Встановлено, що узагальнюючий критерій ефективності системи відповідає мінімізації сумарних витрат коштів на постачання продукції споживачу за одиницю часу при заданих обмеженнях на рівень обслуговування, який враховує показник надійності всіх ланок ланцюга постачань із параметрами управління: резерви часу на виконання технологічних операцій та страховий запас товару.

Розроблено економіко-математичну модель мінімізації сумарних витрат на доставку продукції для моноцентричної розподільчої системи

різних ієрархічних рівнів із орендованою інфраструктурою, що дозволяє адекватно представити розподільчу систему як комплекс взаємопов'язаних між собою топологічної структури, технологій перевезень та методів управління поставками з урахуванням впливу зовнішніх факторів у вигляді тривалості технологічних транспортних операцій та іммобілізації коштів. В рамках цієї моделі запропоновано метод обслуговування групи складів при повноавтомобільних відправленнях на основі об'єднаного страхового запасу та оперативного його управління. Визначено умови застосовності запропонованого методу для різних схем організації перевезень. Виконані розрахунки свідчать, що збільшення кількості складів у автомобільному маршруті потребує компактнішого їх розташування. При цьому чим дешевша вартість товару тим менше повинні бути віддалені один від одного пункти заїзду на маршруті.

З використанням розробленої економіко-математичної моделі проведені дослідження закономірностей впливу параметрів управління структурно-технологічної схеми моноцентричної одно- та дворівневої розподільчої системи на ефективність процесу постачань товарів у міжнародній торгівлі. Для однорівневої розподільчої системи аналітично визначено оптимальну партію постачання, яка забезпечує мінімальні витрати у системі. Встановлено, що пробіг автомобіля від відправника до території обслуговування, а також його вантажопідйомність, не визначають оптимальну партію поставки. Виявлено, що різниця між оптимальною партією постачання товару та добовим обсягом споживання зменшується із зростанням останнього.

Визначені та обґрунтовані критерії збільшення кількості ієрархічних рівнів у розподільчій системі, що обумовлюють ефективність процесу постачань у міжнародному сполученні. Показано, що доцільність такого збільшення обумовлена загальною площею території обслуговування, обсягами поставки, різницею між ростом витрат на виконання перевантаження товару та зменшенням витрат на перевезення в результаті заміни автомобіля великої вантажопідйомності меншою.

На основі розробленої моделі для дворівневої розподільчої системи встановлені залежності для визначення оптимальної кількості розподільчих центрів та обсягу партії постачань.

В рамках статистичного підходу вдосконалено метод оцінки надійності логістичного ланцюга постачань, як важливої складової впливу на ефективність розподільчої системи доставки товарів, що базується на кількісному аналізі ймовірностей безвідмовного його функціонування. При цьому враховуються настання таких видів небажаних подій, як втрати вантажу, порушення терміну перевезень, порушення планового завдання за обсягом поставок. Результати відповідних розрахунків для міжнародних і національних перевезень корелюють з даними, отриманими за допомогою експертних оцінок.

За результатами проведених досліджень розроблені науково-методичні рекомендації щодо формування раціональної міжнародної моноцентричної розподільчої системи постачань товарів автомобільним транспортом. Запропонована процедура формування раціональних параметрів розподільчої системи дозволяє розробляти заходи, впровадження яких дає можливість підвищувати ефективність системи постачань товарів. Представлені в дисертаційному дослідженні результати розробок та розвитку методів, моделей і рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту були апробовані у практичній діяльності низки вітчизняних підприємств. Виконані перевірки результатів дослідження в практичній діяльності і отримані відповідні позитивні відгуки свідчать про достовірність отриманих результатів і перспективи їх подальшого застосування на підприємствах транспортної галузі.

Ключові слова: автомобільні перевезення, автомобільний транспорт, ланцюг постачань, логістика, розподільча система, структурно-технологічна схема, управління постачанням.

ABSTRACT

Musatenko O.V. Improving the Efficiency of a Logistics Road Supply System. – Manuscript.

A thesis is submitted for obtaining a Candidate Degree in Technology (PhD), specialty 05.22.01 – Transport Systems – National Transport University, Kyiv, 2017.

Topicality of the topic. Integration of Ukraine into the community of European countries involves developing a goods supply system, especially in international traffic, on the principles of logistics in order to satisfy consumers needs faster and to a good quality in accordance with their requirements. Continued reform of business conditions, especially in the industrial and transport complexes of the country, creates a favorable ground for improving the efficiency of economic activity. Moreover, an increase in the competitiveness of national manufacturers depends significantly on a supply chain system, which should take into account features of modern logistics market: shortening of product life cycle and contract length, outsourcing non-core areas of activity, wide implementation of IT technologies, diversification of transport companies, etc. These trends provide a basis for building up rational distribution systems as well as constructing distribution systems that would use a leased infrastructure, rather than make their own ones.

The objective of the research is efficiency improvement in the supply of goods through the formation of a rational monocentric distribution system and selection of parameters of supply management and road transport technology.

The object of research is goods supply processes in distribution systems that use international road transport.

The subject of research is methods and models for efficiency improvement in logistics road supply system.

The research has been carried out using methods of system analysis to investigate the structure of distribution systems; methods of probability theory and

mathematical statistics for an analytical description of the processes occurring in different parts of the supply chain; methods of road transport engineering to describe routes models; simulation methods to investigate supply and inventory control parameters.

The scientific novelty of the results of the research is as follows.

For the first time, an economic and mathematical model of a monocentric distribution system with a leased infrastructure that uses road transport in international traffic has been developed, which, unlike existing ones, makes it possible to choose its rational structural and technological scheme and corresponding control parameters.

For the first time for shipments by road, a method has been proposed for servicing a group of warehouses that have a combined reserve stock that is operationally managed. This method provides a reduction in the cost of maintaining the goods supply system.

Theoretical foundations have been further developed in order to build up a rational hierarchical structure of a monocentric distribution system and to organize transportation processes in an optimal way by combining transport cycles, which minimize total expenses of carriers as well as consignees of cargo.

The author has improved a method of assessing the functioning reliability of the logistics supply chain by isolating reliability parameters of transport and warehouse processes, which facilitates a purposeful search for measures that would improve the efficiency of the supply of goods.

The practical significance of the results obtained is that the approaches, methods and algorithms proposed in the research lead to improving the efficiency of both supply chains as a whole and their individual processes. Moreover, the use of these methods in practice will reduce operational spending.

The practical value has been confirmed by introducing the outcomes of the research into the production activities of Ukrinterekpeditsiya LLC and Torgovy Dom “Bridge Express” Ltd as well as into the training process at National Transport University for students majoring in Transport Technologies.

Approbation of the outcomes of the research. The research findings obtained were reported at LXXI-LXXIII Annual Scientific Conferences of National Transport University, Kyiv, 2015-2017.

Thus, the author has made a theoretical generalization of and a practical solution to the scientific problem of building up a distribution system for goods supply by road transport in international traffic.

The analysis of existing scientific and methodological approaches, that describe processes in distribution systems and supply chains, has shown that efficiency improvement in goods supply in the distribution system can be achieved by solving complex problems of supply system structure formation, rational supply management and selection of road transport technology.

The author has developed theoretical foundations for increasing the efficiency of the logistics distribution system that takes into account the peculiarities of goods supply in international traffic. It has been established that the generalized criterion for system efficiency corresponds to minimizing the total expenses for the delivery of goods to the consumer per unit of time with the given restrictions on the level of service, which takes into account the reliability index of all parts of the supply chain with the control parameters: time reserves for the implementation of technological operations and reserve stocks.

The economic and mathematical model of total delivery cost minimization for a monocentric distribution system of various hierarchical levels with a leased infrastructure has been developed, which allows to adequately represent a distribution system as a interrelated complex of a topological structure, transportation technologies and supply management methods which takes into account the influence of external factors in the form of the duration of technological transport operations and the immobilization of funds. In the framework of this model, a method has been proposed for servicing a group of warehouses that have a combined reserve stock that is operationally managed. It has been determined under which conditions the proposed method can be applied to different modes of transportation. The performed calculations show that an increase in the number of warehouses along delivery routes requires their compact

location. Thus, the cheaper the cost of goods, the less separated from each other the calling points en route should be.

Using the developed economic and mathematical model, the author has studied regularities of how management parameters of the structural and technological scheme of a monocentric one- and two-level distribution system influence the efficiency of goods supply in international trade. An optimal consignment size which ensures minimum costs in the system has been analytically obtained for a one-level distribution system. It has been established that vehicle mileage from the consignor to the service area, as well as its load capacity, does not determine the optimal consignment size. It has been discovered that the difference between the optimal consignment size and the daily consumption volume decreases with the growth of the latter.

The criteria for increasing the number of hierarchical levels in the distribution system which determine the efficiency of the international supply process have been determined and substantiated. It has been shown that the expediency of such an increase is due to the total area of the service area, the volume of delivery, the difference between the growth of handling expenses and the reduction in transportation costs by replacing a vehicle with a high carrying capacity with a vehicle with a lower capacity.

Using the developed model for a two-level distribution system the author has established interdependencies that determine the optimal number of distribution centers and a consignment size.

Within the framework of the statistical approach, the author has improved a method of assessing the reliability of the logistics supply chain as an important component that influences the efficiency of the distribution system and is based on probability analysis of its failure-free functioning. The method takes into account such types of unwanted events as lost cargo, failure to deliver goods on time, failure to deliver planned volume of goods. The results of the relevant calculations for international and national transportation are correlated with the data obtained through expert evaluation.

The research resulted in working out scientific and methodical recommendations for building up a rational international monocentric road

distribution system. The proposed procedure for forming rational parameters of the distribution system allows developing measures, the introduction of which makes it possible to increase the efficiency of the supply system.

The development results as well as the results of the developed methods, models and recommendations for efficiency improvement in the logistics road supply system, that have been presented in the thesis, have received practical approval at a number of motor transport enterprises. The research results have been tested in practice and the corresponding positive feedback has been received which speaks for the reliability of the results obtained and the prospects for their further use in the transport industry.

Key words: road transportation, road transport, a supply chain, logistics, a distribution system, a structural and technological scheme, supply management.

Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Bakulich O. O. Dudnik A. A., Musatenko O. V. Regularities of goods delivery process by road transport in distribution system of delivery. III International Scientific and Practical Conference «WORLD Science» Multidisciplinary Scientific Edition (February 28,2017, Dubai, U.A.E.). U.A.E. : Dubai. №3 (19), Vol.2, March 2017. P. 37-38.

2. Musatenko O. V. Analysis of Structural and technological Schemes of goods delivery // Sciences of Europe Czech Republic. Praha. №12(12), Vol. 1, 2017. P. 74-78.

Статті у наукових фахових виданнях України:

3. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Формування розподільчих систем постачань // Вісник НТУ. 2014. Вип. 31, Ч. 1. С. 12-17.

4. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Самойленко Є. С. Дослідження основних характеристик розподільчої системи доставки вантажів // Вісник НТУ. 2016. Вип. 34, Ч. 1. С. 36-44.

5. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Коцюк О. Я. Оптимізація розподільчої системи доставки товарів // Економіка та управління на транспорті 2016. Вип. 3. С. 32-41.

6. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Самойленко Є. С. Аналіз показників ефективності розподільчої системи доставки вантажів // Технологический аудит и резервы производства. 2016. Вип. 3/2 (29) С. 40-44.

7. Мусатенко О. В. Аналіз структурно-технологічних схем доставки товарів // Економіка та управління на транспорті. 2017. Вип. 4. С. 66-71.

8. Мусатенко О. В. Проектування моноцентричної структурно-технологічної схеми розподільчої системи доставки товарів // Вісник НТУ. 2017. Вип. 37, Ч. 1. С. 282- 289.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

9. Мусатенко О. В. Формування розподільчих систем постачань. LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. 2015. С. 296.

10. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О. Підвищення надійності функціонування систем доставки вантажів у міжнародному сполученні. LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. 2016. С. 293-294.

11. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Аналіз впливу структурно-технологічних параметрів дворівневої розподільчої системи на її ефективність. LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. 2017. С. 327.

12. Мусатенко О. В. Методика формування раціональної розподільчої системи доставки товарів. LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. 2017. С. 328.

13. Мусатенко О. В. Методика оцінки надійності ланцюгів постачань у логістичній системі / М. О. Коцюк, О. В. Мусатенко // Методологія управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху у транспортних системах України: звіт про науково-дослідну роботу: номер держреєстрації № 0111 U 000099; [наук. кер. Поліщук В. П.]. – К. : НТУ, 2016. – С.63-67.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	15
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ПОСТАЧАЇНЬ.....	20
1.1 Сучасний стан і проблеми розвитку логістичних систем постачань....	20
1.2 Аналіз методів підвищення ефективності розподільчих систем постачань.....	29
1.3 Аналіз методів формування розподільчих систем постачань.....	34
1.4 Задачі і методика дослідження.....	42
1.5 Висновки до розділу 1.....	49
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНОЇ РОЗПОДІЛЬЧОЇ СИСТЕМИ ПОСТАЧАННЯ ТОВАРІВ.....	50
2.1 Ефективність розподільчої системи постачання товарів.....	50
2.2 Науково-методичні основи удосконалення структури розподільчої системи постачань.....	56
2.3 Обґрунтування критерію оцінки надійності функціонування логістичних систем.....	66
2.4 Дослідження характеристик логістичної системи при міжнародних перевезеннях.....	72
2.5 Висновки до розділу 2.....	84
РОЗДІЛ 3 ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ РІЗНИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.....	86
3.1 Розробка моделей та методів удосконалення однорівневої розподільчої системи.....	86
3.1.1 Моделювання маршрутів руху автомобілів у однорівневій розподільчій системі	88
3.1.2 Оптимізація партії поставки в однорівневій розподільчій системі.....	94

3.1.3 Обґрунтування раціональної організації перевезень при повноавтомобільних відправленнях.....	102
3.2 Умова збільшення кількості ієрархічних рівнів у розподільчій системі.....	106
3.3 Розробка моделей та методів для удосконалення дворівневої розподільчої системи.....	110
3.3.1 Моделювання функціонування дворівневої розподільчої системи....	110
3.3.2 Оптимізація партії поставки в дворівневій розподільчій системі.....	115
3.4 Оцінка надійності функціонування ланцюга постачання товарів.....	118
3.5 Висновки до розділу 3.....	127
РОЗДІЛ 4 НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ МІЖНАРОДНОЇ РОЗПОДІЛЬЧОЇ СИСТЕМИ ПОСТАЧАНЬ ТОВАРІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ.....	128
4.1 Аналіз впливу структурно-технологічних параметрів дворівневої розподільчої системи на її ефективність.....	128
4.2 Процедура формування раціональної розподільчої системи постачання товарів	133
4.3 Впровадження результатів дослідження.....	136
4.4 Висновки до розділу 4.....	144
ВИСНОВКИ.....	146
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	149
ДОДАТОК А АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	163
ДОДАТОК Б СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ.....	167

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Глобалізація економічної діяльності сприяє швидкому і якісному задоволенню запитів споживачів відповідно до їх вимог. Важливим інструментом у цьому процесі є логістична спрямованість діяльності організацій виробників та посередників, оскільки саме формування ефективно діючої логістичної системи розподілу продукції, дозволяє здійснити доставку необхідних споживачеві товарів у потрібне місце, час, у необхідній кількості, необхідної якості й з найменшими витратами. Вітчизняні й закордонні фахівці з логістики та управління ланцюгами поставок звертають увагу на зростаючу уразливість цих ланцюгів із-за активізації впливу несприятливих зовнішніх факторів, що викликає збільшення витрат та падіння конкурентоспроможності. Це пов'язане з тим, що логістичні системи з плином часу стають складнішими, а чим складніша система й чим вище ступінь її внутрішньої зв'язаності, тим більше вона піддана впливу зовнішніх факторів. На жаль, на поточний момент, рішенню цієї проблеми не приділяється належної уваги.

Інтеграція України до країн-членів європейської співдружності створює для національних виробників та перевізників великі виклики через низький рівень національного логістичного середовища. В той же час реформування умов ведення бізнесу, особливо в промисловому та транспортному комплексах країни, створює сприятливе підґрунтя для підвищення ефективності економічної діяльності.

Забезпечення потреб споживачів із мінімальними витратами у виробників потребує чіткого визначення кількості каналів розподілу, їх структури, обсягу відправки, орієнтованого на поточний попит на ринку, забезпечення оптимальної технології перевезень і зберігання даної продукції, встановлення періодичності відправок товару. Одним з можливих шляхів вирішення цієї проблеми є формування ієрархічних розподільчих систем. Завадою у такому вирішенні проблеми є відсутність відповідного методичного забезпечення, розробка якого потребує виконання наукових досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, грантами. Наукові результати роботи отримані при виконанні Національним транспортним університетом (НТУ) теми за планами Міністерства освіти і науки України: «Логістичне управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху в транспортних системах України» (номер держреєстрації РК 0115 U 001582), яка передбачена положеннями «Транспортної стратегії України на період до 2020 року», що затверджена розпорядженням Кабінету Міністрів України «Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року», № 2174-р від 20 жовтня 2010 р., а також завданнями Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, ратифіковану Законом України № 1678 - VII від 16.09.2014 р.

Окремі наукові результати отримані при виконанні госпдоговірної теми НТУ № 207 «Підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень та експедиторської діяльності» у 2014-2016 р.р. Також, низка результатів дисертаційного дослідження була одержана при виконанні теми науково-дослідної роботи із сучасних проблем управління підприємствами транспорту і туризму.

Мета і завдання дослідження. *Метою дослідження є підвищення ефективності процесу постачання товарів шляхом формування раціональної моноцентричної розподільчої системи та вибору параметрів управління постачаннями і технології автомобільних перевезень.*

Для досягнення мети були поставлені наступні *завдання:*

- провести критичний аналіз існуючих підходів для підвищення ефективності в розподільчих системах та застосування математичних моделей і методів підвищення ефективності ланцюгів постачань;
- розвинути теоретичні основи підвищення ефективності логістичної розподільчої системи, що враховують процес постачання товарів у міжнародній торгівлі;

- розробити економіко-математичну модель функціонування постачання товарів автомобільним транспортом для моноцентричної розподільчої системи з орендованою інфраструктурою, що враховує особливості перебігу процесів міжнародних вантажних перевезень для різних транспортно-технологічних схем перевезень в залежності від обраної стратегії управління запасами;
- встановити закономірності впливу параметрів управління структурно-технологічної схеми моноцентричної розподільчої системи на ефективність процесу постачання товарів у міжнародній торгівлі;
- розробити метод оцінки надійності логістичного ланцюга постачання, як важливої складової впливу на ефективність розподільчої системи доставки товарів та обґрунтувати його застосовність для міжнародних та національних перевезень;
- розробити і впровадити науково-методичні рекомендації щодо формування раціональної міжнародної моноцентричної розподільчої системи постачання товарів автомобільним транспортом.

Об’єкт дослідження – процеси постачання товарів у розподільчих системах з автомобільним забезпеченням міжнародних перевезень.

Предмет дослідження – методи і моделі підвищення ефективності логістичної системи постачання з використанням автомобільного транспорту.

Методи дослідження. Дослідження було виконано з використанням: методів системного аналізу для дослідження структури розподільчих систем; методів теорії ймовірностей та математичної статистики для аналітичного опису процесів, що відбуваються у різних ланках ланцюга постачання; методів автомобільних перевезень для опису моделей маршрутів руху; методів імітаційного моделювання для дослідження параметрів управління постачанням та запасами.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше розроблено економіко-математичну модель моноцентричної розподільчої системи із орендованою інфраструктурою та забезпеченням перевезень у міжнародному

сполученні автомобільним транспортом, що, на відміну від існуючих, уможливорює вибір її раціональної структурно-технологічної схеми та відповідних параметрів управління.

Для повноавтомобільних відправлень вперше запропонований метод обслуговування групи складів на основі об'єднаного страхового запасу та оперативного його управління, що забезпечує зменшення витрат на утримання системи доставки товарів.

Набули подальшого розвитку теоретичні основи встановлення раціональної ієрархічної структури моноцентричної розподільчої системи та оптимальної організації процесу перевезень шляхом поєднання транспортних циклів, що дозволяють мінімізувати сукупні витрати перевізників та одержувачів вантажу.

Вдосконалено метод оцінки надійності функціонування логістичного ланцюга постачань на основі виокремлення параметрів надійності транспортних та складських процесів, що сприяє цілеспрямованому пошуку заходів для підвищення ефективності процесу доставки товарів.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що застосування запропонованих в роботі підходів, методів й алгоритмів дозволяє підвищувати ефективність функціонування як ланцюгів постачань у цілому, так і їхніх окремих процесів, а також знижувати витрати коштів.

Практична цінність підтверджується впровадженням результатів роботи у виробничу діяльність підприємств ТзОВ “Укрінтерекспедиція” та ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» і в навчальний процес Національного транспортного університету при підготовці фахівців за напрямом «Транспортні технології».

Особистий внесок здобувача. Всі основні наукові результати, висновки, методики і практичні рекомендації, представлені в дисертаційній роботі, отримано автором самотійно. Особисто здобувачем опубліковано 3 статі у наукових фахових виданнях [66, 75, 145]. У роботах написаних у співавторстві особисто здобувачем на основі аналізу літературних джерел

обґрунтовано використання моделей, гіпотез та припущень, методів рішення окремих задач при описі розподільчих систем постачань [74, 139]; наведені результати статистичного дослідження і встановлені залежності тарифних ставок вартості оренди складських приміщень та перевезень у національному та міжнародному сполученні від маси вантажу, а також показники надійності доставки товарів [68]; доведено, що ефективність розподільчої системи визначає комплексний критерій, який враховує вартість та тривалість доставки товару [67]; сформульована та вирішена задача оптимізації структурно-технологічної схеми моноцентричної розподільчої системи, що забезпечує мінімізацію витрат на її функціонування [71].

Апробація матеріалів дисертації. Результати наукових розробок, отримані під час виконання дисертаційної роботи, доповідались на LXXI-LXXIII щорічних наукових конференціях професорсько-викладацького складу і студентів Національного транспортного університету, Київ, 2015-2017 рр.

Структура та обсяг дисертації. Структура дисертаційної роботи визначена задачами дослідження і містить в собі вступ, чотири розділи, загальні висновки, список використаних джерел, додатки. Загальний обсяг роботи становить 168 сторінок, зокрема 148 сторінок основного тексту, список використаних джерел (149 найменувань) на 14 сторінках і 6 сторінок додатків.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ПЕРЕДУМОВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ПОСТАЧАНЬ

1.1 Сучасний стан і проблеми розвитку логістичних систем постачань

Однією з основних ознак сучасного розвитку світового господарства стає розгортання процесів глобалізації, які суттєво впливають на систему міжнародних економічних відносин, трансформують напрями і визначають тенденції розвитку національних економік.

Під глобалізацією світового господарства розуміють процес посилення взаємозв'язку національних економік країн світу, що знаходить своє відображення в утворенні світового ринку товарів і послуг, фінансів, створенні глобального інформаційного простору, виході бізнесу за національні кордони через формування транснаціональних корпорацій, впровадженні й домінуванні в повсякденній практиці міжнародних відносин і внутрішньополітичного життя народів принципово нових, універсальних ліберально-демократичних цінностей тощо [1].

Світовий досвід показує, що процеси глобалізації призводять до значного зростання об'ємів перевезень, руху товару і, відповідно, вантажних потоків, як внутрішніх, так і міжнародних, у тому числі транзитних. Тому, з розширенням господарських зв'язків і міжнародної кооперації, ринок транспортно-логістичних послуг активно розвивається. Основними рушійними силами на ринку логістики є: глобалізація діяльності компаній-клієнтів, їх концентрація на ключових компетенціях і аутсорсинг непрофільних напрямків, прагнення до скорочення розміру логістичного ланцюга й оптимізації витрат на його ділянках, скорочення життєвого циклу продукції й нових підходів до маркетингу й дистрибуції продукту.

Наслідком скорочення життєвих циклів товарів в сучасному мінливому середовищі (політичні конфлікти, економічні кризи, ціни на енергоносії

тощо) стануть менші за тривалістю договори у контрактній логістиці, чим виробники продукції зменшать рівень своїх ризиків. Це в свою чергу збільшить інвестиційні ризики надавачів логістичних послуг.

Автори [141] прогнозують збільшення рівня логістичного попиту на складування і внутрішньоєвропейську торгівлю. У той час як “класична” роздрібна логістика показуватиме тільки середній зріст, електронна торгівля (сегменти B2B (взаємовідносини з юридичними особам) і B2C (взаємовідносини з кінцевим споживачем)) зростатимуть в середньому на 7 - 8% в рік, надаючи додаткові можливості компаніям до зростання контрактної логістики. Очікується, що у 2017 р., країни Центральної і Східної Європи збільшать свою частку контрактної логістики на європейському ринку до 16% [141]. Крім цього, очікується збільшення обсягів торгівлі між Європою та Азією, що спричинить зміни у наявних ланцюгах постачань та призведе до створення нових.

У дистрибутивному секторі відбувається поступове переміщення ділової активності на схід, так як Східна Європа є найкращим регіоном для розміщення виробничих потужностей з огляду на низькі капітальні та експлуатаційні витрати. Тому домінування Західної Європи буде все більше послаблюватися центральноєвропейськими терміналами, такими як Прага чи Братислава. Значення великих логістичних центрів у Туреччині та Росії (як Стамбул чи Москва) буде зростати з посиленням торгівельних зв'язків Європи із Далекою та Середньою Азією.

Глобалізація економічної діяльності спонукає до розширення торгівлі продукцією незавершеного виробництва із перенесенням остаточної комплектації і передпродажної підготовки готових виробів у країну призначення, що потребує розробки ієрархічних розподільчих логістичних систем доставки товарів.

Таким чином, підвищення економічного рівня країн Східної Європи відіграватиме вирішальну роль у створенні нової інфраструктури і ланцюгів постачань всередині Європи. В країнах Західної Європи спостерігається

реструктуризація національних логістичних систем – вони поступово об'єднуються в загальноєвропейську систему. Як зазначають автори [55] ознаками цього процесу є: зростання ролі аутсорсингу логістичних функцій; злиття та поглинання компаній; кластеризація логістичної індустрії; впровадження новітніх інформаційних технологій. Такий напрямок розвитку притаманний світовій логістичній індустрії. Тобто спостерігається процес формування світової логістичної інфраструктури. Цей висновок підтверджують роботи багатьох дослідників [2, 16, 26, 47, 55, 85, 114, 122]. В кожній із робіт автори наводять різний перелік тенденцій розвитку логістичної індустрії. Всі автори згодні з тенденцією росту ступеня монополізації світового ринку логістичних послуг. Підтвердженням цього є те, що близько 35% ринку припадає на 30 найбільших міжнародних компаній [2]. Другою загальновизнаною тенденцією є вихід на нові географічні ринки та розробка перспективних ланцюгів постачань. Швидкий розвиток і широке впровадження ІТ-технологій в економічну діяльність для підтримки прийняття логістичних рішень та їх використання в технологічних виробничих процесах визначає третю тенденцію розвитку логістичної індустрії.

Важливою складовою логістичної індустрії є експедиторська діяльність. Після дерегуляції транспортного сектору в країнах з розвиненою економікою спостерігається диверсифікація експедиторської діяльності [114]. Вона відбувається за різними напрямками та можливостями підприємств. Так, підприємства з великими основними фондами, переважно залізничні компанії та порти, спочатку прийняли на себе функції розподілу та консолідації вантажних потоків. Потім розширили власну сферу діяльності за рахунок придбання транспортних засобів інших видів транспорту та виконання функцій оператора змішаних перевезень.

Підприємства з меншим основним капіталом, фінансово обмежені у власному розвитку, прагнуть встановити ділові стосунки на постійній контрактній основі з великими промисловими і торговельними компаніями.

Для цього експедиторські компанії з власним або залученим транспортом прагнуть забезпечити весь комплекс доставки товарів – “від дверей до дверей”, тобто виконують всю підготовку товару до транспортування, перевезення та супровід всього процесу. Це сприяє росту кількості клієнтів, збільшує прибуток, прискорює впровадження новітніх транспортних технологій, зміцнює положення підприємства на ринку транспортних послуг. В окремих випадках експедиторські фірми безпосередньо приймають участь у виробничому процесі: здійснюють контроль за виконанням планів випуску товарів, управляють рухом транспортних засобів, а в разі потреби, корегують графіки перевезень, контролюють складські запаси. Тільки великі експедиторські компанії (25 у Європі і 40 в США) успішно впровадили в свою діяльність невласиву додаткову функцію – роздрібну реалізацію товару [114].

Таким чином, спостерігаються процеси вертикальної інтеграції вантажовідправників та перевізників у ланцюгах постачань із зменшенням кількості посередників.

В країнах з розвинутою економікою все більше уваги приділяється передачі на аутсорсинг логістичних функцій торгівельних і промислових підприємств з обслуговування вхідного, вихідного, а у ряді випадків внутрішньовиробничого матеріальних потоків, складського зберігання і управління запасами. Вже замало надавати типові послуги - потрібні комплексні підходи до вирішення завдань і проблем клієнтів. Тому логістичні компанії починають розгортати проектну діяльність: виявляють потреби клієнтів, обґрунтовують пропозиції щодо розвитку їх бізнесу та розробляють відповідні проекти [54].

Отже, науковий прогрес та глобалізація економіки створили підґрунтя для переходу від надання обмеженого набору послуг з транспортування вантажів та управління найпростішими складськими операціями (2PL провайдери) до надання широкого спектру послуг із значною доданою вартістю та можливістю залученням субпідрядників (3PL провайдери), а

також прийняття на себе планування матеріальних потоків клієнта та оптимізацію ланцюгів постачань (4PL –провайдери) [43, 54, 55].

З'єднання логістичного ланцюга у єдине ціле досягається завдяки транспортному забезпеченню. Характеристика транспортного комплексу європейських країн свідчить, що головним видом наземних перевезень у ЄС є автомобільні вантажні перевезення, частка яких за показником транспортної роботи протягом останніх 10 років тримається на досить стабільному рівні (44,5-45,4 %) [142].

Ринок вантажних автомобільних перевезень у ЄС складається з близько 600 тис. переважно малих підприємств, на яких працює в середньому по чотири особи. За останні роки їхня кількість залишається на постійному рівні: 80% налічує менше 10 працівників, а 99% налічує менше 50 [146]. Основною проблемою цього ринку є підприємства з малою кількістю транспортних засобів, що не дозволяє використати синергетичний ефект галузі та викликає високий рівень порожніх пробігів. Це визначає необхідність наявності посередників між вантажовласниками та перевізниками.

Погіршення економічної кон'юнктури знизило прибутки автомобільного транспорту. Менш рентабельні перевезення все частіше перепадають на малі підприємства, що призводить до збільшення ланок у логістичному ланцюзі. Багато транспортних підприємств мають великі ризики пов'язані з власною платоспроможністю (згідно Banque de France це може стосуватися до однієї третьої французьких підприємств, що здійснюють автомобільні вантажні перевезення), що зменшує рівень надійності перевезень, а від так, логістичного ланцюга в цілому.

На поточний момент часу, домінуючим видом наземного транспорту у Європі є автомобільний, особливо для коротких та середніх відстаней перевезень (до 300 км). Залізничний транспорт може бути конкурентоспроможним для середніх та великих відстаней перевезень. При цьому вважається, що комбіновані перевезення є найбільше динамічно

зростаючим сегментом вантажних залізничних перевезень. Для їх реалізації задіяно 400 терміналів та майже 2000 поїздів на добу. На 2010 рік один із чотирьох європейських вантажних поїздів виконував комбіновані перевезення. За останні п'ять років щорічний приріст кількості відправлень у автомобільно-залізничному сполученні становить 0,48% контейнерів та 5,03% напівпричепів [148].

В Європі основним напрямком розвитку транспорту до 2050 року є створення мультимодальних логістичних систем. Передбачають, що 30% автомобільних вантажних перевезень на відстані понад 300 км повинні бути переведені на інші види транспорту до 2030 року, і понад 50% до 2050 року. Реалізація цих планів вимагатиме, також, розвитку відповідної інфраструктури та створення європейської системи інформації, управління та оплати мультимодальних перевезень [7].

Отже, в країнах Європи спостерігатиметься модернізація діючої та створення нової інфраструктури і ланцюгів постачань.

У цілому, оцінки ефективності логістики України та її складових у всіх міжнародних рейтингах дуже низькі (таблиця 1.1) [104]. Аналіз динаміки значень цих оцінок вказує на їхню стабільність та повільне зростання. На думку експертів фінансові, логістичні обмеження і нетарифні заходи регулювання торгівлі створюють істотні перешкоди для здійснення зовнішньоекономічної діяльності в Україні.

Вітчизняні підприємці і міжнародні експерти визнають, що адміністративні бар'єри для розвитку підприємництва в Україні є дуже високими, одними з найвищих у світі, і цей факт свідчить що ситуація потребує активізації регулятивних реформ. При цьому варто зауважити, що далеко не завжди проблеми України полягають у недосконалих законах. У багатьох випадках основною перешкодою є неналежне впровадження і виконання законів [10]. Тому, на поточний момент часу, територія України не розглядається закордонними спеціалістами як один із стратегічних напрямків глобальних логістичних потоків. Їй відводиться допоміжна роль у

сполученні захід – схід, завдяки проходженню по її території міжнародних коридорів. Ситуацію може змінити тільки розбудова високотехнологічних підприємств з випуском конкурентоспроможної продукції.

Таблиця 1.1 — Динаміка індексу ефективності логістики в Україні

Роки		2007		2010		2012		2014	
Показники		Рейтинг	Значення	Рейтинг	Значення	Рейтинг	Значення	Рейтинг	Значення
1		2	3	4	5	6	7	8	9
Індекс ефективності логістики у країнах світу	Максимальний	-	4,19		4,11		4,13		4,12
	Мінімальний	-	1,21		1,63		1,61		1,77
Індекс ефективності логістики в Україні		73	2,55	102	2,57	66	2,85	61	2,98
Складові індексу ефективності логістики в Україні:									
- ефективність митного оформлення		97	2,22	135	2,02	88	2,41	69	2,69
- якість транспортної інфраструктури		74	2,35	79	2,44	70	2,69	71	2,65
- організація міжнародних перевезень		83	2,53	84	2,79	83	2,72	67	2,95
- рівень логістичних послуг		90	2,41	77	2,59	61	2,85	72	2,84
- відслідковування вантажів		80	2,53	112	2,49	50	3,15	45	3,20
- своєчасність доставки		55	3,31	114	3,06	68	3,31	52	3,51

В Україні, як і в країнах ЄС основним наземним видом транспорту є автомобільний, частка якого в загальному обсязі перевезень вантажів наближається до 70% і щорічно зростає. У 2014 році вантажообіг автомобільного транспорту України склав 34431,1 млн. ткм, а обсяг перевезень – 1021 млн. т [115], в тому числі у міжнародному сполученні виконано 8607,0 ткм та перевезено 6,9 млн. т вантажів [86]. У 2015 році вантажообіг автомобільного транспорту зменшився на 13,0%, а обсяг перевезень на 6,0%, тоді як значення показників міжнародних перевезень залишилися на рівні попереднього року [87]. Український ринок транспортних послуг представлений близько 7000 суб'єктами підприємницької діяльності. При цьому 63 % ринку перевезень займають експедиторські фірми, що організують автомобільну доставку вантажів. В

управлінні учасників ринку послуг вантажних автомобільних перевезень знаходиться біля 22 тис. автотранспортних засобів.

В цілому, на поточний момент спостерігається негативна динаміка українського ринку вантажних перевезень, обумовлена загальним спадом практично по всіх галузях економіки (особливо уповільненням зростання промислового виробництва, будівництва, оптової та роздрібної торгівлі і т.д.), що відображено у статистичних показниках за 2014 рік [33].

Загалом, згідно експертних оцінок [119, 121], з основних негативних економічних факторів, що впливають на розвиток ринку перевезень, слід виділити падіння рівня ВВП та споживчої активності, зниження надійності української держави як партнера, скорочення фізичного розміру компаній-операторів українського ринку, зменшення обсягів перевезень на російському ринку, зростання цін на послуги транспортних підприємств, посилення впливу на роботу транспортних підприємств такого фактору, як фінансові обмеження, зменшення попиту на транспортні послуги тощо. Оновлення рухомого складу автомобільного транспорту відбувається повільними темпами - із загальної кількості транспортних засобів майже 70 % рухомого складу є технічно та морально застарілими. Структура парку вантажних автомобілів є неоптимальною, більшість транспортних засобів за своєю конструкцією, вантажністю, типами кузова, класом комфортності, видами спожитого палива, питомими витратами палива та екологічністю не відповідають сучасним вимогам. Потребують удосконалення технологія перетину державного кордону, технологічні схеми роботи автомобільного транспорту в морських портах, процедури розмитнення вантажу, отримання віз водіями. Незадовільним залишається стан безпеки дорожнього руху, так як рівень аварійності та кількість потерпілих на одиницю транспортної роботи в Україні значно перевищують показники більшості держав світу. Значна різниця між експортними та імпортними перевезеннями вказує на незбалансованість вантажопотоків за напрямками, що створює несприятливі умови роботи для національних перевізників.

За таких умов національні перевізники у міжнародному сполученні є неконкурентноздатними. Поки що їх [119, 121] захищає дозвільна система України. Згідно дослідження [119, 121] рівень продуктивності може бути до 15% меншим в тих секторах, де нема доступу до міжнародної конкуренції. Таким чином, можна очікувати, що відкриття внутрішніх ринків автомобільних вантажних перевезень для міжнародної конкуренції принесе зростання продуктивності та поставить у складне становище національних перевізників.

Наявність відповідного місця для зберігання та складування має важливе значення для ефективної роботи логістики. Багато українських фірм мають свої власні склади тому надання іноземними провайдерами послуг зі зберігання та складування в Україні незначне. Ринки складування та, пов'язаних з ним, логістичних послуг, що надаються третьою стороною, не розвинені, а основними користувачами цих послуг, як правило, є великі міжнародні компанії, особливо в роздрібній торгівлі. До економічної кризи в країні спостерігався гострий дефіцит складських приміщень, що призвело до стрімкого зростання цін без адекватного зростання якості. В останні роки відбувається надлишок потужностей цього сегменту із падінням цін на їх використання.

Згідно результатів дослідження [140] серед 40 розглянутих міст Європи за шістьма групами факторів (інфраструктура та досяжність, доступність ринку, базові експлуатаційні витрати, об'єм ринку праці, компетентність у логістиці, середовище бізнесу) конкурентною перевагою м. Києва є вартість робочої сили та вартість виробничих приміщень.

Найбільш перспективним сегментом ринку транспортно-логістичних послуг для України може стати ринок термінової доставки до призначеного часу (just-in-time delivery). Цей сегмент активно розвивається у всьому світі. За такої організації послуг виробляється найбільша додана вартість. Прискорення доставки вантажів може бути забезпечене лише погодженою взаємодією всіх учасників ланцюга постачань вантажів: транспортних

вузлів, станцій, портів, залізниць, терміналів і митних органів. Це сприятиме створенню транспортно-логістичної галузі, що включає: мультимодальний транспорт, сучасні термінали та експедиційну діяльність, формування ефективних маршрутів руху транспортних засобів. Таким чином, буде закладена основа для подальшого розвитку комбінованого переміщення вантажів, сучасного управління логістичними ланцюгами руху товару.

1.2 Аналіз методів підвищення ефективності розподільчих систем постачань

Вирішенню проблеми підвищення ефективності функціонування транспортно-складських систем перевезень була приділена значна увага у працях Г.Ф. Бабушкіна, А.А. Бочкарева, А.І. Воркута, Е.В. Гаврилова, М.Ф. Дмитриченка, В.К. Долі, І.П. Лукінського, П.Р. Левковця, В.К. Міроненка, Л.Б. Міротіна, Г.І. Нечаєва, В.П. Поліщука, А.А. Смахова, Ю.М. Цветова та інших вчених [3, 8, 17, 20, 41, 84]. У фундаментальних роботах цих науковців розроблені основи теорії ефективності транспортних процесів в системах транспортування вантажів. У той же час, комплексний підхід щодо розв'язання проблеми оптимізації транспортно-складської системи постачання товарів та вдосконалення процесу її управління на базі ринково-орієнтованих критеріїв, ще потребує подальшого розвитку.

Велику увагу щодо аналізу проблем логістики постачання товарів від виробника до споживача приділяли такі світові вчені як: М. Вебер, К. Олівер, Дж. Сток, Д. Ламберт, Дж. Г. Шатт та інші [4, 76, 105, 106, 112, 120, 129, 130, 143, 144]. Вони розглядають систему постачань як сукупність ланцюгів постачань. Тому концентрують увагу на управлінні цими ланцюгами. Згідно [105, 106] під терміном “управління ланцюгами постачань” розуміють інтеграцію ключових бізнес-процесів, що починається від кінцевого споживача і охоплює всіх посередників та постачальників товарів, послуг та інформації, задля досягнення загальних цілей шляхом

розширення і поглиблення господарських зав'язків, при спільному використанні ресурсів, об'єднанні капіталів і створення сприятливих партнерських відносин для здійснення спільної підприємницької діяльності.

Під логістичним бізнесом-процесом розуміють взаємозалежну сукупність операцій і функцій, що переводять ресурси компанії у результат, який визначає логістична стратегія фірми [105]. Згідно [112] управління ланцюгами постачань є управління вісьма ключовими бізнес-процесами: взаємодія зі споживачем, обслуговування споживачів, управління попитом, виконання замовлень, управління виробничим потоком, постачання, розробка продукції й доведення її до комерційного використання, управління зворотними потоками.

В загальному випадку до бізнес-процесів відносять: планування, постачання, виробництво, доставка та повернення. Таким чином, ефективність системи розподілу товару розглядають як функцію управління у заданій організаційній структурі, що обмежує можливості оптимізації системи у цілому. В роботах [130, 131] рекомендують за комплексний критерій ефективності управління ланцюгами постачань приймати економічну ефективність при заданому рівні стійкості системи від впливу зовнішніх збурень.

Прибічники такого підходу, в останній час, прагнуть знайти аналогію системи розподілу товарів із технічними системами або механізмами та адаптувати методики та оцінки розроблені в технічних галузях знань до управління ланцюгами постачань. Найбільш популярним напрямком є адаптація теорії надійності [35, 36, 40, 60]. Проте, різниця між технічною та організаційною системою дуже суттєва. Тому автори не можуть визначитись навіть із основними поняттями теорії надійності стосовно ланцюгів постачань, про що засвідчують результати досліджень [9]. На наш погляд, такий підхід є методологічною помилкою, оскільки сукупність контрагентів системи може не виконувати своїх зобов'язань тільки у випадку їх одночасного знищення. Однак, зрозуміло, що можливе порушення потоку

товарів в одній ланці ланцюга може бути ліквідовано за рахунок резервів іншої. Якщо до цього додати швидке створення паралельних (заміщуючих) ланок, то спостерігатиметься тільки часткове падіння ефективності системи за рахунок залучення додаткових коштів та часу на ліквідацію небажаних подій.

Серед різноманітних підходів до оцінки й забезпечення ефективності ланцюгів найбільше поширення одержав процесний підхід і розроблена на його основі SCOR-модель. Ідеологія SCOR-моделі передбачає сполучення принципу нерозривності як товарного, так й інформаційного потоків. Дана модель містить у собі три популярні концепції управління: реінжиніринг бізнесів-процесів, бенчмаркінг і використання найкращої практики [106]. Вона дозволяє описати існуючі бізнес-процеси ланцюга поставок, розробити вдосконалені бізнес-процеси, провести порівняльну оцінку функціонування компанії з лідерами ринку й розробити такі управлінські рішення, які призведуть до досягнення найкращих результатів. Так як модель є дескриптивною, реінжиніринг ланцюга постачань не гарантує, що бізнес-процеси будуть оптимальними, а ефективність ланцюга постачань - найвищою. Окрім того, порівняння досягнутих у компанії показників з показниками компаній-лідерів у даній сфері бізнесу не завжди дозволяє правильно оцінити результати цієї діяльності.

Автор праці [120] відмічає, що в управлінні ланцюгами постачань розглядають дві альтернативні стратегії: «ощадливу» і динамічну. При цьому, вважають, що «ощадливий» варіант цілком виправданий в умовах, коли попит передбачуваний, вимоги до різноманітності обмежені, обсяг виробництва високий, а динамічний варіант необхідний у менш передбачуваному середовищі, коли попит різко змінюється, а вимоги до розмаїтості продукції високі. Ці стратегії не виключають одна одну. Як зауважує автор [120] в ідеалі організації повинні прагнути створювати гібридні стратегії ланцюгів постачань, що поєднують обидві ці філософії, і завдяки цьому – одержувати найбільш ефективні за критерієм витрат

рішення. Підвищення динамічності в рамках всього ланцюга постачань надає компаніям значну конкурентну перевагу за рахунок скорочення часу циклу виконання замовлення та зниження запасів.

Вивченню надійності складних технологічних систем присвячена велика кількість досліджень [5, 11, 27, 34, 42, 125, 127, 128]. Метою таких досліджень є оцінка функціонування та забезпечення високоефективної роботи складних систем, які в свою чергу, являють собою взаємопов'язаний набір технічних, інформаційних, керуючих систем та підсистем.

Технічні, організаційні та управлінські негаразди викликають збої у експлуатаційній роботі системи транспортного обслуговування, призводять до порушення термінів перевезень, зменшення надійності не лише перевізного, а й транспортного процесу. Це призводить у свою чергу до значних економічних втрат, як у самій транспортній системі, так і в системах, які вона обслуговує.

Рівень надійності системи слід вважати обґрунтованим, якщо він є близьким до оптимального з точки зору сумарних витрат щодо забезпечення надійності, з одного боку, та втрат від ненадійності (відмов, збоїв, тощо). Визначення рівня надійності потребує встановлення показників, що найбільш повно та об'єктивно характеризують надійність системи. Вибір типу показника чи системи показників згідно [11] залежить від різноманітних факторів, і в першу чергу: призначення системи, характеру процесу її функціонування чи використання та вимоги до самого показника (простота фізичного змісту, можливість розрахунку та дослідної перевірки показника тощо).

Згідно [124] до групи факторів надійності відносять показники окремих властивостей, такі як безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збереженість, а також комплексні показники, як коефіцієнт використання технологічної системи, коефіцієнт зберігання продуктивності технологічної системи тощо [22, 30].

Надійність функціонування транспортно-складських систем не є вичерпною та самодостатньою характеристикою. Більш того, для багатьох систем взагалі неможливо визначити, що таке надійність, оскільки багаточисельні стани системи не можуть бути чітко віднесені до станів відмови системи чи її працездатності. Для багатьох складних систем можливо визначити лише стан працездатності або відмови окремих підсистем, елементів тощо.

Важливою особливістю транспортно-складських систем є властивість відновлення працездатності її елементів після збоїв у роботі. Неврахування цього може привести до невірної оцінки ситуації та прийняття хибних рішень. Так із результатів дослідження [42] випливає, що ймовірність виконання рейсу автотранспортним засобом у міжнародному сполученні без порушення умов договору перевезення оцінюється на рівні 0,80-0,85 тоді, як за даними страхових компаній вона складає 0,95-0,98. Тому у своїх роботах послідовники прагнуть враховувати цю особливість [9, 128].

Аналіз досліджень стосовно способів підвищення надійності складних систем свідчить про використання трьох основних підходів: кількісного, якісного та комбінованого.

Кількісний підхід – передбачає введення резервних елементів в ланцюг поставок, наприклад збільшення страхового запасу, збільшення планового часу на виконання технологічних операцій, створення технологічного резерву транспортних засобів тощо.

Якісний підхід передбачає підвищення рівня надійності всіх елементів ланцюга постачань, наприклад підвищенні заходи щодо забезпечення роботи технічних засобів, підвищення відповідальності працівників за дотримання планових показників у роботі, впровадження заходів щодо безпеки руху та перевезень тощо.

Комбінований підхід передбачає одночасне застосування перших двох підходів.

Аналіз літературних джерел [9, 12, 34, 97] свідчить, що в ряді випадків доцільно спільно використовувати критерії, які характеризують надійність та економічну ефективність ланцюгів постачань.

Ланцюг постачань уявляє собою сукупність транспортних та сервісних підприємств, які у процесі переміщення товару з'єднуються автотранспортними засобами. Так як виробничі процеси на різних підприємствах виконуються за власними технологіями, то ланцюг постачань визначається не тільки схемою, але і технологією, тобто схемою з функціональним наповненням, що визначає функціональну структуру. У свою чергу, технологія так само повинна бути налаштована на конкретну схему. Таким чином, можливо представити функціонування ланцюга постачань, як просування вантажного потоку за структурою технологічного процесу. При цьому просування потоку товару передбачає або його переміщення у просторі, або його обробку на місці зупинки. Взаємодія функціональної структури і потоку визначають ефективність ланцюга поставок.

Отже, в основі ефективності ланцюга постачань, як елемента розподільчої логістичної системи, знаходиться структурна схема. Вона при всіх інших рівних умовах визначає ефективність розподільчих системи.

1.3 Аналіз методів формування розподільчих систем постачань

Розподільчі системи постачань в умовах постійної зміни попиту на товар, як реакція на економічний стан споживачів та дії конкурентів, не можуть бути стабільними. Через певні проміжки часу вони потребують удосконалення шляхом гармонізації виробничої потужності з характеристиками вантажопотоку. Таке удосконалення є локальним, але інколи потребує перебудови вся система розподілу постачань. При цьому задача удосконалення системи розглядається як складова задачі її формування та відрізняється більшою кількістю обмежень.

Задача формування розподільчої системи передбачає встановлення її топологічної структури, а також функціонального, технічного, технологічного та інформаційного наповнення. Дослідженням топологічних структур на транспорті та зв'язку присвячені роботи таких вчених, як Біляєва В.М., Воркута А.І., Міротина Л.Б., Мольнара Й., Советова Б.Я., Яковлева С.А., та інших [6, 17, 41, 64, 109, 117]. В цих роботах вивчені особливості функціонування окремих об'єктів дослідження, розроблені методики аналізу та синтезу відповідних топологічних структур. Автори робіт підкреслюють, що для обґрунтування топологічної структури транспортної розподільчої системи необхідно в інтегрованому вигляді дослідити організацію роботи транспорту на маршрутах, технологічні цикли прийому, відправлення, переробки та зберігання вантажів у розподільчих центрах. Аналіз робіт свідчить, що суттєве підвищення ефективності роботи виробничо-транспортної системи можливе тільки шляхом розробки теоретичних засад формалізації процесів доставки вантажів, створення орієнтованих на комп'ютерне забезпечення математичних моделей для ідентифікації цих процесів, синтезу топологічних структур і алгоритмів управління постачаннями та перевезеннями, реалізації архітектури таких мереж.

Таким чином, необхідним є аналіз результатів виконаних робіт із формування розподільчих систем постачань для розробки моделей процесів що в них відбуваються, визначення переліку вихідних даних і розрахункових параметрів, який стане обґрунтуванням розробки процедури ефективного формування таких систем.

Функціонування розподільчих систем постачань визначається багатьма особливостями, з яких найбільш вагомими є наступні: масштабність і складність розподільчої мережі, різні режими роботи підприємств, великий ступінь нерівномірності надходження вантажів протягом планового періоду, залежність перевізного процесу від умов руху транспортних засобів, обмежена пропускна та переробна здатність посередницьких підприємств тощо.

В основі діяльності логістичних провайдерів є створення ланцюгів постачань, які у сукупності визначають структурну схему доставки товарів. Розробці теоретичних положень формування доцільних варіантів цієї схеми присвячені наукові дослідження таких теорій як: маркетинг, логістика, вантажні перевезення тощо. Цим пояснюється відсутність єдиної загальновизнаної термінології. Зокрема в роботах [38, 54] здійснена спроба встановити різницю між термінами: склад, логістичний центр, дистрибутивний центр, складський комплекс, термінал, транспортно-логістичний центр тощо. Всі ці інфраструктурні об'єкти відрізняються функціональним наповненням щодо здійснення операцій з вантажами. Загальною ознакою цих об'єктів є функція розподілу товарів. Тому для їхнього означення приймемо термін – розподільчий центр. Сукупність розподільчих центрів з транспортними зв'язками визначає структурну схему системи постачань товару. Згідно дослідження [135] структурна схема постачань товару проходить стадії зародження, розвитку, стагнації, руйнування і зникнення. Вона під дією зовнішніх та внутрішніх факторів постійно змінюється. Швидкість адаптації до змінених умов функціонування значно впливає на ефективність всієї системи постачань товарів. Зародження структурної схеми постачань товару починається із встановлення зв'язку між відправником та одержувачем вантажу. У випадку малих обсягів постачань та низької щільності розташування одержувачів вантажу перевезення автомобільним транспортом реалізується з використанням маятникових маршрутів. Підвищення щільності розташування споживачів, за умови малих обсягів постачань та незначної відстані від відправника до споживачів, створює умови для впровадження розвізних маршрутів. При великій відстані від відправника вантажу до регіону обслуговування та подальшого росту щільності споживачів виникають передумови впровадження транспортно-технологічних схем перевезень з перевантаженням вантажу з автомобілів великої вантажопідйомності на середню та малу. На певному етапі поступового розширення території обслуговування виникнуть умови за яких

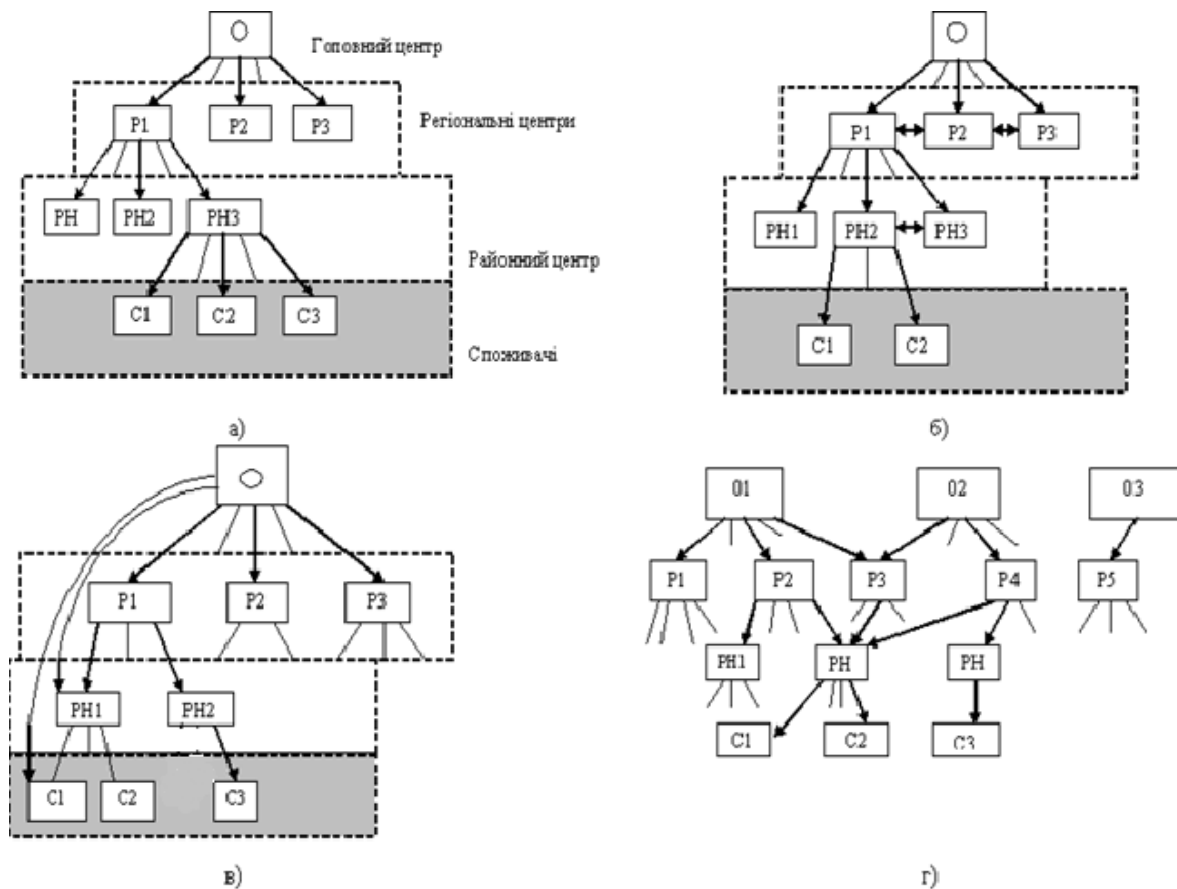
доцільним стане створення міжрегіонального розподільчого центру. В залежності від відстані між відправником і регіональним розподільчим центром можливими варіантами організації перевезень є: використання маятникових маршрутів, термінальної системи, естафетного методу організації праці екіпажів автотранспортних засобів.

Таким чином, параметри структурної схеми постачань товару визначають ефективні варіанти організації перевезень. В свою чергу транспортно-технологічні схеми перевезень та виконання вантажних робіт визначають кількість рівнів структурної схеми. Отже, наповнення структурної схеми технологічними процесами створює уявлення про ефективність системи постачань товару в цілому. Наявність взаємного впливу між структурною схемою та транспортними технологіями свідчить на користь розгляду цього комплексного об'єкту системи постачань товару, як єдиного цілого з узагальненою назвою структурно-технологічна схема системи постачань товару.

Аналіз структурно-технологічних схем систем постачань товару дозволяє запропонувати наступну класифікацію за рядом прикмет:

- операційна діяльність: збірні (збір врожаю, сміття, вторинної сировини тощо); розвізні (доставка продукції від відправників до споживачів); збірно-розвізні (доставка пошти, система експрес перевезень тощо);
- кількість товарів в системі (одно- та багатопродуктова);
- вид вантажу (потребує використання звичайних або спеціалізованих умов доставки);
- кількість рівнів (1, 2, 3...рівневі);
- кількість пунктів відправлень на вищому рівні для пункту нижчого рівня (один, багато);
- наявність транспортних сполучень між пунктами одного рівня (є, немає, окремі зв'язки).

Для прикладу розглянемо структурно-технологічні схеми однопродуктової чотирирівневої розподільчої системи постачань товару, що не потребує спеціальних умов перевезень (рис. 1.1).



а) моноцентрична радіальна; б) моноцентрична радіальна із транспортними зв'язками одного рівня; в) моноцентрична радіальна із транспортними зв'язками різних рівнів; г) багаточентрична радіальна

Рисунок 1.1 – Приклади структурно-технологічних схем розподільчих систем постачань

Моноцентрична радіальна схема потребує традиційних методів організації перевезень (маятникові маршрути, а на нижньому рівні, як правило, - розвізні) та виконання типових складських робіт. Наявність транспортних зав'язків між розподільчими центрами одного рівня потребує використання централізованого управління на вищому рівні ієрархічної структури (рис.1.б). Якщо обсяги партій постачань споживачам нерівномірні, їх реалізація потребує комбінації різних шляхів доставки товарів і централізованого управління складськими запасами та перевезеннями

(рис.1.в). Відмінною особливістю багатоцентричних розподільчих систем є необхідність виконання на складах нижнього рівня операцій сортування, перекомплектування та подальшої маршрутизації партій вантажів, що надходять від різних відправників. Отже, кожній структурно-технологічній схемі із наведених на рис.1.1 притаманне певне функціональне наповнення, яке може бути реалізоване типовими технологічними процесами.

Запропонована класифікація структурно-технологічних схем системи постачань товару дозволяє виділити із сукупності всіх можливих варіантів схем окремі типові об'єкти дослідження і в подальшому розробляти заходи підвищення ефективності з урахуванням їх особливостей.

Встановлено, що ефективність розподільчих систем постачань, при інших рівних умовах, визначається організацією доставки вантажів, від якої залежать витрати на перевезення. Тому формування розподільчої системи постачань потребує комплексного рішення із урахуванням транспортної складової.

В залежності від орієнтованості на певні товари в системах постачань науковці приймають різні гіпотези та моделі процесів функціонування цих систем. Так, для дослідження дворівневих систем постачань вчені використовували аналітичні [17, 64, 78, 92] та імітаційні [6, 41, 78, 91, 98] методи. Серед аналітичних методів перевагу надають методам теорії масового обслуговування, лінійного програмування та математичного аналізу. Імітаційні методи передбачають розробку математичних моделей різної глибини відображення процесів та використання комп'ютерного забезпечення.

Розгляд більш складних за дворівневі структурно-технологічних схем системи постачань, а також врахування собівартості перевезень автомобілями різних типів, витрат на перевантаження та сортування вантажів тощо, значно ускладнює вирішення задачі аналітичними методами і тому потребує розробки спеціальних імітаційних моделей.

На даний час не дослідженою залишається проблема визначення оптимальної кількості рівнів у структурно-технологічних схемах системи постачань та залежності їх від зовнішніх та внутрішніх факторів.

Встановлено, що при синтезі оптимальної структури системи постачань необхідно враховувати дві суперечливі вимоги. З одного боку, необхідно мінімізувати витрати на побудову розподільчої мережі системи, що досягається ліквідацією збиткових зв'язків, з іншого боку, необхідно враховувати, що порушення зв'язаності мережі зменшує ефективність функціонування мережі в цілому як єдиного цілого. Тому в системах передачі інформації для забезпечення високої надійності зв'язку вимагають наявності існування не менше двох незалежних шляхів передачі інформації, що досягається введенням деякої надлишкової кількості зв'язків. У транспортних системах надлишкова кількість зв'язків уводиться з метою скорочення загального пробігу транспортних засобів, в зв'язку з чим критерій надійності мережі приймає інший зміст. Аналіз досліджень із питань надійності перевезень свідчить, що її рівень визначається такими показниками, як середня тривалість доставки вантажів та розподіл часу доставки між відправниками і одержувачами в цілому по мережі. При цьому, тривалість доставки характеризує можливість задоволення потреб споживачів за критерієм часу, що витрачається на доставку, а розподіл часу доставки характеризує гарантовані терміни виконання перевезень для різних груп одержувачів вантажу.

З урахуванням того, що основною задачею системи постачань є доставка товару від відправника до одержувача при виконанні вимог щодо показників рівня процесу обслуговування, вихідними даними для рішення задачі синтезу оптимальної структурно-технологічної схеми системи постачань товару доцільно використовувати:

- характеристики потоків;
- розташування і переробні потужності розподільчих центрів;
- вимоги щодо рівня виконання перевезень;

- склад і основні характеристики транспортних та технічних засобів перевалки вантажу;
- обмеження щодо вибору топологічної структури.

При вирішенні задачі синтезу оптимальної топологічної структури системи постачань необхідно вибрати критерій, за яким оцінюється ефективність порівнюваних варіантів. Аналіз досліджень із цього питання свідчить [6, 41, 64, 78, 91, 92, 109], що за такий критерій більшість науковців вибирають показники, які характеризують оцінку витрат коштів та часу на виконання доставки товару. Використання в якості критерію показників вартості або техніко-економічних показників пояснюється тим, що великі системи, до яких відноситься і розподільча система постачань, неможливо проектувати без врахування матеріальних витрат.

В термінах теорії графів [32] задачу синтезу структурно-технологічної схеми системи постачань товару формують, як знаходження орієнтованого графу для розташованих на площині вершин так, щоб досягти мінімальних витрат на просування товару при обмеженнях на зв'язки вершин графу та пропускну здатність його елементів, якщо відомі значення витрат на виконання технологічних операцій, які приписують вершинам та дугам.

Узагальнення результатів досліджень [6, 41, 64, 78, 91, 92, 109] дозволяє запропонувати процедуру синтезу оптимальної структурно-технологічної схеми системи постачань. Вона передбачає визначення раціональної кількості рівнів системи та обґрунтування кількості перевалювальної потужності і розміщення об'єктів інфраструктури системи на кожному рівні. Формування сукупності таких об'єктів на нижньому рівні полягає в розбитті на множини, що не перетинаються, первісних пунктів зародження і поглинання відправлень з урахуванням територіальної близькості, технологічних обмежень на величину території обслуговування (визначається обмеженнями витрати часу на виконання рейсів і вантажопідйомністю транспортних засобів) та потужності вантажопотоків. Використовуючи аналогічні принципи і враховуючи можливі технології

перевезень, результати маршрутизації перевезень та вплив кількості перевантажень на вартість і час доставки, формуються структури вищих рівнів.

З метою скорочення розмірності задачі доцільно виконати її декомпозицію шляхом поділу на окремі задачі відповідно кількості ієрархічних рівнів системи постачань. В цьому випадку розмірність кожної з розв'язуваних задач значно зменшується по відношенню до початкової і, відповідно, зменшується кількість варіантів, що потребують розгляду.

У кожній із розв'язуваних задач необхідно враховувати утворення складських запасів у каналах розподілу. Вплив складських запасів на ефективність логістичної системи та управління запасами мають розвинену теоретичну базу [44, 63, 77, 79, 102, 116]. Тому їх врахування не передбачає виникнення значних проблем. Однак, дотична до цієї задачі проблема координації матеріальних потоків у логістичних системах досліджена ще недостатньо. Науковці, у більшості випадків, наголошують тільки на важливості вирішення цієї проблеми, але загально визнані методики її рішення ще й досі відсутні.

Отже, складність задачі вибору оптимальної топологічної структури виключає можливість її рішення на основі єдиної моделі системи постачань, в якій на базі складних математичних залежностей описується взаємний зв'язок змінних системи і всіх параметрів, що розглядаються. Тому, перспективною методикою вирішення поставленої задачі є методика, що передбачає комбінацію аналітичних методів і методів моделювання.

1.4 Задачі і методика дослідження

Впровадження логістичних принципів у господарську діяльність передбачає, що для задоволення певної потреби споживача вироблений товар має бути доставлений від виробника до споживача із заданими властивостями, у необхідній кількості, у визначене місце і за зазначений

термін. Розповсюдження товару відбувається за допомогою системи розподілу, що складається з каналів розподілу. Під каналом розподілу розуміють сукупність фірм або посередницьких баз (складів), через які проходить товар під час його руху від виробництва безпосередньо до місць споживання. Таким чином, кожна проміжна ланка, виконує функції зберігання, концентрації, розсіювання та перекомплектації вантажопотоків. Такі системи мають ієрархічну структуру і широко використовуються при перевезенні вантажів дрібними відправленнями, наприклад, доставці поштових кореспонденцій, в комунікаційних мережах, тощо. Відомо, що розподільчі системи, при інших рівних умовах, визначають ефективність постачань, вартість реалізації та конкурентоздатність товару. Тому підприємствам України, в умовах інтеграції на європейський ринок, необхідно формувати ефективні розподільчі системи. В основу цих систем покладені структурно-технологічні схеми постачань товарів. При їх розробці необхідно враховувати виявлену тенденцію – зменшення терміну дії контрактів у міжнародній торгівлі (підрозділ 1.1). Її наслідком є орієнтація виробників на перехід від концепції розбудови власної інфраструктури системи постачань до концепції використання орендованої інфраструктури.

Виконані дослідження в цьому напрямку не дають відповіді на багато запитань практичної діяльності. Тому, вивчення закономірностей формування структурно-технологічних схем розподільчих систем постачань товарів у міжнародній торгівлі із забезпеченням перевезень автомобільним транспортом є надзвичайно актуальним і складним завданням. З огляду на те, що опис багатоцентричних та багатопродуктових систем постачання товарів викликає значні ускладнення при вирішенні проблеми, ряд дослідників рекомендують з використанням певних прийомів та обмежень зводити розгляд цих розподільчих систем до моноцентричних однопродуктових [63, 88, 94, 101].

Отже, об'єктом дослідження є процеси постачання товарів у моноцентричній розподільчій системі з автомобільним забезпеченням міжнародних перевезень.

Предмет дослідження – методи і моделі підвищення ефективності логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту.

Метою дисертаційної роботи є підвищення ефективності процесу постачання товарів шляхом формування раціональної моноцентричної розподільчої системи та вибору параметрів управління постачаннями і технології автомобільних перевезень.

Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- провести критичний аналіз існуючих підходів для підвищення ефективності в розподільчих системах та застосування математичних моделей і методів підвищення ефективності ланцюгів поставок;

- розвинути теоретичні основи підвищення ефективності логістичної розподільчої системи, що враховують процес постачання товарів у міжнародній торгівлі;

- розробити економіко-математичну модель функціонування постачання товарів автомобільним транспортом для моноцентричної розподільчої системи з орендованою інфраструктурою, що враховує особливості перебігу процесів міжнародних вантажних перевезень для різних транспортно-технологічних схем перевезень та вплив стратегії управління запасами;

- встановити закономірності впливу параметрів управління структурно-технологічної схеми моноцентричної розподільчої системи на ефективність процесу постачань товарів у міжнародній торгівлі;

- розробити метод оцінки надійності логістичного ланцюга постачань, як важливої складової впливу на ефективність розподільчої системи доставки товарів та обґрунтувати його застосовність для міжнародних та національних перевезень;

– розробити і впровадити науково-методичні рекомендації щодо формування раціональної міжнародної моноцентричної розподільчої системи постачань товарів автомобільним транспортом.

При цьому необхідно зазначити, що виробники, перевізники, посередники, складські комплекси та кінцеві споживачі є учасниками системи постачань товарів. Вони та взаємовідносини між ними утворюють розподільчу систему постачань товарів із визначеною нормативно-правовими актами структурою та відповідною до неї технологією виконання робіт. Загальна структура системи визначає тривалість, послідовність, вартість та надійність постачання товарів.

Дослідження руху товарів в системі передбачає вивчення взаємозв'язків між її структурними елементами. У даному випадку вивчаються структурні, технологічні, вартісні та часові характеристики постачання товарів. При інших рівних умовах ці характеристики визначають ефективність системи постачань. Відсутність інформації щодо надійності розподільчих систем, які використовують автомобільне транспортне забезпечення, вказує на необхідність і актуальність вивчення даного аспекту проблеми організації постачань товарів.

Згідно структури організації дослідження (рис. 1.2) для досягнення його мети – підвищення ефективності розподільчих систем постачань товарів, передбачено поетапне виконання роботи.

Перший етап полягає у вивченні розподільчих систем із використанням для перевезень автомобільного транспорту. Першочерговим завданням цього етапу є встановлення переліку та взаємних зв'язків учасників постачань товарів. Дане дослідження здійснюється шляхом логічного аналізу передбачуваної сукупності учасників постачань товарів та виконуваних ними функцій. Воно надає підстави для подальшого вивчення розподільчої системи, яке полягає у обґрунтуванні критерію ефективності та опису процесу у вигляді структурної моделі системи. Рішення цих задач виконується із використанням методології системного аналізу. На основі опису структури системи розробляють її математичну модель із

використанням відомих методик формалізації та представлення моделі в математичних термінах [28, 37, 53, 137].

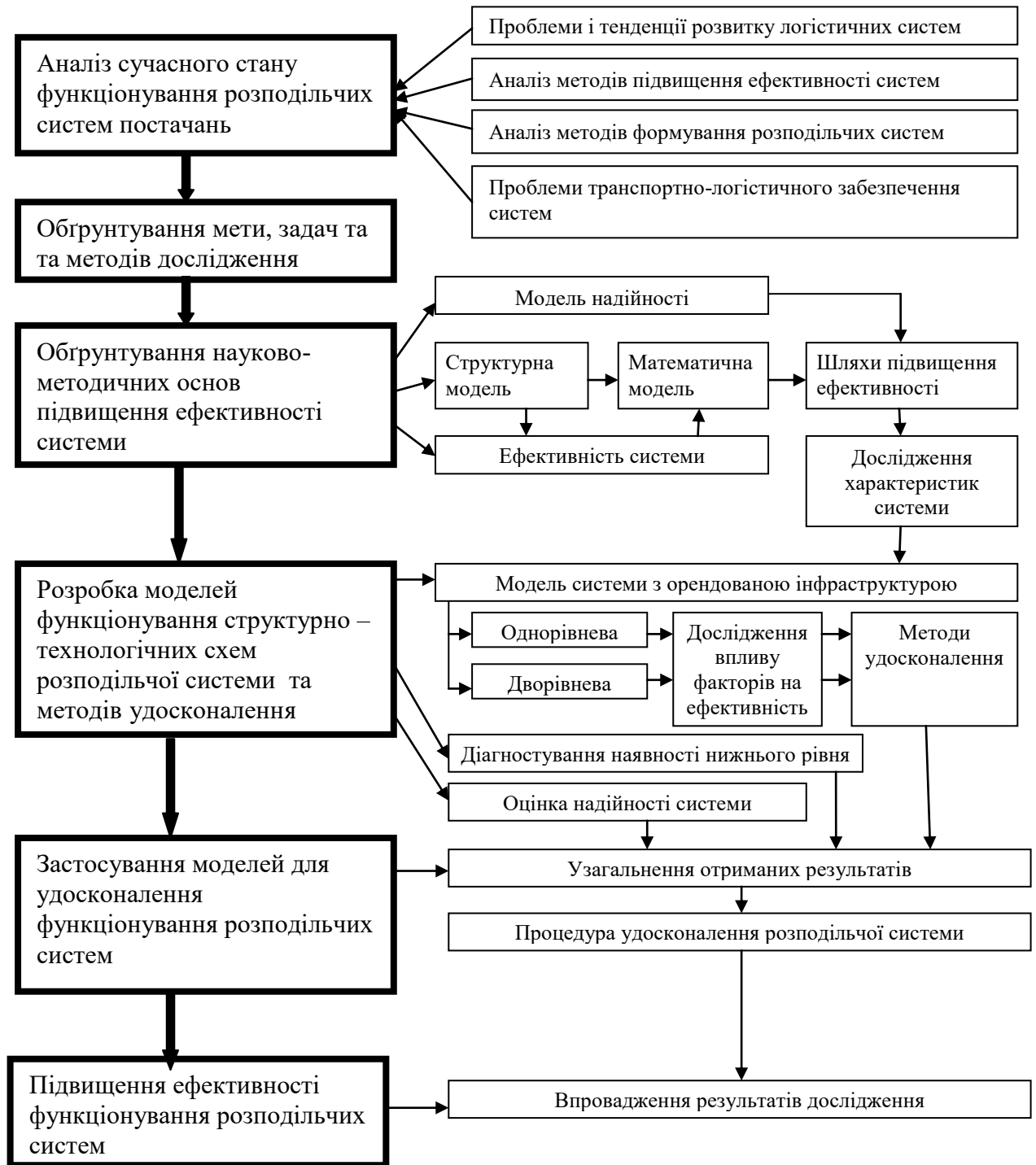


Рисунок 1.2 – Структурна схема виконання дослідження

Для вивчення системи постачань товарів та обґрунтування раціонального рівня її надійності використовують кабінетне дослідження. Воно включає моніторинг існуючих статистичних, економічних та інших

даних; аналіз публікацій за даною темою у фаховій літературі, засобах масової інформації та сайтів мережі Інтернет; вивчення результатів робіт інших дослідників; узагальнення практичного досвіду. Безсумнівним є те, що єдиною об'єднавчою характеристикою для різних за фізичним змістом потоків є тривалість їхнього перебігу. Тому процес постачань товарів повинен бути описаний за допомогою тривалості та послідовності зв'язків між його учасниками. Відповідно до цього, модель процесу постачань товарів, що є сукупністю операцій і зв'язки між ними, формують розташовані в певній послідовності закономірності розподілу тривалості операцій. Найпростішим способом імітації реалізації послідовності зв'язків між операціями технологічного процесу, є методичний підхід із застосуванням імітаційного моделювання. Наявність великого вибору комп'ютерних прикладних програм дозволяє забезпечити автоматизацію процесу розрахунків.

Другий етап дослідження передбачає вибір статистичних моделей операцій постачань товарів та встановлення їхніх характеристик. Для цього виконують аналіз результатів досліджень вітчизняних та зарубіжних авторів і статистичні спостереження за реальними об'єктами із обробкою даних за відомими методиками й використанням прикладних комп'ютерних програм. Опис зміни характеристик статистичних моделей операцій, які неможливо однозначно встановити, виконують з використанням методу експертних оцінок.

Адекватність моделювання процесу постачань товарів перевіряється за методиками математичної статистики.

Адекватна модель процесу постачань товарів у розподільчій системі дозволяє визначити основні фактори впливу на ефективність організації роботи методами факторного аналізу і надає можливість оцінювати наслідки перспективних заходів щодо її удосконалення. Для цього виконують розрахунки для базового варіанту системи постачань товарів та можливих інших її варіантів з визначенням критеріїв оцінки. Наявність числового

значення критеріїв оцінки дозволяє кількісно оцінити наближення системи до бажаного рівня ефективності роботи та виконувати порівняльний аналіз різних систем постачань товарів і їх складових.

Третій етап роботи полягає у розробці пропозицій щодо поліпшення надійності функціонування розподільчої системи постачань товарів за рахунок впровадження різних заходів. Першочерговим завданням цього етапу є розробка процедури удосконалення розподільчої системи для виявлення її «проблемних» ланок з подальшим пошуком шляхів усунення встановлених недоліків та оцінкою результатів можливих організаційних впроваджень. Остаточна оцінка можливих заходів щодо забезпечення раціонального рівня надійності розподільчої системи постачань товарів здійснюється з використанням імітаційної моделі, розробленої на другому етапі.

Для розробки процедури виявлення «проблемних» ланок у розподільчій системі постачань товарів необхідно науково обґрунтувати вибір одного із наявних підходів, заснованих на: нормуванні рівнів якості, методах теорії нечітких множин, порівняльному аналізі. В подальшому необхідно, встановити перелік найбільш вагомих для визначення надійності факторів, визначити критерій їх оцінки та методику розрахунку. Окрім цього, необхідно визначити методи управління рівнем надійності розподільчої системи постачань товарів. У межах цих методів, розробити пропозиції щодо підвищення рівня надійності системи постачань товарів.

Щодо пропозицій з удосконалення організації постачань товарів, то їх сутність полягає у тому, що є технологічна операція із притаманним їй недоліком, який необхідно усунути, або суперечність, якої необхідно уникнути. Поставлена задача може мати різні напрямки вирішення: організаційно-правові, техніко-технологічні та інші.

Результати виконаного дослідження потребують перевірки у практичній діяльності, а саме апробації у роботі одного або декількох транспортних підприємств.

1.5 Висновки до розділу 1

Основними особливостями на ринку логістики в сучасних умовах є: глобалізація діяльності компаній-клієнтів, їх концентрація на ключових компетенціях і аутсорсинг непрофільних напрямків, прагнення до скорочення розміру логістичного ланцюга й оптимізації витрат на його ділянках, скорочення життєвого циклу продукції й нових підходів до маркетингу й дистрибуції продукту, широке впровадження ІТ-технологій для прийняття логістичних рішень, диверсифікованість діяльності транспортних фірм.

Визначено, що впровадження у господарську діяльність логістичних принципів потребує розбудови розподільчих систем постачання на основі існуючих теоретичних положень, які, проте, розроблені у недостатньому обсязі.

Розроблені процедури формування розподільчої системи постачань орієнтовані на доставку конкретних вантажів, відрізняються підходами до вирішення задачі, глибиною відображення процесів у системі, критеріями ефективності, методами рішення тощо, що викликає відмінність результатів при розгляді однієї і тієї ж задачі та свідчить щодо актуальності досліджень у цьому напрямку.

Складність задачі вибору оптимальної топологічної структури виключає можливість її рішення на основі єдиної моделі системи постачань, в якій на базі складних математичних залежностей можливо було б описати взаємний зв'язок між всіма параметрами, що розглядаються. Тому перспективним підходом вирішення поставленої задачі є підхід, що передбачає комбінацію аналітичних методів і методів моделювання.

За результатами аналізу літературних джерел установлена необхідність визначення надійності транспортного процесу та його характеристик, що дозволить розробляти науково обґрунтовані заходи щодо підвищення ефективності перевезень в розподільчій системі постачань..

Результати першого розділу були висвітлені в наступних статтях [66,74,75,145].

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЛОГІСТИЧНОЇ РОЗПОДІЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПОСТАЧАННЯ ТОВАРІВ

2.1 Ефективність розподільчої системи постачання товарів

Під терміном «ефективність» розуміють результативність одержаного результату у наслідок підприємницької діяльності. У багатьох випадках методологія вибору узагальнюючого показника визначає його як відношення результату (ефекту) до витрат на його одержання. При цьому на думку ряду вчених [21, 62, 94, 110, 138] такий підхід повинен враховувати не тільки прямий, але й побічний ефект, що виникає в процесі підприємницької діяльності. Для транспортно-складських систем реалізація такого підходу означає необхідність розгляду господарського ефекту як суми внутрішнього транспортного та нетранспортного ефектів. Розрізняють окремі види ефектів: науковий, технічний, управління, соціальний тощо. Тому відповідно до виду ефекту приймають специфічні критерії для його визначення. Зокрема, узагальнюючим критерієм економічної ефективності є відношення корисного ефекту (результату) до витрат на його одержання, а технологічної – ступінь використання виробничих ресурсів. Так, як розподільча система являє собою сукупність процесів обміну між її складовими матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками, то її ефективність визначається ефективністю функціонування окремих елементів, що мають різну питому вагу у загальному результаті. Проте, основною рисою розподільчої системи є її цілісність. Це потребує встановлення її ефективності не як суми функціонування її ланок, а як системи в цілому. Оскільки транспортну (що пов'язана з вантажними перевезеннями) та складську системи відносять до галузі матеріального виробництва, то розподільчу систему слід вважати формою організації виробничого процесу. Тому методологічним підходом до

визначення ефективності розподільчої системи є її розгляд в межах загальної категорії «ефективність виробництва». При цьому існує загальна думка, що для оцінки рівня виробництва необхідна система показників, окремі з яких є важливими та необхідними для всебічного аналізу ефективності виробництва та його складових частин.

Ефективність виробництва має не тільки якісну багатоаспектність, але і багаторівневість у тому сенсі, що кожному рівню управління виробництвом відповідає своя кількісна та якісна визначена категорія показників.

Основу всієї розподільчої системи складають складські та транспортні процеси, що при інших рівних умовах визначають показники її роботи. Кожний процес має матеріальне забезпечення, яке відноситься до основних або оборотних фондів. Згідно до цього поділу, розрізняють капітальні вкладення та експлуатаційні витрати.

На сучасному етапі розвитку підприємницької діяльності більшість виробників товарів не створюють власні системи розподілу продукції, а передають цей напрямок діяльності іншим підприємцям. Тенденції світового розвитку господарської діяльності (підрозділ 1.1) вказують на диференціацію її видів та відмову від довгострокових інвестицій. Тому постачальницько-збутові організації надають перевагу оренді основних фондів. Таким чином, ефективність розподільчих систем в контексті складських процесів доцільно визначати через експлуатаційні показники.

Ефективність транспортного процесу оцінюють за багатьма показниками [17, 62, 80, 83]. Усі ці показники мають кількісний вираз і, відповідно до своєї природи, можуть бути віднесені або до натуральних, або до вартісних. Вартісні та деякі натуральні показники можуть характеризувати зміни, які відбуваються, як у окремо взятих технологічних операціях, так і у всьому процесі в цілому. При цьому слід зазначити, що багато науковців [17, 20, 103] доводять, що натуральні показники є визначальними для розрахунку вартісних. Тому вартісні показники є більш узагальненими оцінками організації роботи транспорту.

Найбільш поширеними вартісними критеріями є: доходи, витрати, прибуток, собівартість та рентабельність перевезень [17, 20, 110]. При цьому, доходи, витрати та прибуток є валовими показниками, що характеризують роботу парку автомобілів у цілому за переліком наданих клієнтам послуг. В окремих випадках вони можуть бути розраховані для окремого маршруту руху або автотранспортного засобу. Основним недоліком вартісних показників є опосередкована залежність коливання вартості ресурсів від інфляції, коливання курсів валют, становища на ринку транспортних послуг.

Автори робіт [17, 93, 123] обґрунтовували доцільність використання серед вартісних показників собівартості перевезень. Такий підхід прийнятний для проектних розрахунків із заздалегідь визначеним матеріальним ресурсом для окремо взятої країни, оскільки у різних країнах внаслідок специфічних умов та прийнятої нормативно-правової бази статті собівартості суттєво відрізняються між собою по суті та величині. В ринкових умовах вартість перевезень визначається не тільки собівартістю але й багатьма іншими зовнішніми чинниками. Тому використання цього показника в умовах ринку може призвести до суттєвої різниці між фактичним і очікуваним результатами.

При організації доставки вантажів у міжнародному сполученні найбільш стійким показником є ринкова вартість перевезення. Аналіз тарифів на перевезення та літературних джерел [18, 90, 136] свідчить, що більшість перевізників пропонують на одні і ті ж самі рейси практично однакові тарифні ставки. Тому в боротьбі за клієнтуру на передній план виступають показники рівня транспортного обслуговування. До таких показників відносять вартість та час виконання замовлення, надійність та регулярність перевезень, збереження вантажу, надання супутніх послуг тощо. Необхідно відзначити, що єдиного загально визнаного набору таких показників не існує. Як свідчать дослідження [108, 113, 117] перелік показників та їхня відносна вагомість різні. Це можна пояснити тим, що вони виконувались у країнах із різним рівнем організації транспортного ринку.

При розгляді процесу транспортування зовнішньоторговельних вантажів завжди виділяють комплекс робіт і послуг, що на практиці не здійснюється ні вантажовласниками, ні перевізниками [90, 136]. Тому на ринок виходять експедиторські фірми, які крім надання супутніх доставці вантажу послуг вирішують конфліктні питання між учасниками доставки товарів в якій приймає участь велика кількість державних та приватних підприємств. Кожна організаційна структура має свої завдання і, відповідно, критерії ефективності роботи. Так, наприклад, для посередників важливим критерієм є прибуток, фіскальним установам – виконання планових завдань, підприємствам сервісу – рівень їх залучення до процесу. Отже, у більшості структур, задіяних в системі доставки товарів, критерії ефективності не співпадають. Це свідчить про недостатність єдиного вартісного критерію ефективності.

При розгляді процесу перевезень вантажів та доставки товарів багато науковців пропонують використовувати, як критерій ефективності транспортного процесу, не тільки вартісні показники, але й характеристики його тривалості [17, 20, 113, 116, 117]. При цьому автори наводять ряд методів, які дозволяють визначити узагальнений критерій ефективності на основі показників вартості та часу виконання перевезень. Загальним недоліком цих методів є використання вартісної оцінки тривалості перевезень, яка може змінюватись в залежності від вартості товарів, терміновості отримання їх споживачем, виду транспорту, станом економіки тощо. Тому значення критерію ефективності транспортного процесу, розраховані за різними методами, відрізняються.

В роботах [49, 51, 107] показано, що при вирішенні практичних питань з організації доставки товарів, використання двох узагальнених показників вартості і часу доставки товарів складає передумову виникнення конфліктних ситуацій. Авторами відмічено, що встановлення взаємного впливу цих показників потребує подальшого дослідження.

Транспортний процес уявляє собою послідовно-паралельне виконання технологічних операцій, які потребують узгодження одна із одною на основі деяких параметрів часу. Основними з цих параметрів, згідно методів мережевого планування і управління є найбільша (критичний шлях) і запланована тривалості виконання робіт [81]. Для оцінки якості графіку виконання робіт пропонують використання коефіцієнту ефективності управління, який є функцією відношення запланованої тривалості робіт до максимально можливої.

Отже, рівень організації перевезень характеризується їх тривалістю, яку доцільно прийняти як один із критеріїв ефективності транспортного забезпечення в системі.

Функціонування розподільчих систем, як свідчить аналіз (підрозділ 1.1), орієнтовано на кінцевого споживача. Тому для клієнтів ефективність системи визначається рівнем обслуговування.

Для оцінки рівня транспортного обслуговування використовують різні методики. Вони передбачають урахування сукупності кількісних та якісних показників, які характеризують об'єкт дослідження. У більшості випадків не існує можливості користування ними із-за відсутності достовірної інформації про функціонування системи, окрім показників вартості та очікуваної тривалості перевезень.

Отже, з урахуванням викладеного та враховуючи результати досліджень [6], за критерій ефективності системи постачання товарів у міжнародній торгівлі з виконанням перевезень автомобільним транспортом, що повинен враховувати рівні організації процесу перевезень та обслуговування клієнтів, доцільно прийняти наступні характеристики – вартість та тривалість постачання партії товару.

Наступною важливою організаційною складовою розподільчої системи є підсистема складів. Ефективність роботи складів визначається тривалістю перебування в них товарів, собівартістю утримання складів та виконанням технологічних операцій з утримання товарів.

З точки зору виробника товарів, ефективність системи розподілу визначається швидкістю реалізації продукції та доданою вартістю, що сприяє пришвидшенню обороту капіталу та отримання прибутків.

У дисертаційному дослідженні [9] на основі ґрунтовного аналізу автор доводить, що ефективність логістичного ланцюга постачань визначається надійністю, економічністю та безпекою.

Надійність розглядається як здатність ланцюга виконувати покладені на нього функції протягом певного часу та оцінюється відповідним рівнем ймовірності.

Економічність ланцюгів поставок визначається витратами на виробництво, транспортування, вантажопереробку, складування, офісну діяльність, а також втратами пов'язаними з якістю продукції та помилковими рішеннями працівників.

Безпека ланцюгів поставок визначається такими групами факторів ризику як: фізичні, економічні, технологічні та організаційні.

Серед цих складових автор [9] виділяє як провідну властивість надійність ланцюга постачань. Він доводить, що в основі методів підвищення надійності ланцюга, необхідно використовувати три підходи:

- технічний, що базується на теорії надійності технічних систем;
- економічний, що припускає оцінку надійності ланцюгів поставок на основі фінансових показників виконання бізнес-процесів;
- безпековий, що враховує безпеку перебігу бізнес-процесів, заснований на теорії керування ризиками.

Аналіз критеріїв ефективності розподільчих систем свідчить, що узагальнюючий критерій повинен враховувати собівартість перевезень та зберігання продукції, тривалість цих процесів, вартість продукції на складах, яка визначає надійність постачань товарів споживачам. Тому за критерій ефективності логістичної системи, що розглядається, доцільно прийняти сумарні витрати коштів на постачання продукції споживачу за одиницю часу при обмеженнях на рівень обслуговування споживачів, що враховує надійність постачань.

2.2 Науково-методичні основи удосконалення структури розподільчої системи постачань

Структура розподільчої системи постачань, як зазначено в розділі 1, визначається господарськими зв'язками між підприємствами, має специфічні особливості та ієрархію. Тому, як основні об'єкти дослідження, розглядають структуру мережі або процеси, завдяки яким товар переміщується від виробника до споживача. Найбільшу увагу науковці приділили вивченню послідовності потоків та процесів, що мають місце між різними контрагентами на шляху товару від виробника до споживача. В загальному випадку склад учасників процесу, комплекс технологічних операцій, їхню послідовність та тривалість визначає вид товарів. Це значно ускладнює дослідження розподільчих систем поставки товарів. Для вивчення основних закономірностей функціонування таких систем постачань достатньо обмежитись розглядом товарів, що не потребують специфічних умов, зберігання, перевезень та реалізації. За такого припущення сукупність виконуваних операцій і їхня послідовність залишаються без змін. Вони повторюються при виконанні кожного акту постачання тобто мають циклічний характер. Тому для аналізу процесу достатньо розглянути виконання одного циклу постачання. В розподільчій системі він реалізується через ланцюги постачань. Тому науковці сфокусували свою увагу на вирішенні практичних задач раціоналізації структури ланцюга постачань. При цьому використовують три підходи: процесний, об'єктний та оцінка якості логістичного сервісу, а як метод дослідження – моделювання. Процесний підхід передбачає розробку описових моделей. Тому можливості оптимізації в межах цих моделей є обмеженими. Об'єктний підхід передбачає розробку моделей на основі теорії графів або математичного програмування, що спонукає складну багаторівневу динамічну систему представляти як однорівневу. Таке спрощення реального об'єкту викликає нехтування суттєвими зв'язками між контрагентами та росту похибки

результатів розрахунків. Оцінка якості логістичного сервісу на поточний момент не має загально визнаного методу розрахунку та сукупності показників, що визначають рівень сервісу.

З огляду на прогрес у сфері комп'ютерного моделювання та математичних методів, на наш погляд, найбільш прийнятним для виконання досліджень розподільчих систем є об'єктний підхід з використанням методів імітаційного моделювання.

В дослідженні [91] виділено три напрямки створення математичних моделей на підставі врахування витрат на постачання продукції, методу евристичного аналізу і порівняння сумарного пробігу. Перший напрямок знайшов відображення в роботах російських вчених Міротина Л.Б., Курганова В.М., Гудкова В.А. та інших, другий – в працях європейських та американських дослідників в сфері логістики Д. Бауерсокса, Д. Клосса, третій – в дослідженнях авторів Палагіна Ю.І., Ящука Л.О [4, 6, 64, 92, 109, 112, 129, 143, 144], що вирішують задачі транспортного забезпечення специфічних видів економічної діяльності. Цим моделям притаманні спрощення у методологічних підходах, тобто піддаються аналізу ідеалізовані моделі без врахування багатьох суттєвих факторів та використовують прості транспортні цикли для опису процесів фізичного переміщення продукції. У ряді праць для рішення проблеми знайшли використання моделі лінійного програмування транспортного типу [147, 149].

В дослідженні [91] розвинута ідея створення математичної моделі системи доставки збірних партій вантажів автора [78]. Її реалізація дозволяє уникнути недоліків притаманних іншим дослідженням, але не враховує різні спонукальні причини руху товарів та надійність системи їх розподілу. Крім цього, ці дослідження не дають відповіді про поведінку системи в умовах стохастичного процесу. В них розглядається не цілісна система, а композиція моделей автомобільного транспорту та складського господарства. В роботі [91] розглядається тільки один вид структури мережі.

В цілому структура розподільчої системи визначається метриками: шириною та довжиною. Ширину визначають кількість ланцюгів, а довжину – кількість ланок або рівнів, що проходить товар, перш ніж дійде до кінцевого споживача. Кожну ланку відокремлює від суміжної розподільчий склад. За виключенням одноланкової структури, коли поставки здійснюються безпосередньо кінцевому споживачу, ланцюг постачань може мати один або декілька розподільчих складів.

Структура ланцюга постачань в регіоні визначається багатьма факторами - характером та обсягом попиту, розміром регіону, транспортною мережею, витратами на експлуатацію кожного розподільчого центру, тощо.

В роботах [78, 91] авторами розглядається дво- та трирівневі системи автомобільних перевезень дрібних партій вантажів. Сумнівною уявляється запропонована автором роботи [91] типізація можливих ланцюгів постачань, що зводить всі можливі схеми до чотирьох типових, серед яких виділяють перші два кластери з центральним розташуванням постачальника товару в регіоні та за його межами, а інші два – кількість ланок від однієї до трьох. Принципово вирішується лише задача із зміщенням розташуванням постачальника товару. При цьому не вирішується одне із головних питань: які ієрархічні розподільчі системи може забезпечити обслуговуванням автомобільний транспорт. Окрім цього, припущення автора про перевезення між регіональними центрами на маятникових маршрутах не відображає можливих перспективних варіантів організації перевезень, крім останньої ланки де, при здійсненні доставки продукції кінцевому споживачеві, можливе застосування розвізних маршрутів. В даному випадку рішення потребує уточнення області застосування розвізних та маятникових маршрутів, яка визначається партіями відправлень та розмірами території на якій здійснюються перевезення. В зв'язку з цим фізична модель розподільчої системи постачань продукції уявляється наступним чином (рис. 2.1).

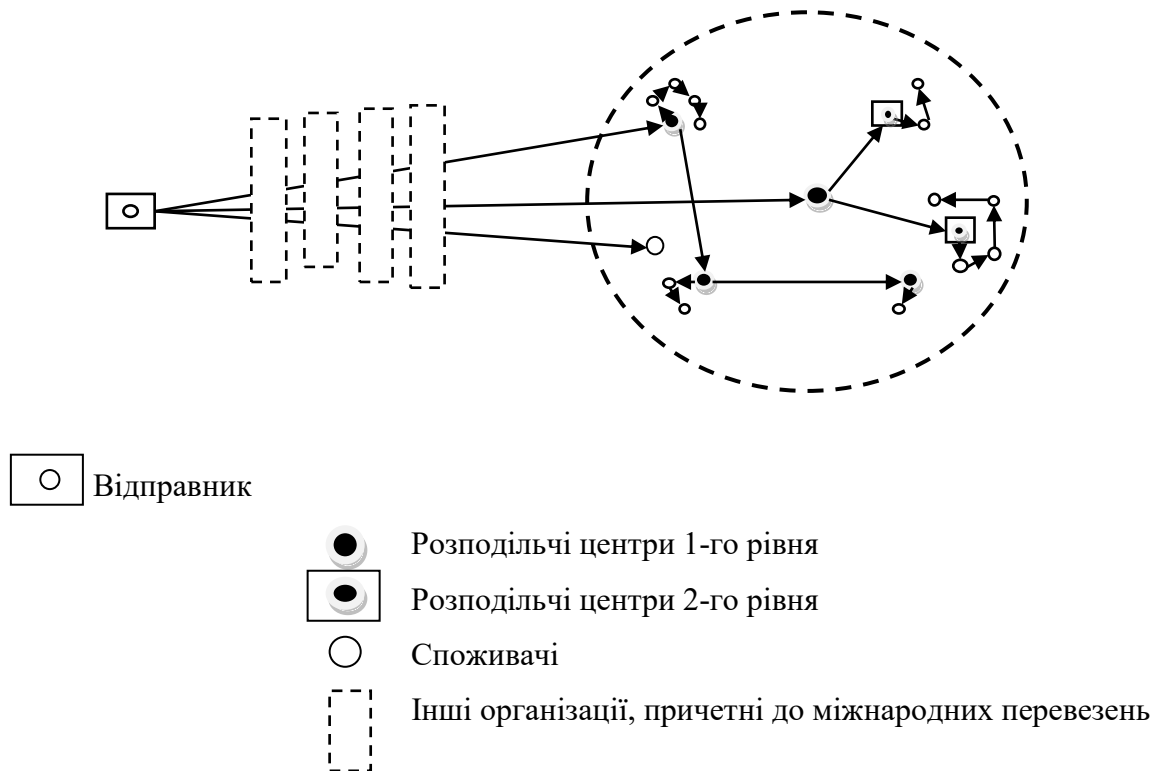


Рисунок 2.1 – Фізична модель моноцентричної розподільчої системи постачань продукції у міжнародному сполученні

Загальна структура запропонованої фізичної моделі складається із наступних елементів:

- виробник продукції;
- розподільчі центри різних рівнів, де накопичують та формують партії відправлень вантажів на нижчі рівні;
- реалізатори продукції (споживачі).

Зона обслуговування реалізаторів продукції визначається багатьма факторами: кількістю споживачів, ємністю ринку, розмірами території, її доступністю тощо.

Реалізатори взаємодіють із найближчим розподільчим центром, який в свою чергу, отримує товар від центру вищого рівня, і так далі, поки ланцюг не завершить виробник. З огляду на необхідність виконання в розподільчому центрі перевантажувальних та складських робіт, логічним є те, що вантажопідйомність автомобіля із кожною новою ланкою повинна мати

меншу вантажопідйомність ніж на попередній ланці для часткової компенсації витрат пов'язаних із виконанням робіт в розподільчому центрі. Тому актуальним стає питання про довжину ланцюга розподільчої системи із забезпеченням перевезень автомобільним транспортом.

Для математичного опису розподільчої системи постачань товарів прийняті наступні припущення:

- один відправник товару, що знаходиться за кордоном;
- райони обслуговування мають форму кола;
- розподільчі центри знаходяться в центрі району;
- пункти заїздів розміщені рівномірно по території району;
- відстань перевезень вантажу – довжина прямої лінії на фізичній моделі між учасниками перевезень;
- всі маршрути району не виходять за його межі.
- споживачі розташовані рівномірно по території району та споживають однакову кількість товару.

У регіон площею S з-за кордону постачають продукцію з інтервалом часу T . Інтенсивність споживання товару становить λ з одиниці площі. В регіоні діє ієрархічна система з N складів, які забезпечують потреби споживачів. Всі склади одного ієрархічного рівня обслуговують однакову площу (район) та апроксимуються колами.

Загальні витрати на функціонування системи складаються з витрат на оформлення відправлення, транспортування, зберігання продукції на складах, виконання вантажних робіт, утримання складів та складську переробку. Крім цього, до критерію ефективності функціонування системи доцільно ввести оцінку втрат від заморожування капіталу, тобто оцінку втраченого можливого прибутку.

У основній моделі розрахунку оптимального розміру замовлення використовують два фактори: витрати на виконання партії замовлення (закупівля і транспортування) та витрати на зберігання запасу [17, 57, 63, 111]. Протягом століття перелік складових витрат змінювався, інколи окремі

складові деталізували для відображення особливостей задач, що вирішуються: від витрат на оформлення замовлення до втрат від дефіциту товару. В роботі [17] автор зазначає, що найбільш повна оцінка ефективності процесу постачань досягається при використанні всіх складових народно-господарських витрат з розрахунку на тону вантажу, який транспортують (питомі витрати). Прийнята автором парадигма економічної ефективності господарської діяльності не відображає реалії ринкових відносин. Адаптація методу розрахунку сумарних витрат на функціонування розподільчої системи до ринкових умов господарювання на основі визначення питомих витрат знайшла відображення в дослідженні [91]. Автором для вибору раціональної кількості складів в ланцюгу постачань торгівельних вантажів автомобільним транспортом в міжрегіональному сполученні визначено перелік витрат на функціонування розподільчої системи товарів, який майже у повній мірі відповідає сформульованій задачі. Однак, з огляду на виконання міжнародних перевезень, цей перелік витрат необхідно доповнити складовою на оформлення відправлень у міжнародному сполученні, для виконання якої відводиться значний час та фінансові платежі. Значна тривалість виконання перевезень потребує врахування іммобілізації коштів вкладених у вантаж. Крім цього, в роботах з логістики для визначення оптимального розміру замовлення не використовують питомі витрати [44, 57, 63, 77, 79, 101, 102, 111, 116].

Отже, критерій ефективності має вигляд

$$B_{збт} + B_{збз} + B_{eN} + B_{np} + B_{зк} + B_{mp} + B_{of} \rightarrow \min, \quad (2.1)$$

де $B_{збт}$ – витрати на зберігання товару, грн.;

$B_{збз}$ – витрати на зберігання страхового запасу, грн.;

B_{eN} – витрати на утримання складів, грн.;

B_{np} – витрати на виконання вантажних робіт, грн.;

$B_{зк}$ – оцінка втрат із-за іммобілізації коштів у запасах, грн.;

B_{of} – витрати на оформлення відправлення у міжнародному сполученні (фіскальні та інші платежі), грн.;

B_{mp} – витрати на перевезення.

Незалежно від розподілу запасів на складах системи середні витрати на зберігання товару становитимуть [63]:

$$B_{збт} = \frac{\lambda \cdot S \cdot T^2 \cdot b_{зб}}{2}, \quad (2.2)$$

де λ – інтенсивність споживання товару з одиниці площі S на добу, т/(км² доба);

S – площа території обслуговування, км²;

T – розрахунковий період, доба;

$b_{зб}$ – витрати на зберіганні 1 т продукції, грн. / (т·доба).

Автор [111] зазначає, що жодна модель управління не може гарантувати наявності запасу достатнього для всіх варіантів споживання. Тому прийнято визначати допустимий рівень обслуговування споживачів, тобто встановлювати ймовірність того, що необхідний для задоволення попиту запас буде наявним [4, 63, 111]. Методи встановлення рівня обслуговування споживачів наведені в [111]. На основі прийнятого рівня обслуговування визначають страховий запас. Для розрахунку величини страхового запасу на складі ($g_{смз}$) в умовах невизначеності, зокрема, якщо попит на товар розподілений за нормальним законом, в роботах [57, 63, 111, 112] рекомендована формула:

$$g_{смз} = \xi \cdot \sigma, \quad (2.3)$$

де ξ – показник достовірності для заданої довірчої ймовірності результату розрахунку;

σ – середнє квадратичне відхилення, т.

Методики визначення ξ та σ для різних умов функціонування системи постачань наведені в монографіях [63, 111], а у [57] представлені залежності розрахунку страхового запасу для інших законів розподілу попиту на товар. Як, правило, величину σ оцінюють на основі коливань розмірів споживання у минулі періоди часу з врахуванням можливих змін, що можуть відбутися у майбутньому.

Для аналітичного опису моноцентричної розподільчої системи поставки продукції приймемо, що значення показників ξ та σ відомі.

Витрати на зберігання страхового запасу визначаються його розподілом у системі та організацією використання. Якщо припустити, що страховий запас розподілений рівномірно між всіма N складами та попит на товар розподілений за нормальним законом, то з урахуванням (2.3) витрати за період T на утримання страхового запасу описує залежність:

$$B_{збз} = \xi \cdot \sigma \cdot N \cdot T \cdot b_{зб}. \quad (2.4)$$

Витрати на утримання складських приміщень залежать від кількості складів, тривалості та щодобових коштів на їх використання:

$$B_{eN} = N \cdot T \cdot b_{eN}, \quad (2.5)$$

де b_{eN} – добові витрати на утримання одного складського приміщення, грн. / доба.

Для сформованої системи їх можливо вважати постійними.

Витрати на перевезення товарів визначаються відстанню перевезень, вантажопідйомністю автотранспортного засобу, транспортно-технологічною схемою перевезень, організацією роботи автомобілів на маршрутах та складською структурою системи. У сформованих системах із визначеними технологічними схемами перевезень вантажів їх можливо вважати

постійними – B_{mp} . Аналогічно, у прийнятому періоді часу витрати на фіскальні та супутні перевезенню платежі на поставку однієї партії товару відправлення також є постійними – B_{off} .

Витрати на вантажні роботи визначає обсяг вантажу ($Q = \lambda \cdot S \cdot T$), вартість виконання однієї вантажної операції та їх кількість:

$$B_{np} = \lambda \cdot S \cdot T \cdot b_{np1m} \cdot n_{np}, \quad (2.6)$$

де b_{np1m} – витрати на виконання навантаження-розвантаження 1т вантажу;

n_{np} – кількість вантажних робіт у ланцюгу поставки товару.

Оцінка втрат від заморожування капіталу тобто отримання гарантованого мінімального прибутку, який можливо отримати за банківським відсотком вкладеного депозиту, характеризується показником замороження капіталу однієї тони вантажу на добу [91]:

$$\eta = \frac{C_{IT} \cdot H}{365 \cdot 100}, \quad (2.7)$$

де H – норма прибутку, %;

C_{IT} – вартість однієї тони товару, грн./т.

Оцінка втрат від іммобілізації капіталу вартості товару за умови повернення коштів після реалізації всієї партії поставки становить:

$$B_{зк,Q} = \lambda \cdot S \cdot T^2 \cdot \eta. \quad (2.8)$$

Оцінка втрат від іммобілізації капіталу страхового запасу з урахуванням формули (2.3) складе:

$$B_{зк,з} = \xi \cdot \sigma \cdot N \cdot T \cdot \eta. \quad (2.9)$$

Оцінка втрат від іммобілізації капіталу пов'язаного з тривалістю перевезень визначається за виразом:

$$B_{зк,т} = \lambda \cdot S \cdot T \cdot \eta \cdot (T_{рух} + T_{оф}), \quad (2.10)$$

де $T_{рух}$ – тривалість перевезення вантажу, доба;

$T_{оф}$ – тривалість виконання різних формальностей, доба.

У системах постачання товарів, які діють значний період часу без зміни відправників та одержувачів товарів за умови відсутності корегування законодавчих положень та зміни стану технічного забезпечення виконання операцій процесу постачань, тривалість виконання операцій перевезення, оформлення супровідної товарно-транспортної документації та виконання супутніх процедур є сталими. З урахуванням того, що тривалість операцій з виконання митних формальностей та процедур нормована документами державних установ, а інші операції визначаються внутрішніми нормами підприємств-учасників перевезень, приймаємо складові часу виконання операцій з оформлення та перевезення вантажу постійними.

Тоді, загальна оцінка витрат від заморожування капіталу з урахуванням (2.8) – (2.10) визначається залежністю:

$$B_{зк} = \lambda \cdot S \cdot T \cdot \eta \cdot \left(T + \frac{\xi \cdot \sigma \cdot N}{\lambda \cdot S} + T_{рух} + T_{оф} \right). \quad (2.11)$$

Витрати на функціонування системи за одиницю часу становлять:

$$\begin{aligned} & \frac{\lambda \cdot S \cdot T \cdot b_{зб}}{2} + \xi \cdot \sigma \cdot N \cdot b_{зб} + N \cdot b_{eN} + \lambda \cdot S \cdot b_{нр1т} \cdot n_{нр} + \\ & + \lambda \cdot S \cdot \eta \cdot (T + T_{рух} + T_{оф}) + \xi \cdot \sigma \cdot N \cdot \eta + \frac{B_{тр} + B_{оф}}{T} \end{aligned} \quad (2.12)$$

Після диференціювання рівняння по T одержимо:

$$\frac{\lambda \cdot S \cdot b_{зб}}{2} - \frac{B_{тр} + B_{оф}}{T^2} + \lambda \cdot S \cdot \eta. \quad (2.13)$$

Після прирівнювання виразу (2.13) до 0 і вирішення отриманого рівняння одержимо періодичність поставки, що забезпечує мінімальні витрати:

$$T = \sqrt{\frac{2 \cdot (B_{\text{тр}} + B_{\text{оф}})}{\lambda \cdot S \cdot (b_{\text{зб}} + 2 \cdot \eta)}} \quad (2.14)$$

Залежності (2.13), (2.14) отримані у припущенні, що $T_{\text{рух}}$, $T_{\text{оф}}$ є до певної міри сталими величинами. Таке припущення можна вважати коректним при умові, що не відбуваються певні форс-мажорні події (війна, стихійні лиха тощо), які б призводили до суттєвого збільшення цих параметрів. На основі (2.14) отримано вираз розрахунку величини мінімальних витрат на постачання товару в одиницю часу:

$$B_{\text{min}} = \sqrt{2 \cdot \lambda \cdot S \cdot (B_{\text{тр}} + B_{\text{оф}}) \cdot (b_{\text{зб}} + 2 \cdot \eta)} + \xi \cdot \sigma \cdot N \cdot (b_{\text{зб}} + \eta) + N \cdot b_{eN} + \lambda \cdot S \cdot b_{\text{нр1т}} \cdot n_{\text{нр}} + \lambda \cdot S \cdot \eta \cdot (T_{\text{рух}} + T_{\text{оф}}). \quad (2.15)$$

Як видно з одержаної залежності, мінімізація втрат суттєво залежить від організації доставки вантажів, яку визначають транспортно-технологічна схема перевезень і структура задіяних автотранспортних засобів.

Отримана залежність, на відміну від відомих моделей, враховує особливості міжнародних перевезень, вплив «замороження» капіталу, рівень організації перевезень і роботи митних органів. Дана залежність дозволяє отримувати значення періодичності постачань для подальшої розробки розподільчої системи. Однак її використання потребує збору статистичної інформації для встановлення значень її складових.

2.3 Обґрунтування критерію оцінки надійності функціонування логістичних систем

Особливістю розподільчих логістичних систем є взаємодія стаціонарних об'єктів та автотранспортних засобів. Проблеми стаціонарних

об'єктів та шляхи їх подолання досить повно висвітлені у фаховій літературі, тоді як надійності процесу перевезень ще не достатньо приділялась увага.

Теоретичні і експериментальні дослідження, аналіз вітчизняного досвіду і досвіду розвинених країн свідчать, що надійність виконання перевезень визначається взаємним впливом і взаємодією цілої низки факторів: характеристиками водіїв та транспортних засобів, методами організації перевезень, оперативного планування та управління [132].

Питання оцінки надійності автомобілів, водіїв детально досліджувались Р.В. Ротенбергом, В.А. Трикозюком, Е.М. Лобановим [59, 99, 100, 118] та іншими вченими. В роботах вищезазначених авторів розглянуто коло факторів, що впливають на надійність елементів системи “водій-автомобіль-дорога-середовище”. Але, дані дослідження не враховують ряд аспектів, пов'язаних з вантажними перевезеннями, а саме великі терміни виконання перевезень, значний вплив випадкових факторів тощо.

В наукових працях Є.Ф. Шульги, О.В. Кучини, [56, 133, 134] досліджено надійність водіїв та транспортних засобів і обґрунтована необхідність їх урахування в процесі оперативного планування, але не визначено залежності надійності від таких факторів як характеристики водія та автомобіля. Запропонована методика оперативного планування не враховує сучасний стан організації роботи транспорту.

Слід зазначити, що особливості роботи транспорту, як окремої галузі виробництва, не дозволяють без значних змін пристосувати розроблену для інших галузей методологію оцінки та підвищення надійності виробництва.

Аналіз літературних джерел [25, 39, 42, 93] свідчить щодо відсутності єдиної думки авторів стосовно використання термінів “надійність перевезень”, “надійність транспортного обслуговування” та “надійність транспортного процесу”. Певне коло авторів вважає недоцільним використання таких термінів у відношенні до перевезень, інші - вкладають різний зміст у поняття надійності. Є такі, що зовсім не наводять його визначення, що викликає неоднозначність сприйняття матеріалу публікації.

Зокрема, в [42] для оцінки транспортного процесу використано методику визначення надійності однофункціональних механічних систем. Тоді, як ще багато років тому в [39] зазначено, що такий підхід є неприйнятним для багатофункціональних складних систем і може привести до хибних висновків та впровадження недієвих заходів щодо підвищення ефективності роботи транспорту. Але, останнім часом спостерігаються активні спроби перенести теорію надійності автомобіля на оцінку надійності транспортного процесу.

Розходження у підходах до визначення поняття надійності складних систем притаманні не тільки науковцям, але й нормативно-правовим документам [22, 24, 29]. З огляду на об'єкт дослідження, найбільш придатним визначенням надійності є властивість об'єкту зберігати протягом певного проміжку часу значення у встановлених межах усіх параметрів, що характеризують спроможність виконувати передбачувані функції в заданих режимах та умовах застосування. Таке визначення відповідає національному стандарту [29]. На основі різних трактувань поняття надійності розроблені та стандартизовані методи оцінювання показників надійності у техніці [23, 30]. Ці методи з певними змінами успішно застосовуються для аналізу виробничих технологічних процесів [19].

Використання таких методів для оцінки надійності роботи транспортних підприємств неприйнятне. По-перше, перевезення вантажів потребує виконання багатьох супутніх послуг та робіт. Тому відмова одного з елементів не завжди веде до відмови всього транспортного обслуговування, а викликає лише його погіршення. По-друге, транспортним системам притаманне самовідновлення, тобто при настанні відмови через певний проміжок часу вона ліквідується. По-третє, транспортні лінії передбачають наявність резервної системи, тобто при повній і тривалій відмові транспортного засобу вантаж може бути доставлений вчасно в місце призначення іншим автомобілем. У четверте, при плануванні рейсу заздалегідь передбачається збільшення його тривалості з огляду на можливі несприятливі зовнішні умови. По-п'яте, екіпажі транспортних засобів, з

огляду на ситуацію в межах дотримання правил дорожнього руху, мають можливість змінювати швидкість та тривалість руху в значному діапазоні.

Таким чином, для оцінки надійності транспортного процесу недостатньо встановити можливість настання відмови та її кількісну характеристику, а необхідно визначити тривалість відмови та оцінити її вплив на загальний термін виконання перевезень.

Багаточисельні випадкові фактори, які є причиною виникнення непередбачуваних перерв у роботі, що називають відмовами, об'єднуються в окремі групи, які впливають на відмову елементів системи. Наприклад, транспортні засоби, їхні екіпажі, інформаційні та фінансові потоки. Для встановлення кількісних характеристик надійності транспортного процесу необхідно визначити надійність його елементів та їхнього взаємозв'язку. Надійність елементів процесу визначається на підставі натурних спостережень та фіксації відмов. Взаємозв'язок основних елементів знаходить своє відображення в порядку виконання процесу.

Метою транспортного процесу є своєчасна доставка вантажу в цілісності й схоронності. Вона визначається зовнішніми та внутрішніми факторами. Вплив зовнішніх факторів може викликати безумовну відмову в доставці, пов'язану із втратою або пошкодженням вантажу, викликаних криміногенними обставинами, катастрофами, тощо. Зменшити вплив цієї групи факторів проблематично. Дії внутрішніх і зовнішніх випадкових факторів призводять до несвоєчасної доставки вантажу. У деяких випадках така ситуація може бути розцінена як відмова. Наприклад, доставка ялинок у місця продажу після свята Нового року. Тобто розглядається не відмова, а погіршення рівня обслуговування, що відповідає падінню рівня надійності, так як несвоєчасність постачання може тривати від декількох годин до декількох днів. У цьому випадку можливо наперед визначати та планувати необхідний рівень надійності транспортного процесу на основі поняття відносної відмови.

В силу своєї природи випадкові внутрішні і зовнішні фактори впливу на транспортний процес в кожному конкретному перевезенні можуть мати місце або бути відсутніми. Ці групи факторів діють як відокремлені одна від одної, так і спільно. Тобто, в загальному випадку, наявність дій цих факторів можливо розглядати як незалежні та сумісні події.

Отже, за показник надійності транспортного процесу можливо прийняти ймовірність відмови, що визначається двома незалежними випадковими факторами: безумовною та відносною відмовами. Тоді, згідно наслідку аксіоми про те, що ймовірність суми несумісних подій дорівнює сумі ймовірностей цих подій (правило додавання ймовірностей), ймовірність відмови в доставці вантажу, яка виникає внаслідок прояву хоча б однієї з двох (безумовної або відносної) відмови, розраховують за формулою [14]:

$$P_{\text{вд}} = P_{\text{б}} + P_{\text{в}} - P_{\text{б}} \cdot P_{\text{в}}, \quad (2.16)$$

де $P_{\text{вд}}$ – ймовірність відмови в доставці вантажу;

$P_{\text{б}}$ – ймовірність настання безумовної відмови;

$P_{\text{в}}$ – ймовірність настання відносної відмови.

Значення ймовірності настання безумовної відмови визначається частотою настання відповідних подій за статистичними даними страхових агентств, за напрямками руху, транспортними фірмами, видами вантажів тощо. Значення ймовірності відносної відмови визначається частотою настання подій не своєчасного виконання перевезень, яке передбачене плановим завданням та дією різних несприятливих факторів. Даний показник встановлюють на основі порівняння кількості всіх рейсів з кількістю рейсів виконаних з перевищенням планового терміну виконання перевезення.

Другим важливим елементом розподільчої системи доставки вантажів є склади. Надійність їх роботи визначається страховими запасами та прийнятою системою управління постачаннями. Даний напрямок знань має фундаментальну теоретичну базу викладену у багатьох працях [58, 77, 79,

102, 105, 111]. В них зазначено, що надійність постачання товарів із складів визначається страховим запасом, методом відслідковування наявності товарів та прийнятою стратегією постачання. Крім цього, в [101] відмічено, що розподіл страхових запасів у ієрархічній системі складів доцільно встановлювати на основі імітаційного моделювання. При незначних малих проміжках часу на поставку товару між складами різних рівнів ймовірність відмови ($P_{ск}$) можливо визначати за величиною всього страхового запасу у системі. Так, як подія вичерпання страхового запасу, що пов'язана з непередбачуваним зростанням попиту, не впливає на подію невиконання перевезення вантажу, то ці події приймаємо як незалежні. Відмова системи постачань відбудеться або за умови одночасного настання цих подій, або кожної окремо. Тоді ймовірність настання події – відмова системи ($P_{вс}$) загалом, визначається сумою ймовірностей настання незалежних сумісних подій $P_{вд}$ та $P_{ск}$ і розраховується за формулою [14]:

$$P_{вс} = P_{вд} + P_{ск} - P_{вд} \cdot P_{ск}, \quad (2.17)$$

де $P_{ск}$ – ймовірність відмови внаслідок вичерпання страхового запасу, що пов'язана з непередбачуваним зростанням попиту.

Ряд авторів [45, 89] пропонують методику визначення надійності ланцюга постачань. Згідно цієї методики за певний період часу (T) визначають: сумарний час спізнення постачань, обсяг недопоставок, середньодобовий попит на товар. Відношення обсягу недопоставок до середньодобового попиту визначає умовний час запізнення поставок, який у сумі з сумарним часом недопоставок складає загальний час спізнень ($T_{сн}$). Потім визначають інтенсивність відмов (λ) за залежністю [9, 45]:

$$\lambda = \frac{n}{T - T_{сн}}, \quad (2.18)$$

де n – кількість відмов за період часу T .

Надійність постачань оцінюють за ймовірністю безвідмовного постачання протягом розрахункового періоду часу(τ) [9, 45]:

$$P_c = \frac{T - T_{cn}}{T} \cdot \exp(-\lambda \cdot \tau). \quad (2.19)$$

Недоліком даної методики є значне ускладнення аналізу об'єкту дослідження тому, що не передбачено визначення впливу транспортної та складської складових на кінцевий результат діяльності.

В роботі [34] зроблена спроба врахування надійності кожного із учасників процесу поставок вантажу. Автори розглядають можливість використання дублюючих елементів транспортного процесу. Така спроба не враховує оперативну діяльність учасників процесу, можливість швидкого відновлення своїх функцій, залучення додаткових виконавців у разі необхідності тощо. Тому практична реалізація теоретичного напрацювання без додаткових уточнень для адекватного відображення процесу поставок сумнівна.

На відміну від розглянутих, запропонований критерій (2.17) дозволяє об'єктивно оцінити процес постачання товарів у цілому, а також визначити ефективність функціонування його складових з урахуванням впливу зовнішнього середовища.

2.4 Дослідження характеристик логістичної системи при міжнародних перевезеннях

Перевезення вантажів, згідно із сучасними поглядами провідних зарубіжних та вітчизняних вчених, повинні розглядатися як сукупність операцій із вантажами і транспортними засобами. Методологічним принципом дослідження транспортного процесу є положення про його циклічність. Це дозволяє поділити будь-яке перевезення вантажів на послідовні елементи, що повторюються: підготовка товарів і транспорту до

перевезень, подача транспортних засобів під завантаження, завантаження, переміщення, розвантаження або перевантаження, складські операції, зберігання товарів, заключні операції, тощо. При цьому проходження фінансових та інформаційних потоків, як свідчить практика, впливає тільки на затримки на початку операцій транспортного процесу.

На відміну від внутрішніх національних перевезень, при міжнародних перевезеннях спостерігається збільшення кількості елементів транспортного процесу за рахунок виконання митних формальностей і процедури перетину кордонів. Також, переміщення товарів у розподільчих системах додатково потребує виконання складських операцій та управління запасами.

Вивченню окремих елементів процесу перевезень і розподілу товарів присвячено багато робіт. В них викладені результати натурних спостережень за виконанням окремих операцій щодо їх тривалості та вартості. Однак, динамічний розвиток транспортної техніки і технології транспортного процесу, зміна вартості ресурсів, технічних регламентів та нормативів потребує подальшого уточнення результатів досліджень попередніх років. Окрім того, причини порушення планових завдань та затримок в постачанні товарів, також залишаються недостатньо вивченими. Тому дослідження елементів процесу постачання товарів є актуальним.

Аналіз літературних джерел свідчить, що найбільш ефективним методом дослідження топологічних структур системи поставок товарів є імітаційне моделювання. Для його достовірної реалізації необхідно вивчити закономірності зміни основних параметрів розподільчої системи, якими є час, вартість та надійність переміщення вантажів, що визначають загальну ефективність вантажних перевезень.

Враховуючи на те, що вартість перевезень вантажів визначається багатьма факторами такими, як технічні властивості транспортних засобів, дорожні умови, збалансованість вантажопотоків у прямому і зворотному напрямках руху, стан конкурентного середовища тощо, об'єктивною характеристикою вартості перевезень може слугувати ціна транспортування вантажу на певну відстань сформована в умовах ринку.

Економічно-правові особливості перевезень вантажів у різних країнах викликають суттєве розсіювання тарифних ставок, як характеристики вартості перевезень, у прямому та зворотному напрямках руху. Тому вартість перевезень на 1 км у сполученні Україна – Європа визначалась із розрахунку оборотного рейсу (рис.2.2). В результаті обробки статистичних даних отримана залежність тарифної ставки на перевезення у сполученні Україна – Європа за оборотний рейс від маси партії вантажу (g):

$$T = 0,16 + 0,03g . \quad (2.20)$$

Перевірка значущості моделі регресії виконувалася із використанням F-критерія Фішера. Порівняння одержаного значення критерію ($F = 22$) із табличним $F_{кр} (0,01; 1; 51) = 7,2$ ($F > F_{кр}$) вказує на статистично надійну оцінку рівняння регресії.

Аналіз значущості коефіцієнтів регресії виконаний за допомогою критерію Стюдента. Його критичне значення $T_{табл} (51; 0,05) = 2,01$ менше коефіцієнта ($t_b = 4,69$), що підтверджує його статистичну значущість.

Більш адекватно описується вартість перевезень вантажів на теренах України (рис.2.3).

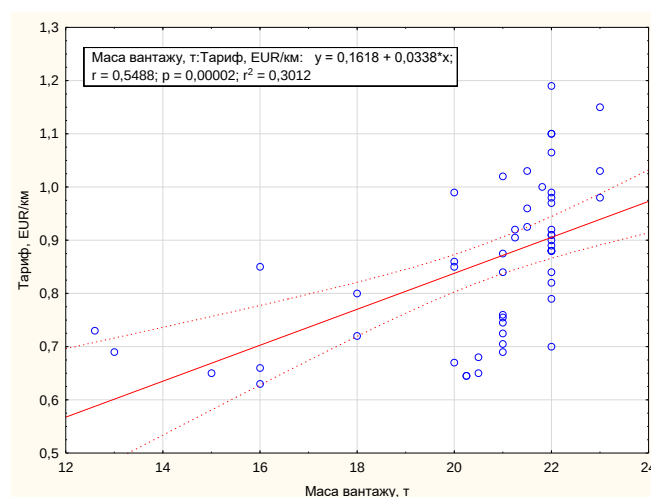


Рисунок 2.2 – Залежність тарифної ставки на перевезення у сполученні Україна – Європа за оборотний рейс від маси партії вантажу

Рівняння лінійної парної регресії для залежної змінної тарифу на перевезення в залежності від маси вантажу має вигляд:

$$\tau_{ткм} = 5,03 + 0,49g. \quad (2.21)$$

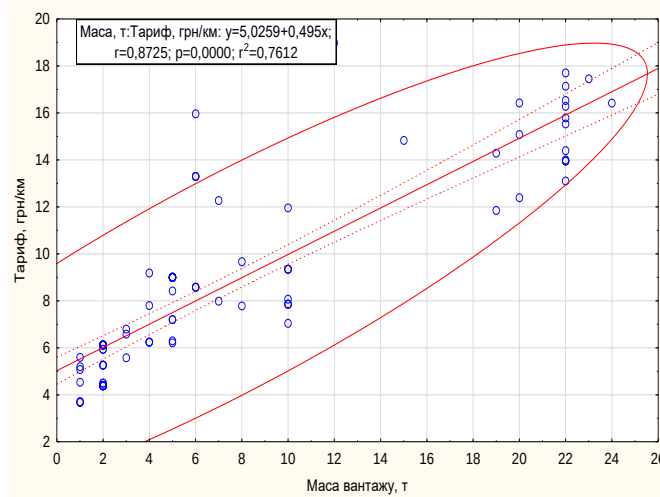


Рисунок 2.3 – Залежність тарифної ставки на перевезення по Україні від маси вантажу

Перевірка значущості моделі регресії була виконана із використанням F-критерія Фішера. Порівняння одержаного значення критерію ($F = 312,47$) із табличним $F_{кр} (0,01; 1; 98) = 7$ ($F > F_{кр}$) вказує на статистично надійну оцінку рівняння регресії.

Аналіз значущості коефіцієнтів регресії виконувався за допомогою критерію Стюдента. Його критичне значення $T_{табл} (98; 0,05) = 1,99$ значно менше оцінок показника ступеня ($t_a = 17,62$) та коефіцієнта ($t_b = 17,68$), що також підтверджує їх статистичну значущість.

Аналогічні дослідження були виконані для міських перевезень. У цьому випадку розрахунок вартості транспортування вантажу проводився в залежності від тривалості їх виконання та вантажопідйомності задіяного автотранспортного засобу (рис. 2.4).

Рівняння лінійної парної регресії для залежної змінної тарифу на перевезення в залежності від вантажопідйомності автотранспортного засобу має наступний вигляд:

$$\tau_{ткм} = 85,56 + 8,54q. \quad (2.22)$$

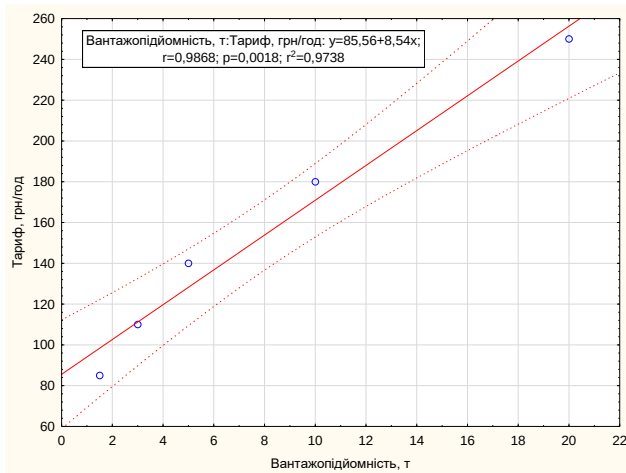


Рисунок 2.4 – Залежність тарифної ставки на міські перевезення від вантажопідйомності автомобіля

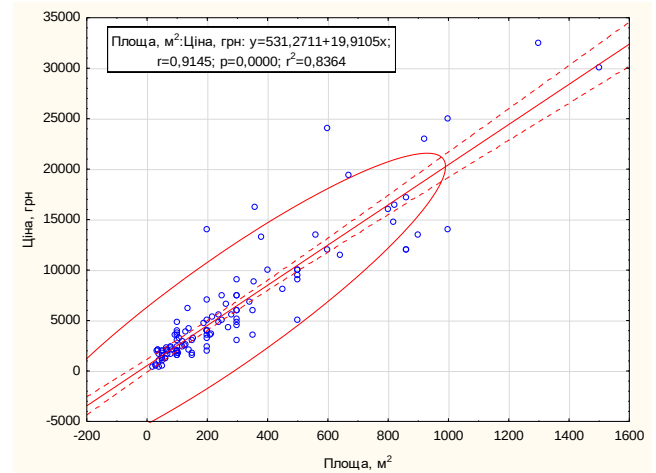


Рисунок 2.5 – Залежність зміни тарифної ставки оренди від площі складу по Україні

Виконаний статистичний аналіз підтвердив адекватність запропонованої моделі визначення тарифної ставки на міські перевезення.

Необхідно зазначити, що важливим елементом розподільчої системи є склади. Витрати на складське зберігання товарів, як складової загальної вартості доставки, визначаються багатьма чинниками: категорією складу, місцем розташуванням, економічним станом регіону, тощо. Обробка статистичних даних дозволила встановити лінійну залежність між тарифною ставкою оренди складу та його площею (рис. 2.5).

Отримане рівняння лінійної парної регресії для залежної змінної тарифної ставки оренди від площі складу (S) по Україні має вигляд :

$$\tau_A = 531,27 + 19,91S. \quad (2.23)$$

Перевірка значущості моделі регресії виконана із використанням F-критерія Фішера. Порівняння одержаного значення критерію ($F = 587,81$) із табличним $F_{кр}(0,01; 1; 115) = 6,9$ ($F > F_{кр}$) вказує на статистично надійну оцінку рівняння регресії.

Аналіз значущості коефіцієнтів регресії виконувався за допомогою критерію Стюдента. Його критичне значення $T_{\text{табл}}(115; 0,05) = 1,98$ значно менше коефіцієнта ($t_b = 24,24$), що підтверджує його статистичну значущість.

Ще однією важливою характеристикою загальної ефективності перевезень є тривалість доставки вантажу. В наслідок нормативно-правового регулювання режимів роботи учасників перевезень, вона є більш регламентована та передбачувана. Певні особливості притаманні міжнародним перевезенням, які повинні враховувати вплив діяльності митних органів та умови перевезень із забезпеченням їх надійності, що досягається шляхом резервування 1-2 діб додатково до реального часу виконання транспортних операцій. Це викликає певне розсіювання тривалості виконання оборотного рейсу, як показано на рис. 2.6 на прикладі міжнародного сполучення Україна-Німеччина.

За результатом статистичної обробки даних спостережень було встановлено, що їх розподіл узгоджується із теоретичним нормальним розподілом випадкової величини з параметрами: математичне очікування - 14,4 днів, середнє квадратичне відхилення - 2,2 дні. Критерій узгодження теоретичного та статистичного масивів даних ($\chi^2 = 9,8$) відповідає допустимому рівню значимості $p = 0,05$.

При цьому необхідно зазначити, що виконання міжнародних перевезень, як правило, характеризується високим коефіцієнтом використання пробігу автотранспортного засобу. Щільність розподілу значень коефіцієнта використання пробігу автомобіля у міжнародному сполученні представлена на рис. 2.7. У внутрішньодержавних перевезеннях математичне очікування значення цього коефіцієнту зменшується на 15,9%.

Даний розподіл коефіцієнтів використання пробігу узгоджується із теоретичним нормальним розподілом випадкової величини з параметрами: математичне очікування - 0,88, середнє квадратичне відхилення - 0,04. Критерій узгодження теоретичного та статистичного масивів даних ($\chi^2 = 3,8$) відповідає допустимому рівню значущості $p = 0,05$.

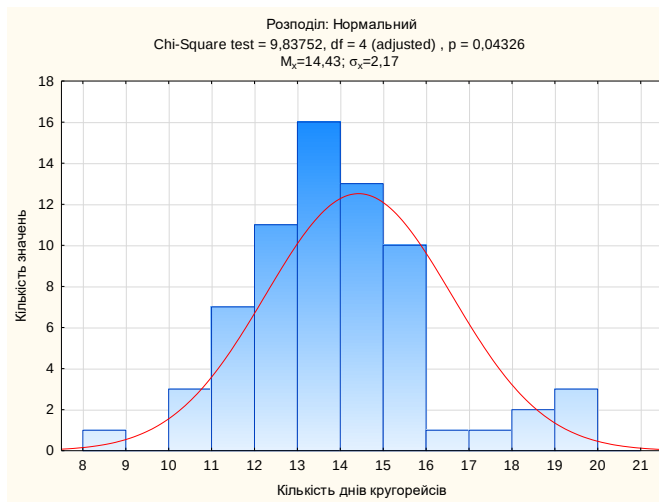


Рисунок 2.6 – Щільність розподілу тривалості оборотного рейсу у сполученні Україна-Німеччина

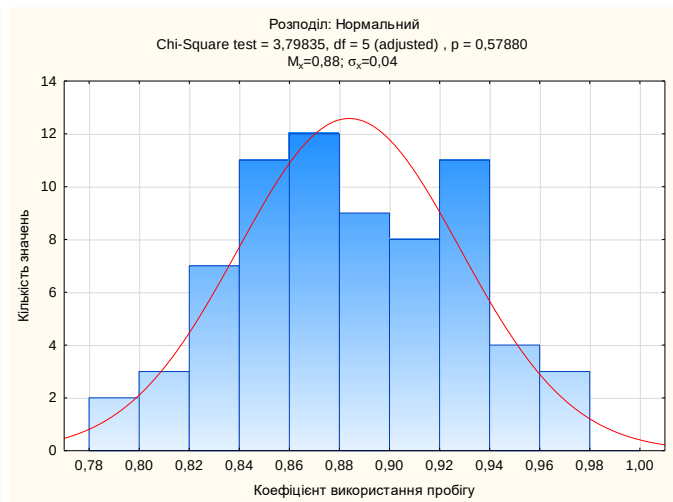


Рисунок 2.7 – Щільність розподілу значень коефіцієнта використання пробігу автомобіля у міжнародному сполученні

Характеристика надійності перевезень вантажів, що впливає на загальну ефективність системи постачань, вивчалася за допомогою експертної оцінки вантажних перевезень методом Делфі [95]. Метою експертного дослідження було встановлення частки автомобільних рейсів, що виконуються з порушенням планового завдання та претензіями від замовників перевезень. До складу експертної групи були включені директори транспортних підприємств, менеджери з організації перевезень та експедитори. З метою запобігання впливу налагоджених схем доставки товарів та заангажованості учасників, респондентів обирали із різних організацій. Крім цього, респондентів не ознайомлювали з відповідями колег. Опрацювання результатів дослідження виконувалось за методикою, наведеною в [94]. Основні його результати представлені в таблиці 2.1.

Узгодженість оцінок експертів визначалась за допомогою коефіцієнта варіації суджень усього колективу та коефіцієнта конкордації. Так як значення коефіцієнта варіації суджень (v) для кожної групи оцінок було $v < 0,3$, то ступінь узгодженості думок експертів можна вважати достатнім. Такий висновок підтверджують отримані значення коефіцієнта конкордації (W) ($W < 0,2$), що свідчить про середню ступінь узгодженості згідно методики

[94]. За результатами виконаного аналізу визначено, що автотранспортне забезпечення міжнародної торгівлі характеризується достатньо високою надійністю, яка досягається резервуванням часу виконання виробничих завдань та прийнятою системою страхування.

Таблиця 2.1 – Показники надійності вантажних автомобільних перевезень

№ п/п	Показник	Міжнародні перевезення, %	Національні перевезення, %
1	Кількість рейсів виконаних з порушенням планового завдання	1,5	4,0
2	Кількість рейсів з претензіями від замовників перевезення	0,5	0,75

Для отримання вартісної оцінки вантажу було опрацьовано 100 рахунків-фактур, емпірична щільність розподілу яких наведена на рис. 2.8. За результатами розрахунку встановлена середня вартість ціни однієї тони вантажу, що склала $C_{IT} = 1352$ долара США/тонна.

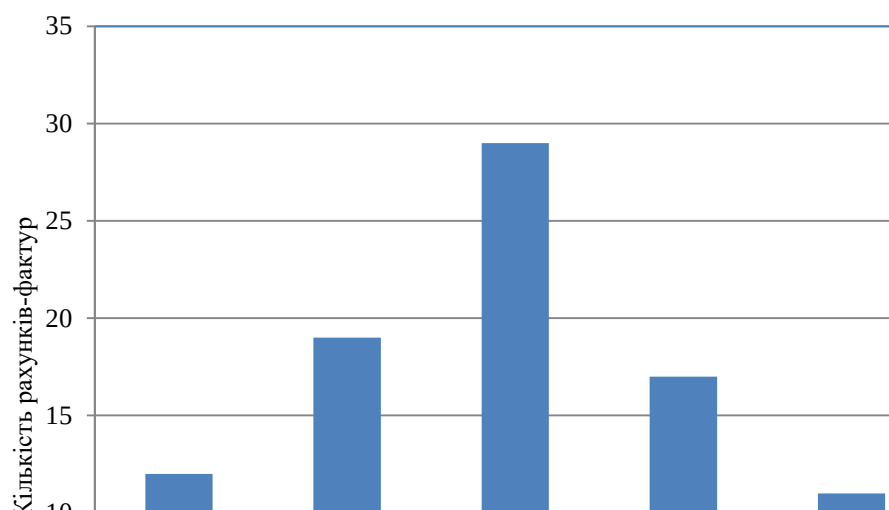


Рисунок 2.8 – Щільність розподілу середньої вартості ціни однієї тонни вантажу

Одним з важливих показників, що є необхідним для подальших досліджень, є середньодобовий пробіг автомобіля. Для виконання транспортних розрахунків було проведено статистичне дослідження. Воно полягало у обробці тахограм автотransпортних засобів, що виконують міжнародні перевезення. Обсяг вибірки склав 100 тахограм різних водіїв і автомобілів виробництва європейських підприємств. В розрахунках використовувався наскрізний метод доставки вантажів з двома водіями та автомобілі були обладнані спальним місцем. При цьому мінімальний добовий пробіг склав 158 км, а максимальний – 664 км. З припущення про нормальний закон розподілу середньодобового пробігу, середньоквадратичне відхилення, розраховане за правилом “3 σ ”, становить $\sigma^2 = 84,3$. При дозволений похибці вибіркової середньої, прийнятої на рівні половини допустимого шляху, що проходить автопоїзд за рахунок одноразового продовження тривалості рейсу, та рівній 25 км, необхідний мінімальний обсяг вибірки з надійністю висновку 0,95 ($\beta = 1,96$) склав 44 спостереження. Отже, збільшувати обсяг вибірки не має сенсу. Результати спостереження наведені на рис. 2.9.

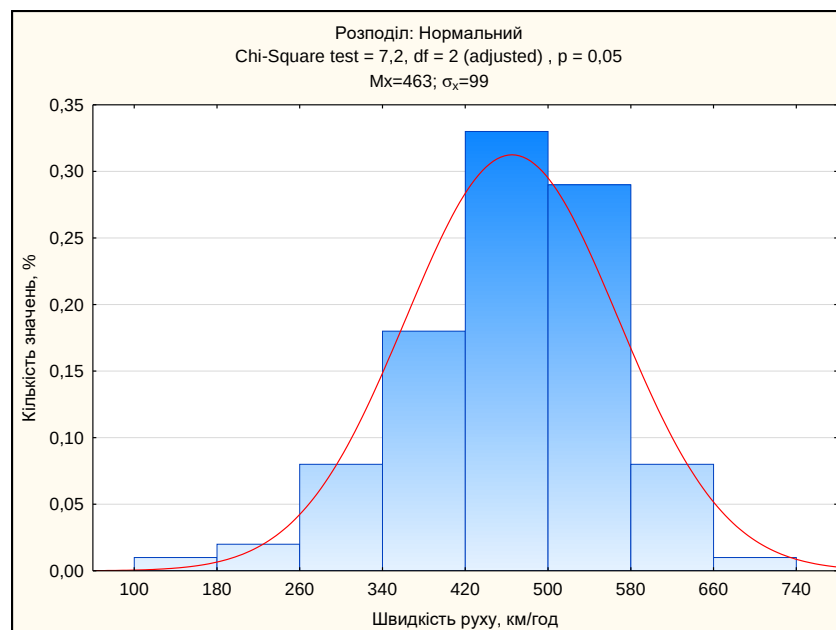


Рисунок 2.9 – Щільність розподілу добового пробігу автопоїзду

Розрахунок частоти одномірних статистик виконувався з використанням пакету прикладних програм статистичної обробки даних. Враховуючи характер отриманих емпіричних гістограм розподілу випадкової величини і на підставі фізичної сутності задачі, що вирішується, в якості аналітичної залежності для опису статистичних даних було прийнято гіпотезу щодо нормального розподілу. За результатом статистичної обробки зібраних даних було встановлено, що їх розподіл узгоджується із теоретичним нормальним розподілом випадкової величини з параметрами: математичне очікування – 463 км/доба, середнє квадратичне відхилення - 99 км/доба (рис. 2.9). Критерій узгодження теоретичного та статистичного масивів даних ($\chi^2 = 7,2$) відповідає допустимому рівню значимості.

Для встановлення тривалості виконання операцій оформлення транспортної документації та виконання митних формальностей були проведені відповідні статистичні дослідження обсяг вибірки склав 50 спостережень. Враховуючи характер отриманих емпіричних гістограм розподілу випадкової величини і на підставі фізичної сутності задачі, в якості аналітичної залежності для опису статистичних даних було прийнято гіпотезу про зміщений степеневий розподіл статистичних даних:

$$f(t) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda(t-t_0)}, & \text{при } t > t_0, \\ 0, & \text{при } t < t_0, \end{cases} \quad (2.24)$$

де λ – параметр розподілу;

t – безперервна випадкова величина;

t_0 – значення межі кордону.

Результати статистичного дослідження та їх обробки наведені в рис. 2.10.

За результатом розрахунку була підтверджена висунута гіпотеза та встановлено, що розподіл випадкової величини узгоджується із теоретичним зміщеним степеневим законом з параметрами: математичне очікування – 2,8

діб, інтенсивність показникового закону – $1,21 \text{ (доба)}^{-1}$, дисперсія – $0,68 \text{ (доба)}^2$, значення межі кордону – 2,0 доби, критерій узгодження теоретичного та статистичного масивів даних ($\chi^2 = 9,8$) відповідає допустимому рівню значимості.

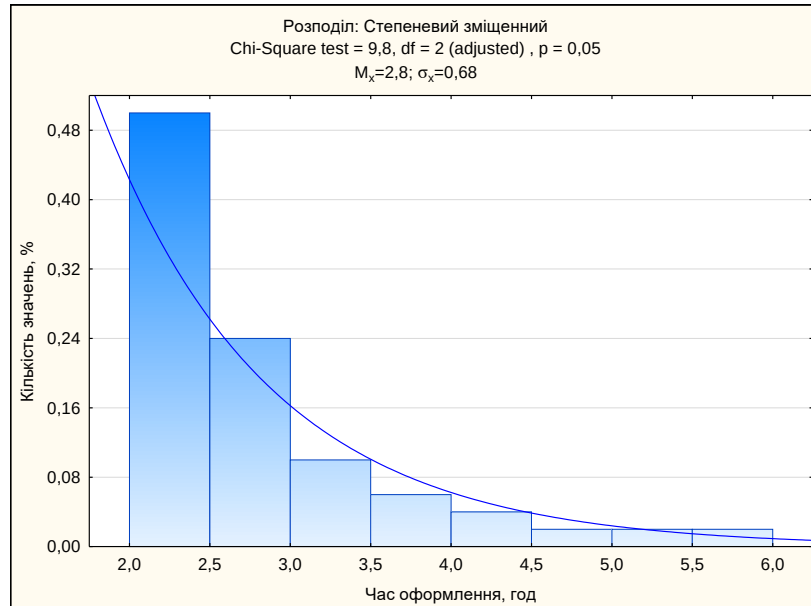


Рисунок 2.10 – Щільність розподілу часу виконання митних процедур на кордоні

Для порівняння різних організаційних, технологічних та інших рішень можливих впроваджень у транспортно-складських системах необхідно оцінити їх ефекти. У більшості випадків за головний критерій ефективності приймають вартісний показник. Тому, важливою задачею є встановлення транспортних витрат. У ряді методик приймають, що вартість перевезень визначається тільки відстанню доставки вантажу, без врахування вантажопідйомності автотранспортних засобів та маршрутизації перевізного процесу. Такий підхід викликає значні похибки в результатах розрахунку та в цілому в оцінці ефективності розподільчої системи. Ряд вищезазначених авторів при вирішенні задач організації перевезень в складських системах використовували критерій собівартості перевезень. На сучасному етапі розвитку транспортної галузі в умовах конкурентного середовища, коли одна

і та сама модель автомобіля може мати різні типи двигунів або використовувати різні види палива, належати малому або великому транспортному підприємству, сповідувати різні методики амортизаційних нарахувань, працювати в різних дорожніх та економічно-організаційних умовах, такий підхід до встановлення ефективності автомобільних перевезень може бути прийнятний тільки для конкретних умов власника транспортно-розподільчої системи. У більшості випадків виробники товарів не обтяжують себе утриманням парку автомобілів різної вантажопідйомності, які розосереджені на великій території. Вони надають перевагу орендованим складським приміщенням, а для організації та виконання перевезень залучають спеціалізовані підприємства та окремих перевізників. Тому постає питання винагороди учасників доставки вантажу. На практиці використовують прості методики визначення вартості транспортної роботи такі, як вартість 1 км пробігу при виконанні приміських та міжміських перевезень, або вартість 1 год. роботи автомобіля у місті. Обидві тарифні ставки диференціюють за вантажопідйомністю автотransпортного засобу. Для встановлення тарифних ставок, що залежать від пробігу та вантажопідйомності автомобіля, а також кількості пунктів на розвізному маршруті були виконані розрахунки за методикою наведеною в [48]. В результаті була отримана наступна залежність (рис.2.11):

$$\tau_{км} = (a + b \cdot q \cdot \gamma) \cdot L^{-0,4}, \quad (2.25)$$

де a і b – емпіричні коефіцієнти;

q – вантажопідйомність автотransпортного засобу, т;

γ – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

L – відстань перевезень, км.

Встановлені залежності та закономірності зміни основних характеристик розподільчої системи, створюють підґрунтя для подальшого адекватного імітаційного моделювання процесу доставки товарів у

розподільчих системах, яке дозволить вивчити вплив різних топологічних організаційних структур розподілу та стратегії управління запасами на ефективність процесу постачань. Результати такого моделювання нададуть можливість визначати оптимальні партії поставок товарів у конкретних умовах функціонування розподільчої системи та визначити її ефективну топологічну структуру з урахуванням відповідних технологій перевезень.

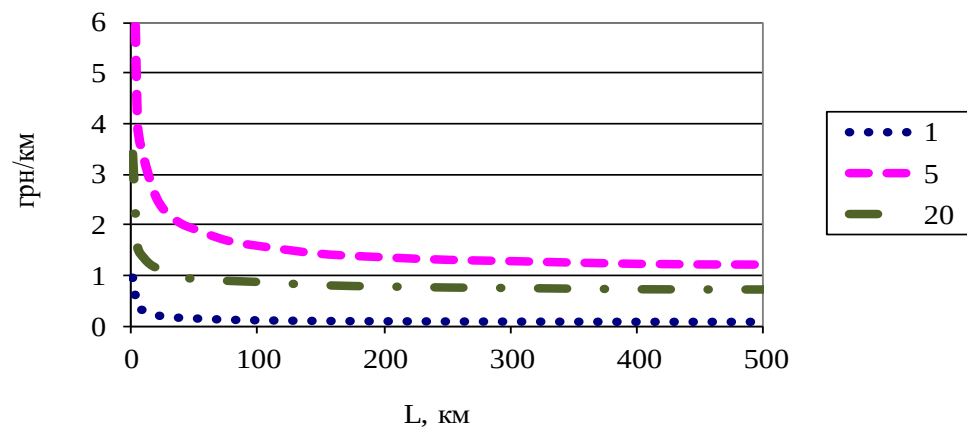


Рисунок 2.11 — Залежність тарифної ставки в грн/км від відстані перевезень та маси вантажу

2.5 Висновки до розділу 2

Встановлено, що узагальнюючий критерій ефективності розподільчої системи постачань товарів повинен враховувати собівартість перевезень, супутніх робіт та зберігання продукції, тривалість цих процесів, вартість продукції на складах. Цим вимогам відповідає критерій сумарних витрат коштів на поставку продукції споживачу за одиницю часу при заданих обмеженнях на рівень обслуговування, який враховує показник надійності ланцюга постачань.

Мінімальні сумарні витрати суттєво залежить від організації доставки вантажів, яку визначають транспортно-технологічна схема перевезень і структура парку задіяних автотранспортних засобів.

Отримана залежність оптимальної періодичності поставок, на відміну від відомих моделей, враховує особливості міжнародних перевезень, вплив «замороження» капіталу, рівень організації перевезень і роботи митних органів та створює підґрунтя для розробки заходів щодо підвищення ефективності розподільчої системи.

Запропонований підхід до визначення надійності транспортного процесу дозволяє розробити методи оцінки надійності функціонування системи постачань товарів для забезпечення необхідного її рівня.

Встановлені залежності зміни основних характеристик розподільчої системи при міжнародних перевезеннях, створюють підґрунтя для подальшого адекватного імітаційного моделювання процесу постачання товарів у розподільчих системах, яке дає можливість вивчати вплив різних топологічних організаційних структур розподілу та стратегії управління запасами на ефективність процесу постачань.

Результати другого розділу були висвітлені в наступних статтях [67,68,72,139].

РОЗДІЛ 3

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОЗПОДІЛЬЧИХ ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМ ДЛЯ РІЗНИХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

3.1 Розробка моделей та методів удосконалення однорівневої розподільчої системи

В сучасних умовах для розподільчих систем товарів однією із найважливіших проблем є рішення двох взаємозалежних та взаємопов'язаних задач: перевезення та складування. Структура розподільчої мережі залежить від багатьох чинників таких як: кількості клієнтів та їх територіального розміщення, попиту на товар, конкурентного середовища, товарної спеціалізації тощо. Географія складів, кількість, інтенсивність та маса відправлень безсумнівно визначають методи організації перевезень та вартість транспортної складової у собівартості товару. Тому важливо встановити закономірності взаємодії складського та транспортного забезпечення розподільчої системи. Основним способом вибору більш ефективної розподільчої системи є порівняння результатів її функціонування. Можливості порівняння наявних транспортно-складських систем обмежені ускладненнями, що викликані комерційною таємницею, спеціалізацією системи, прийнятою маркетинговою політикою тощо. Проведення натурних експериментів пов'язане з великими фінансовими витратами. Тому єдиним прийнятним напрямком вивчення даних систем є моделювання. Серед видів такого дослідження найбільш ефективним є аналітичний опис моделі, який дозволяє отримати не тільки значення характеристик об'єкту дослідження, а й встановити закономірності його функціонування. Так як транспортно-складська система поєднує у собі два господарські комплекси, то необхідно здійснити опис кожного з них і встановити умови їх взаємодії. При цьому аналітичний опис моделі повинен включати тільки суттєві фактори, що

відображають функціонування системи. Як було встановлено у розділі 2.1, критерієм ефективності таких систем на сучасному рівні розвитку підприємницької діяльності є економічна ефективність. На цій підставі аналітична модель повинна включати в себе фінансові показники транспортної та складської складових системи.

Складський комплекс потребує врахування потужності складів різних ієрархічних рівнів, засобів ресурсного забезпечення (технічне, інформаційне, енергетичне, трудове та інше), а також фінансових показників їх функціонування. Математичні моделі цього комплексу мають фундаментальну теоретичну базу та запропоновані у ряді досліджень [41, 44, 63, 77, 78, 79, 91, 98]. Тому задача аналітичного опису цієї складової системи зводиться до обґрунтування вибору прийнятної із вже розроблених.

Опис транспортного комплексу передбачає знання обсягів перевезень, їх географії, характеристик вантажів, структури транспортно-технологічної схеми перевезень, парку транспортних засобів, умов перевезень тощо. За всіх рівних інших умов ефективність перевезень визначається характеристиками маршрутів та закріпленими за ними автотранспортними засобами. Теоретичне підґрунтя встановлення характеристик маршрутів та визначення показників перевезень за умови відсутності розгляду конкретної території викладене у дослідженнях [50, 78, 93, 98, 101]. Запропонований у цих працях методичний підхід дозволяє виконати аналітичний опис системи маршрутів з різною точністю, але він додатково потребує врахування видів сполучень та взаємного розташування відправників та одержувачів вантажу.

Особливість розповсюдження товарів закордонного виробництва у міжнародних перевезеннях полягає у тому, що розвезення вантажу автотранспортними засобами починається не з центру території обслуговування, як це передбачено в моделях багатьох дослідників, а з межі території.

3.1.1 Моделювання маршрутів руху автомобілів у однорівневій розподільчій системі

Серед відправлень вантажів розрізняють дві групи: повнопоїзні відправлення, коли весь завантажений в автомобіль товар направляють на адресу одного одержувача та гуртові відправлення, які передбачають перевезення від одного відправника кільком одержувачам (рис. 3.1).

З огляду на значну вартість перевезень у міжнародному сполученні, дрібні партії вантажів консолідують у великі відправлення та здійснюють рейс по можливості автопоїздами максимально допустимої вантажопідйомності.

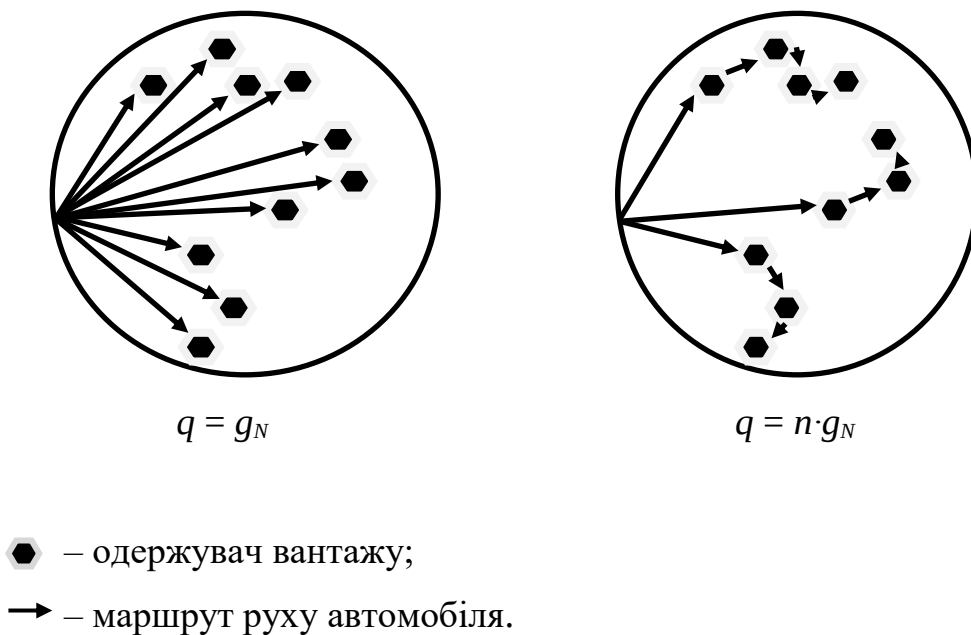
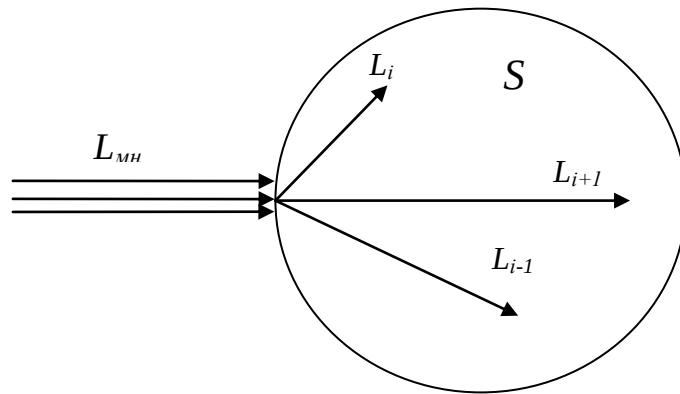


Рисунок 3.1 – Фізична модель однорівневої розподільчої системи

Згідно розрахункової схеми, що наведена на рис. 3.2, виконання перевезень пов'язане з пробігом автотранспортного засобу в середині території обслуговування та за її межами. Зовнішня відстань перевезень (L_{mn}) визначається взаємним розташуванням відправника вантажу та територією реалізації товару, яка представлена у вигляді кола площею S .



→ – L_i – відстань перевезень по національній території для i -го одержувача вантажу

Рисунок 3.2 – Схема маршруту міжнародного перевезення

Середню відстань перевезення від межі кола до будь-якої точки кола (L_θ) згідно [93] визначають залежності:

$$L_\theta = 1,13 \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad (3.1)$$

$$a_0 = \frac{1,13 \cdot \varphi}{\sqrt{\pi}}, \quad (3.2)$$

$$L_\theta = a_0 \cdot \sqrt{S}, \quad (3.3)$$

де φ – коефіцієнт не прямолінійності мережі автомобільних доріг.

Тоді середня протяжність всього маршруту з урахуванням міжнародної (L_{mn}) та національної (L_θ) ділянок руху становить:

$$L_M = L_{mn} + L_\theta. \quad (3.4)$$

Транспортна робота в тонно-кілометрах при доставці вантажу g тон в N мережі на маятникових маршрутах, згідно теорії вантажних перевезень [6, 17, 20, 80], складає:

$$W_M = (L_{MH} + L_E) \cdot g \cdot N. \quad (3.5)$$

Для зменшення пробігів автотранспортних засобів при виконанні перевезень за можливості необхідно використовувати розвізні маршрути. Якщо партія постачання одному споживачеві (g_N) менша завантаження автотранспортного засобу ($q \cdot \gamma$) $g_N < q_M \cdot \gamma$, то маршрут може включати n_N складів, які відвідують за рейс:

$$n_N = \left\lceil \frac{q_M \cdot \gamma}{g_N} \right\rceil, \quad (3.6)$$

де q_M – вантажопідйомність автомобіля, який використовують для міжнародних перевезень;

γ – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності автомобіля;

$$\left\lceil \frac{q_M \cdot \gamma}{g_N} \right\rceil - \text{найбільше ціле значення менше значення виразу } \frac{q_M \cdot \gamma}{g_N}$$

Для такої організації перевезень всю площу регіону розмежовують на менші площі у вигляді кіл (рис. 3.3). При цьому вважають, що склад одержувача вантажу розташований в центрі кола. За відстань перевезень від складу відправника до складу одержувача вантажу приймають відстань від місця відправлення до центра кола. Середню відстань між складами (l_s) на території обмеженій колом визначають за залежністю [93]:

$$l_s = 0,67 \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{S}{\pi \cdot N}}, \quad (3.7)$$

$$a_1 = \frac{0,67 \cdot \varphi}{\sqrt{\pi}}, \quad (3.8)$$

$$l_s = a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}}. \quad (3.9)$$

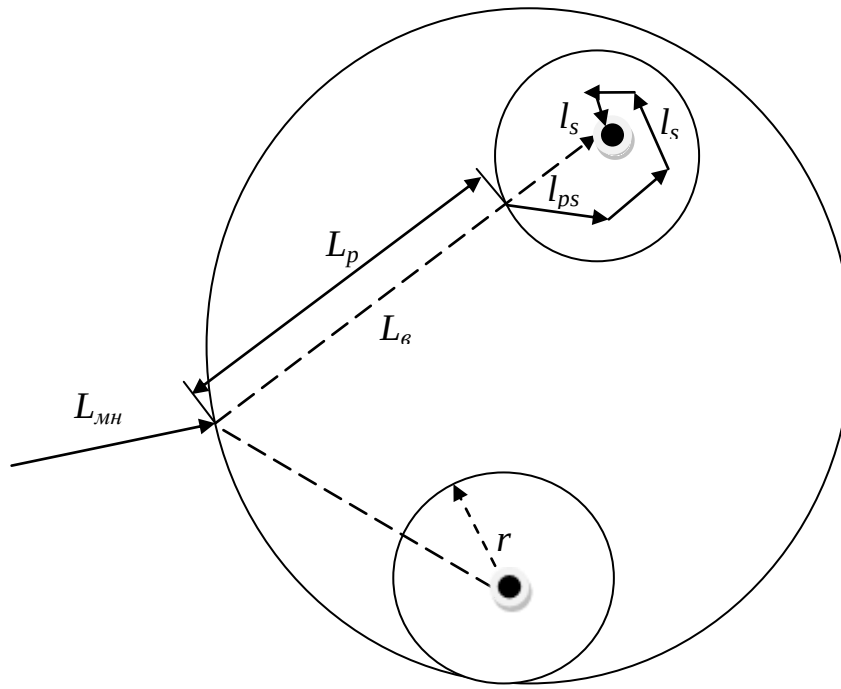


Рисунок 3.3 – Розрахункова схема відстаней розвізного маршруту

Із схеми наведеної на рис.3.3 видно, що протяжність розвізного маршруту становить:

$$L_{ep} = L_p + l_{ps} + l_s \cdot (n_N - 1), \quad (3.10)$$

де L_p – відстань від межі території обслуговування до межі площі, на якій передбачено використати розвізний маршрут із n_N пунктами розвантаження;

l_{ps} – відстань від межі території обслуговування розвізним маршрутом до першого одержувача [93].

$$L_p = L_\epsilon - \varphi \cdot \sqrt{\frac{S \cdot n_N}{\pi \cdot N}}, \quad (3.11)$$

$$l_{ps} = 1,13 \cdot \varphi \cdot \sqrt{\frac{S \cdot n_N}{\pi \cdot N}}. \quad (3.12)$$

Розглянемо транспортну роботу в межах регіону обслуговування. Так як на розвізних маршрутах робота в тонно-кілометрах не є критерієм ефективності перевезень [17], то оцінку ефективності організації перевезень визначатимемо за показником виконаного автомобілем пробігу в кілометрах:

- при повноавтомобільному відправленні в кожний пункт сумарний пробіг автомобілів складе:

$$L_{\Sigma} = n_N \cdot L_p, \quad (3.13)$$

- при розвезенні збірної партії вантажів сумарний пробіг становить:

$$L_{\Sigma p} = L_p + l_{ps} + l_s \cdot (n_N - 1). \quad (3.14)$$

Для визначення ефективності використання розвізних маршрутів за показником роботи в кілометрах розділимо вираз (3.14) на (3.13) та виконаємо перетворення, що дозволять отримати залежність:

$$K_L = \frac{L_{\Sigma p}}{L_{\Sigma}} = \frac{1}{n_N} + \frac{0,12}{\sqrt{N \cdot n_N}} + \frac{0,59}{\sqrt{N}} \cdot \left(1 - \frac{1}{n_N}\right). \quad (3.15)$$

Графічне зображення цієї залежності (рис. 3.4) при різній кількості одержувачів вантажу у регіоні ($N = 16, 32, 64, 128$) та пунктів заводу на маршруті (n_N) підтверджує доцільність використання розвізних маршрутів. При цьому кількість одержувачів розташованих на території регіону несуттєво впливає на зменшення величини пробігу автомобіля. Так при збільшенні кількості одержувачів у два рази зменшення пробігу для однакової кількості пунктів заїзду на розвізному маршруті становить від 7% до 14%. Причому більшій кількості одержувачів в регіоні відповідає менше значення скорочення пробігу. Суттєвий вплив на скорочення сумарного

пробігу при впровадженні розвізних маршрутів здійснює кількість пунктів заводу на одному маршруті. Однак із ростом кількості пунктів заводу, що включаються у розвізний маршрут, приріст зменшення пробігу уповільнюється, а при перевищенні 5 пунктів заїзду на маршруті темп зменшення пробігу становить $10 \div 12 \%$ та зменшується з кожним наступним пунктом заїзду, який включають до маршруту. У праці [17] рекомендується обмежитись малою кількістю пунктів заїзду, які включені до розвізного маршруту з огляду на технологічні аспекти організації перевезень (тривалість робочої зміни, режими роботи підприємств тощо).

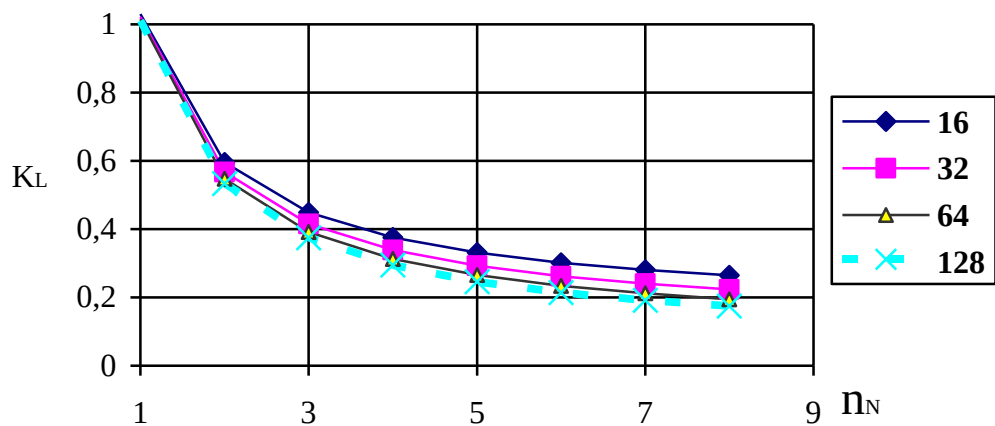


Рисунок 3.4 – Залежність коефіцієнту зменшення пробігу автомобіля при організації розвізного маршруту від кількості пунктів заїзду на маршруті та їх загальної кількості у регіоні

Необхідно відзначити, що використання розвізних маршрутів викликає зростання виконуваної роботи в тонно-кілометрах за рахунок переміщення вантажу на додаткову відстань. Тому даний показник не може бути об'єктивним критерієм оцінки роботи транспорту та системи в цілому. Простота розрахунку загального пробігу та його незалежність від обсягу перевезень дозволяють використати його як один із критеріїв щодо удосконалення системи розподілу.

Загальна кількість рейсів, які виконують за поставку в однорівневій системі становить:

$$N_p = \frac{N}{n_N}. \quad (3.16)$$

З урахуванням залежностей (3.3), (3.4), (3.8), (3.9) (3.14) загальна довжина розвізного маршруту у міжнародному сполученні становить:

$$L_{mp} = L_{mn} + a_0 \cdot \sqrt{S} - \frac{\varphi}{\sqrt{\pi}} \cdot \sqrt{\frac{S \cdot q_m \cdot \gamma}{N \cdot g_N}} + a_0 \cdot \sqrt{\frac{S \cdot q_m \cdot \gamma}{N \cdot g_N}} + a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{q_m \cdot \gamma}{g_N} - 1 \right). \quad (3.17)$$

Залежності (3.5), (3.16) і (3.17) за відомими обсягами поставок в регіон та на визначений окремий склад надають можливість розрахувати витрати на перевезення вантажу у розподільчій системі.

3.1.2 Оптимізація партії поставки в однорівневій розподільчій системі

Нехай у регіон площею S з-за кордону постачають продукцію в обсязі Q з інтервалом часу T . Інтенсивність споживання товару становить λ з одиниці площі. В регіоні діє однорівнева система з N складів, які забезпечують потреби споживачів.

Загальні витрати на функціонування діючої однорівневої розподільчої системи визначають за виразом (2.1) за умови $b_{зб} = \text{const}$. При проектуванні нової системи або модернізації наявної підхід, що передбачає незалежність системних витрат від характеристик вартості складського забезпечення, є неприйнятним. Тому загальні витрати у розподільчій системі визначають за виразом:

$$B_{заг} = B_{oN} + B_{eN} + B_{np} + B_{зк} + B_{mp} + B_{оф}, \quad (3.18)$$

де B_{oN} – витрати на оренду складських приміщень, грн.;

B_{eN} – складські експлуатаційні витрати, грн.;

Для встановлення витрат на оренду та експлуатацію складських приміщень від партії поставки g було використано емпіричну залежність (2.22) в якій площа складу виражена через характеристики вантажу та складу [61]:

$$\tau_{\text{зб}} = 17,7 + 0,67 \cdot \frac{(g + \xi \cdot \sigma) \cdot u}{\rho}, \quad (3.19)$$

де ρ – питоме навантаження на 1 м^2 площі підлоги, т/ м^2 ;

u – коефіцієнт, що враховує розміри допоміжних площ складу.

Після підстановки середніх значень для таро-штучних вантажів [61, 93, 111] ($u = 2,0$; $\rho = 1,5$) одержана залежність для встановлення орендної плати (грн./доба):

$$B_{oN} = 17,7 + 0,89 \cdot (g + \xi \cdot \sigma). \quad (3.20)$$

Прийmemo: $a_{oN} = 17,7$, $b_{oN} = 0,89$.

На основі статистичних даних встановлено, що між експлуатаційними складськими витратами та орендною платою за користування складом існує зв'язок у вигляді:

$$B_{eN} = c \cdot B_{oN}, \quad (3.21)$$

де c – емпіричний коефіцієнт ($c = 0,29$).

Витрати на виконання вантажних робіт визначають у відповідності з формулою (2.6) за виразами:

$$Q = \lambda \cdot S \cdot T, \quad (3.22)$$

$$B_{np} = Q \cdot b_{np1m} \cdot n_{np}. \quad (3.23)$$

Оцінка втрат від іммобілізації капіталу вартості товару за умови повернення коштів після реалізації всієї партії поставки, з урахуванням формул (2.8) і (2.9), становить:

$$B_{зк,Q,з} = \eta \cdot T \cdot N \cdot (g + \xi \cdot \sigma). \quad (3.24)$$

Оцінка втрат від іммобілізації капіталу вартості товару пов'язаного з тривалістю перевезень за весь період T визначається на основі формули (2.10) за виразом:

$$B_{зк,T} = \eta \cdot Q \cdot (T_{пух} + T_{оф}). \quad (3.25)$$

Тривалість руху розраховують за формулою [6, 17, 20]:

$$T_{пух} = \frac{L_{мп}}{V_{\partial}}, \text{ (діб)} \quad (3.26)$$

де V_{∂} – середньодобова швидкість автомобіля, що виконує міжнародний рейс, км/добу;

$L_{мп}$ – довжина міжнародного маршруту, км.

Добовий пробіг автомобіля приймаємо на підставі статистичних даних, що наведені в підрозділі 2.4.

Тривалість оформлення транспортної та супровідної документації складають операції перетину кордону та оформлення доставки вантажу, а також тривалість заїздів у проміжні пункти розвантаження розвізного маршруту. За аналізом статистичних спостережень ця залежність має вигляд:

$$T_{of} = 2 + 0,16 \cdot \left(\frac{q_m \cdot \gamma}{g} - 1 \right) \cdot (\text{діб}) \quad (3.27)$$

Коефіцієнт 2 у виразі (3.27) включає в себе тривалість проходження кордону (1 доба) та розмитнення із розвантаженням у першого одержувача вантажу (1 доба). Коефіцієнт 0,16 – середня тривалість розвантаження у кожному пункті розвізного міжнародного маршруту окрім першого.

Вартість оформлення документації становить:

$$B_{of} = a_{of} \cdot \frac{Q}{q_m \cdot \gamma}, (\text{грн}) \quad (3.28)$$

де a_{of} – середня вартість оформлення одного відправлення у міжнародному сполученні ($a_{of} = 500$ грн./відправлення).

Вартість міжнародного перевезення визначає довжина маршруту, вантажопідйомність автомобіля та тарифна ставка на 1 км пробігу:

$$B_{mp} = \frac{Q \cdot L_{mp}}{q_m \cdot \gamma} \cdot \tau_{mp}, (\text{грн}) \quad (3.29)$$

де τ_{mp} – тарифна ставка за 1 км пробігу, грн./км.

За результатом аналізу статистичних даних для тарифної ставки у міжнародному автомобільному перевезенні була встановлена залежність (2.20), яка після переведення розмірності показників за національним курсом валют матиме вигляд:

$$\tau_{mp} = a_{tm} + b_{tm} \cdot q_m \cdot \gamma, (\text{грн./км}) \quad (3.30)$$

де a_{tm} і b_{tm} – емпіричні коефіцієнти, $a_{tm} = 4,3$, $b_{tm} = 0,81$.

Вантажопідйомність автомобіля для виконання міжнародного рейсу обирають за умови:

$$q_m \cdot \gamma = \begin{cases} q_{\max} \cdot \gamma, & \text{якщо } g \geq q_{\max} \cdot \gamma \\ q_{\max} \cdot \gamma - \frac{\lfloor g \cdot N / (q_{\max} \cdot \gamma) \rfloor}{\lceil g \cdot N / (q_{\max} \cdot \gamma) \rceil}, & \text{якщо } g < q_{\max} \cdot \gamma, \quad g \cdot N \geq q_{\max} \cdot \gamma \\ g \cdot N, & \text{якщо } g \cdot N < q_{\max} \cdot \gamma \end{cases}, \quad (3.31)$$

де $\lfloor g \cdot N / (q_{\max} \cdot \gamma) \rfloor$ та $\lceil g \cdot N / (q_{\max} \cdot \gamma) \rceil$ – визначають, відповідно, дробову та цілу частини дійсного числа;

$q_{\max}$ – максимально допустима вантажопідйомність для поширеного магістрального автотранспортного засобу.

Шлях міжнародного розвізного автомобільного рейсу складають ділянки: руху по іноземній території ($L_{\text{мн}}$), руху від кордону до території обслуговування ($L_{\text{вн}}$), руху від межі регіону обслуговування до першого одержувача, руху до інших одержувачів вантажу. Тому вираз довжини маршруту в однорівневій розподільчій системі з урахуванням формул (3.3), (3.9) і (3.10) має вигляд:

$$L_{\text{мр}} = L_{\text{мн}} + L_{\text{вн}} + a_0 \cdot \sqrt{S} + a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{q_m \cdot \gamma}{g} - 1 \right). \quad (3.32)$$

Тоді, з урахуванням ваги відправлення протяжність міжнародного рейсу має вигляд :

$$L_{\text{мрр}} = \begin{cases} L_{\text{мн}} + L_{\text{вн}} + a_0 \cdot \sqrt{S}, & \text{якщо } g \geq q_{\max} \cdot \gamma \\ L_{\text{мн}} + L_{\text{вн}} + a_0 \cdot \sqrt{S} + a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{q_m \cdot \gamma}{g} - 1 \right), & \text{якщо } g < q_{\max} \cdot \gamma \end{cases}. \quad (3.33)$$

З урахуванням залежностей (3.18), (3.21), (3.23), (3.25), (3.28), (3.29) загальні сумарні витрати за умови повернення коштів вкладених у поставку після повної її реалізації мають вигляд:

$$B_{3az} = T \cdot N \cdot (1+c) \cdot (a_{oN} + b_{oN} \cdot (g + \xi \cdot \sigma)) + Q \cdot b_{np1m} \cdot n_{np} + \\ + \eta \cdot N \cdot T \cdot (g + \xi \cdot \sigma) + \eta \cdot Q \cdot (T_{pyx} + T_{o\phi}) + \frac{Q}{q_m \cdot \gamma} \cdot (a_{o\phi} + L_{mnp} \cdot \tau_{mnp}) \cdot (3.34)$$

Аналіз виразу свідчить, що загальні витрати визначаються величиною поставки вантажу одному споживачу. За умови $g \geq q_{max}\gamma$ оптимізація партії відправлення обмежується вантажопідйомністю автотранспортного засобу. Тому оптимізація партії поставки можлива лише для гуртових відправлень. Для встановлення оптимальної партії поставки виконаємо диференціювання (3.34) за умови $g < q_{max}\gamma$, та одержимо:

$$\frac{dB_{3az}}{dg} = T \cdot N \cdot [(1+c) \cdot b_{oN} + \eta] - \frac{Q \cdot q_m \cdot \gamma \cdot \eta}{g^2} \cdot \left[a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{1}{V_\phi} + \frac{\tau_{mnp}}{\eta \cdot q_m \cdot \gamma} \right) + a_{o3} \right], \quad (3.35)$$

де $a_{o3} = 0,16$.

Після прирівняні виразу (3.35) до 0 з подальшим рішенням одержаних рівнянь встановлене оптимальне значення партії поставки:

$$g_{opt} = \sqrt{\frac{Q \cdot q_m \cdot \gamma \cdot \eta \cdot \left[a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{1}{V_\phi} + \frac{\tau_{mnp}}{\eta \cdot q_m \cdot \gamma} \right) + a_{o3} \right]}{T \cdot N \cdot [(1+c) \cdot b_{oN} + \eta]}}, \quad (3.36)$$

або

$$g_{opt} = \sqrt{\frac{\lambda \cdot S \cdot q_m \cdot \gamma \cdot \eta \cdot \left[a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{1}{V_\phi} + \frac{\tau_{mnp}}{\eta \cdot q_m \cdot \gamma} \right) + a_{o3} \right]}{N \cdot [(1+c) \cdot b_{oN} + \eta]}}. \quad (3.37)$$

З отриманого виразу видно, що при гуртовому відправленні оптимальне значення партії поставки визначається вартістю утримання складського комплексу, іммобілізацією капіталу, розміром регіону та кількістю одержувачів. Пробіг автомобіля по закордонній території та у межах держави від кордону до регіону обслуговування є сталою величиною і не впливає на оптимальну величину відправлення. Крім цього, оптимальне значення партії відправлення визначається вантажопідйомністю задіяного до

перевезень автотранспортного засобу та транспортними характеристиками вантажу.

Результати розрахунку за залежністю (3.34) при значеннях $Q = 3600$ т, $T = 30$ діб, $N = 60$ одержувачів, $S = 800$ км² наведені на рис. 3.5.

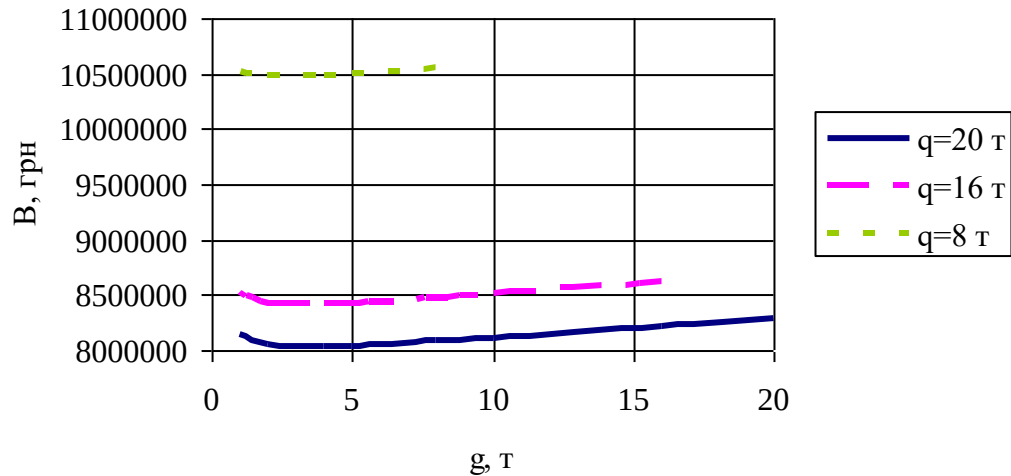


Рисунок 3.5 – Залежність сумарних витрат на постачання від величини партії відправлення та вантажопідйомності автомобіля

З рис. 3.5 видно, що вантажопідйомність автотранспортного засобу задіяного до міжнародних перевезень впливає на вартість виконання постачання вантажу, а не визначає оптимальне значення постачання.

Встановлено, що різниця між оптимальною величиною постачання товару та добовим обсягом споживання зменшується із зростанням останнього. Зміна оптимального значення партії поставки на склад в залежності від обсягу добового споживання товару наведена на рис. 3.6.

Аналіз змінних витрат за залежністю (3.34) вказує на провідну роль фактору іммобілізації витрат ($\eta=4,7$ грн./($\text{т} \cdot \text{доба}$)) (рис. 3.7).

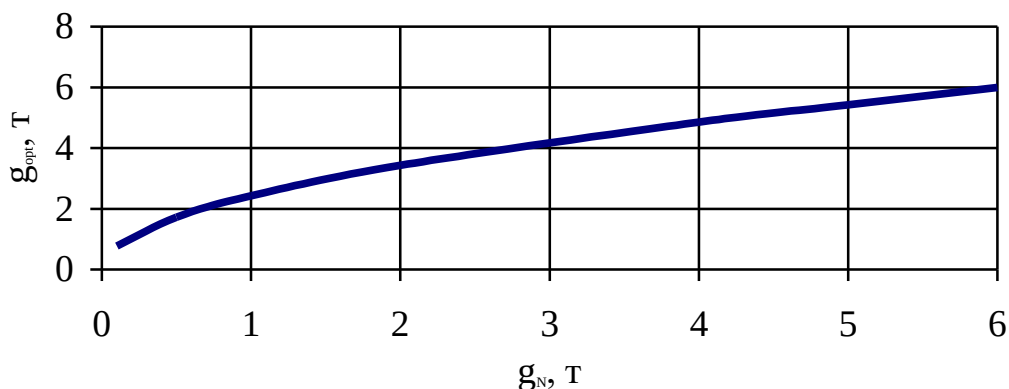


Рисунок 3.6 – Залежність оптимального обсягу постачання від добового споживання товару

Встановлено, що відносна зміна коефіцієнту іммобілізації витрат (при прийнятому базовому значенні $\eta=2$ грн./(T ·доба)) прямо пропорційна відносній зміні сумарних витрат у системі (рис. 3.8).

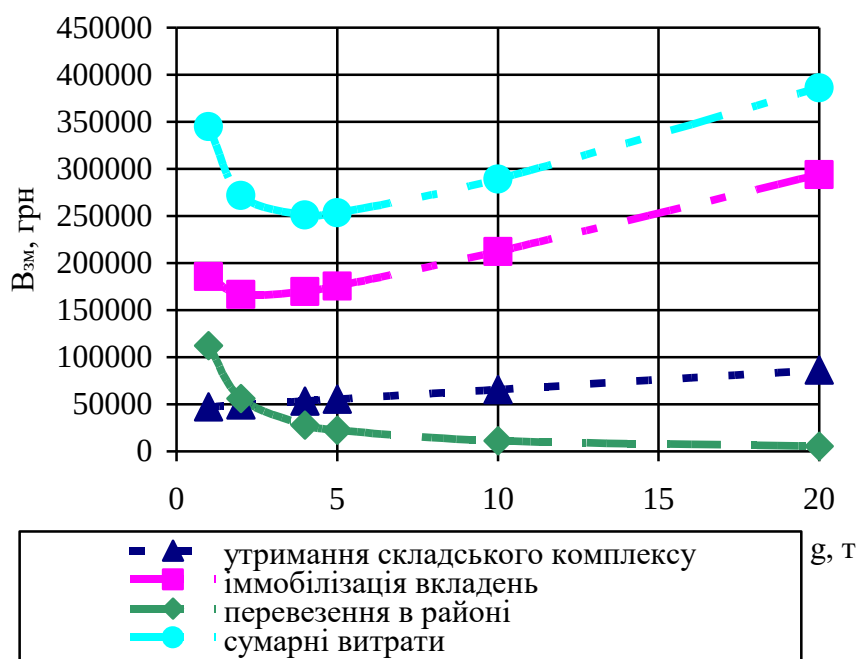


Рисунок 3.7 – Залежність змінних витрат на функціонування транспортно-складської системи від величини партії постачання

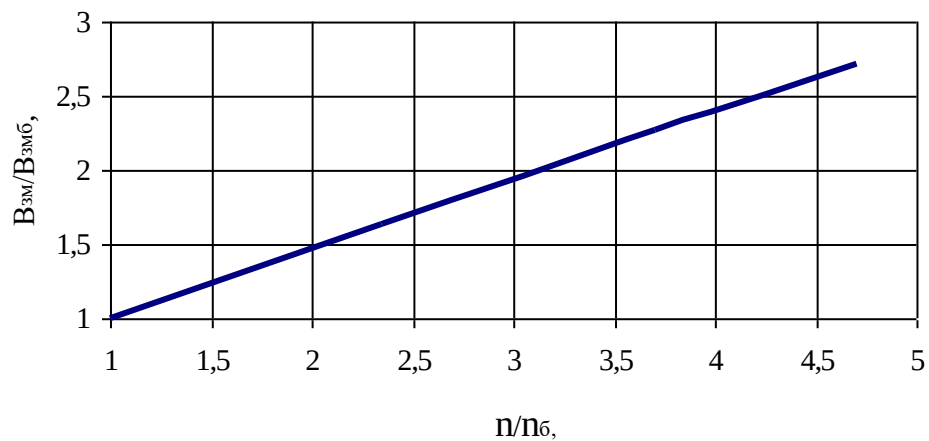


Рисунок 3.8 – Відносна зміна сумарних витрат системи від відносної зміни коефіцієнту іммобілізації

Аналіз впливу площі району обслуговування свідчить про значний вплив цього фактору на територіях, що займають сучасні міста. Із збільшенням площі обслуговування від базового значення ($S = 800 \text{ км}^2$) його вплив зменшується (рис.3.9).

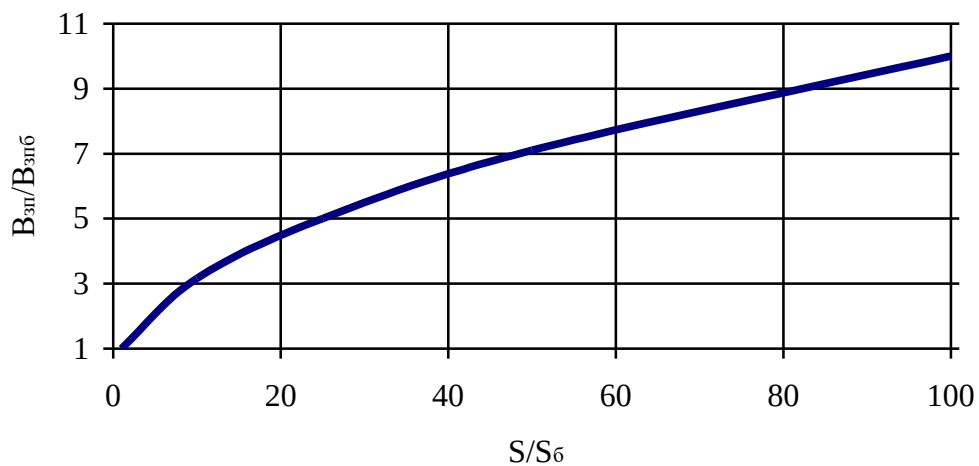


Рисунок 3.9 – Відносна зміна змінних витрат на перевезення від відносної зміни площі обслуговування

Необхідно зазначити, що при рішенні задач на основі виразів (3.34), (3.35) тарифна ставка за 1 км пробігу розраховувалась з використанням емпіричної залежності (3.30). Більш точні результати можливо отримати з використанням залежності (2.25). Її підставлення у вирази (3.34) та (3.35) з

наступним диференціюванням та прирівнянням отриманого результату до 0 призведе до необхідності рішення трансцендентного рівняння. Це вимагатиме використання методів чисельного рішення. В цьому випадку доцільно вести пошук рішення задачі безпосереднім обчисленням складових витрат за функціоналом (3.18) шляхом послідовної зміни значень параметрів управління.

3.1.3 Обґрунтування раціональної організації перевезень при повноавтомобільних відправленнях

При повноавтомобільних відправленнях, коли обсяг вантажу, що відправляється за своїми параметрами використовує повністю вантажопідйомність або об'єм кузову автотранспортного засобу, можливі дві схеми організації перевезень: на основі маятникового та розвізного маршрутів рис. 3.10.

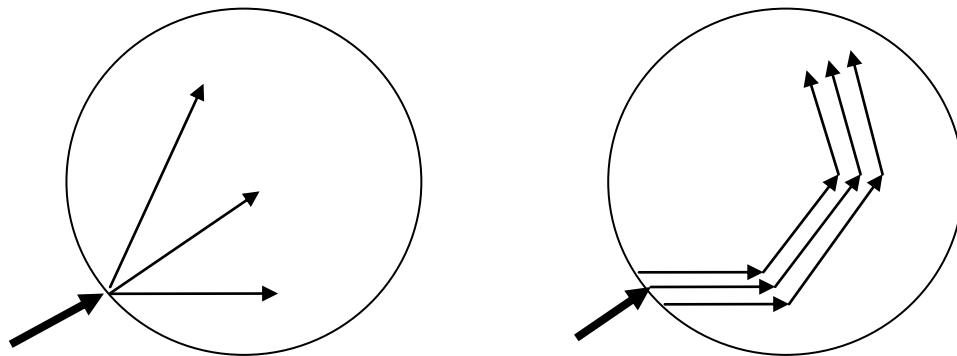


Рисунок 3.10 – Розрахункова схема вибору раціональної організації перевезень

Сенс використання розвізного маршруту полягає у зменшенні страхового та поточного запасів товарів за рахунок збільшення частоти відправлень та зменшення обсягу партії поставок, а також об'єднання страхових запасів пунктів маршруту в один спільний. Необхідною умовою використання цієї організації поставок є координоване управління спільним страховим запасом.

Нехай в один маршрут об'єднані n_N одержувачів однакового вантажу з рівним обсягом постачання товару. За період T перевозять Q тон вантажу.

При впровадженні розвізного маршруту додаткові витрати визначає збільшення пробігу автотранспортного засобу на величину:

$$B_t = \frac{Q \cdot \tau_a \cdot l_s}{g} \cdot (n_N - 1), \quad (3.38)$$

де τ_a – тарифна ставка за 1 км пробігу автомобіля.

В залежності від виду сполучення τ_a може бути визначена за формулами (2.20), (2.24) або (3.30).

Обсяг разового постачання товару на кожний із n_N складів є однаково розподіленою незалежною випадковою величиною з математичним очікуванням $g_1, g_2, \dots, g_N$, та середнім квадратичним відхиленням $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_N$. Із умови задачі відомо, що: $g_1 = g_2 = \dots = g_N = g$; $\sigma_1 = \sigma_2 = \dots = \sigma_N = \sigma$. Створення гіпотетичного складу для зберігання всього товару з математичної точки зору відповідає сумі розподілів випадкових величин. Згідно центральної граничної теореми для однаково розподілених додатків [13] сумарний розподіл наближається до нормального за параметрами: математичне очікування - $g \cdot n_N$; середнє квадратичне відхилення - $\sigma \cdot n_N^{0,5}$.

За таких умов, згідно [63, 111] страховий запас з врахуванням параметру - ξ , що залежить від рівня довірчої ймовірності, визначають за виразом: $\xi \cdot \sigma \cdot n_N^{0,5}$.

Максимальне зменшення витрат, пов'язане із зберіганням товару протягом T діб становитиме:

$$B_{33} = T \cdot b_{36} \cdot \left[\left(\frac{g}{2} + \xi \cdot \sigma \right) \cdot n_N - \frac{g}{2} - \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{n_N} \right]. \quad (3.39)$$

Максимальне зменшення витрат, пов'язане із іммобілізацією капіталу становитиме:

$$B_{zi} = T \cdot \eta \cdot \left[(g + \xi \cdot \sigma) \cdot n_N - g - \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{n_N} \right]. \quad (3.40)$$

Тоді доцільність впровадження запропонованої організації постачання визначається нерівністю:

$$B_{zz} + B_{zi} > B_t \quad . \quad (3.41)$$

Після підстановки в (3.41) виразів (3.38) – (3.40) одержано:

$$T \cdot \left[g \cdot (n_N - 1) \cdot \left(\frac{b_{зб}}{2} + \eta \right) + \xi \cdot \sigma \cdot (n_N - \sqrt{n_N}) \cdot (b_{зб} + \eta) \right] > \frac{Q \cdot \tau_a \cdot l_s}{g} \cdot (n_N - 1) \quad . \quad (3.42)$$

З нерівності (3.42) визначають максимальну відстань між одержувачами:

$$l_s < \frac{T \cdot g}{Q \cdot \tau_a \cdot (n_N - 1)} \cdot \left[g \cdot (n_N - 1) \cdot \left(\frac{b_{зб}}{2} + \eta \right) + \xi \cdot \sigma \cdot (n_N - \sqrt{n_N}) \cdot (b_{зб} + \eta) \right] \quad . \quad (3.43)$$

Якщо нерівність витримується, то доцільним є впровадження запропонованої організації обслуговування складів. Отже, область доцільного використання методу обслуговування групи складів на основі об'єднаного страхового запасу та оперативним його управлінням визначається рівноцінною відстанню між одержувачами, тобто відстанню, при якій ефективність обох розглянутих методів обслуговування складів згідно прийнятого критерію є однаковою (рис.3.11).

Виконані розрахунки свідчать, що збільшення кількості складів у автомобільному маршруті потребує компактнішого їх розташування (рис. 3.11).

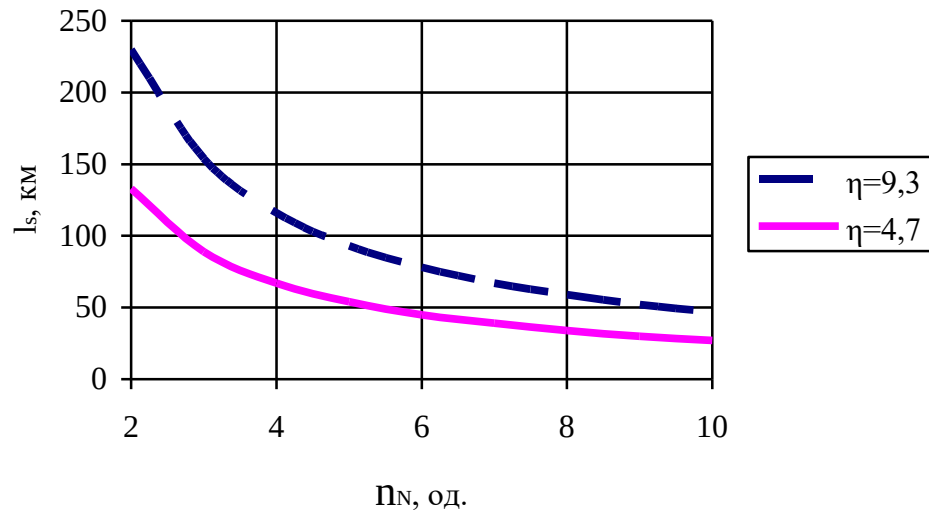


Рисунок 3.11 – Залежність рівноцінної відстані між складами при виборі методу постачання товару від кількості пунктів заїзду та коефіцієнту іммобілізації капіталу

При цьому чим дешевша вартість товару тим менше повинні бути віддалені один від одного пункти заїзду на маршруті.

3.2 Умова збільшення кількості ієрархічних рівнів у розподільчій системі

Одним із важливих аспектів розбудови розподільчої системи є встановлення кількості її рівнів. Для цього розглянемо наступну задачу.

Нехай у регіон площею S з-за кордону постачають продукцію з інтервалом часу T . Інтенсивність споживання товару становить λ з одиниці площі S . В регіоні діє ієрархічна система з N складів, які забезпечують потреби споживачів. Всі склади одного ієрархічного рівня обслуговують однакову площу (район) та апроксимуються колами.

Визначимо умову доцільності впровадження дворівневої розподільчої системи. Дворівнева система відрізняється від однорівневої тільки витратами на перевантаження вантажу та перевезення у межах регіону. При величині партії відправлення (q_m) набагато більшій за масу, що отримує один склад

(g_N) , $q_m \gamma \gg g_N$, доставка вантажу виконується на розвізному маршруті. З урахуванням того, що багатьма дослідниками [48, 78, 91] та на основі власних досліджень (розділ 2.4) доведено, що вартість автомобільних перевезень прямо пропорційна вантажопідйомності автомобіля та відстані перевезень, одержана залежність:

$$B_p = (a_\tau + b_\tau \cdot q \cdot \gamma) \cdot L_p, \quad (3.44)$$

де a_τ та b_τ – коефіцієнти, що визначають постійну та змінну складові витрат;

L_p – довжина розвізного маршруту у регіоні.

З урахуванням того, що рух по розвізному маршруту починається з межі регіону в напрямку першого пункту розвантаження із середньою відстанню, що дорівнює відстані між сусідніми складами, а також залежностей (3.7) – (3.9), маємо :

$$L_{pm} = a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot N = a_1 \cdot \sqrt{S \cdot N}. \quad (3.45)$$

Тоді витрати на перевезення складуть:

$$B_{pm} = (a_m + b_m \cdot q_m) \cdot a_1 \cdot \sqrt{S \cdot N}, \quad (3.46)$$

де a_m і b_m – емпіричні коефіцієнти тарифної ставки для перевезень у міжнародному сполученні.

q_m – вантажопідйомність автотранспортного засобу, що використовують на міжнародних перевезеннях.

При перевантаженні вантажу через розподільчий склад на автотранспортні засоби меншої вантажопідйомності з подальшим розвезенням його по складах одержувачів витрати на перевезення становитимуть:

$$B_{ppn} = (a_p + b_p \cdot q_p) \cdot a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \frac{N \cdot q_p \cdot \gamma_p}{q_m \cdot \gamma_m} \cdot \frac{q_m \cdot \gamma_m}{q_p \cdot \gamma_p}, \quad (3.47)$$

де q_p – вантажопідйомність автотранспортного засобу, що використовується на розвізному маршруті виключно у регіональному сполученні;

γ_p – коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля, що використовується у внутрішньо регіональному сполученні;

a_p і b_p – емпіричні коефіцієнти тарифної ставки для перевезень у регіональному сполученні.

Витрати на перевантаження вантажу можливо визначити за формулою:

$$B_{np} = 2 \cdot b_{np} \cdot q_m \cdot \gamma_m, \quad (3.48)$$

де b_{np} – вартість вантажної операції з однією тонною вантажу.

Тоді умова доцільності впровадження пункту перевантаження має вираз:

$$B_{pm} - B_{ppn} - B_{np} > 0. \quad (3.49)$$

Після підстановки (3.46) - (3.48) в (3.49) та відповідних перетворень одержана умова доцільності впровадження нового рівня складів у розподільчу систему:

$$N > \frac{1}{S \cdot a_1^2} \left(\frac{2 \cdot b_{np} \cdot q_m \cdot \gamma_m}{a_m - a_p + b_m \cdot q_m - b_p \cdot q_p} \right)^2. \quad (3.50)$$

Якщо перевезення відбуваються у межах однієї території, тобто відсутня різниця у тарифних ставках, то вираз (3.50) приймає вигляд;

$$N > \frac{1}{S} \left(\frac{2 \cdot b_{np} \cdot \gamma_m}{a_1 \cdot b_p \cdot (1-k)} \right)^2, \quad (3.51)$$

$$k = \frac{q_p}{q_m}. \quad (3.52)$$

Отже, перехід з однорівневої розподільчої системи на дворівневу визначається вартістю вантажних робіт, параметром складової вартості від вантажопідйомності автотранспортного засобу, величиною території, масою поставки одному споживачу та їх кількістю.

Необхідно зазначити, що при встановлені умови (3.51) не враховано вартість утримання пункту перевантаження. Тому даний вираз є необхідною умовою але недостатньою для прийняття рішення. Отже, якщо умова (3.51) виконується, то постає питання про можливість впровадження нового рівня складів у розподільчій системі.

Підстановка значень у нерівність (3.50) показує, що перевезення гуртових відправлень доцільно здійснювати з перевантаженням на кордоні. Це пояснюється суттєвою різницею в тарифах на міжнародні та місцеві перевезення.

При регіональних перевезеннях за умови $q_p = g_N$ та з урахуванням вантажопідйомності автомобілів, що знаходяться у експлуатації був одержаний графік, що дозволяє за основними параметрами розподільчої системи діагностувати можливість збільшення її ієрархічних рівнів (рис. 3.12).

З рис. 3.12 видно, що із зменшенням партії постачання мінімальний поріг у кількості складів для однієї площі зменшується. В цілому із збільшенням території та зменшенням величини постачання товару доцільність підвищення рівня розподільчої системи зростає.

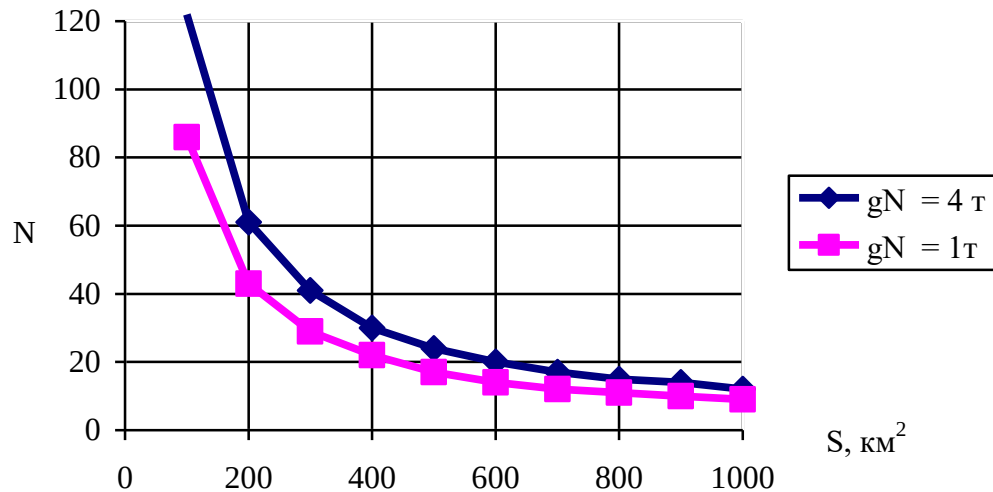


Рисунок 3.12 – Залежність мінімальної кількості складів для збільшення ієрархічного рівня системи від площі регіону та партії постачання

Аналіз стандартного ряду вантажопідйомності автомобілів та кількості пунктів заводу, яку рекомендовано включати у розвізні маршрути, надає підстави стверджувати, що автомобільний транспорт може забезпечувати одноосібно обслуговування розподільчих систем, що мають не більше трьох рівнів.

3.3 Розробка моделей та методів для удосконалення дворівневої розподільчої системи

3.3.1 Моделювання функціонування дворівневої розподільчої системи

Нехай у регіон площею S з-за кордону постачають продукцію в обсязі Q з інтервалом часу T . Інтенсивність споживання товару становить λ з одиниці площі. В регіоні діє дворівнева система з N складів нижнього рівня та Z розподільчих складів, на яких зберігається страховий запас. Наявність розподільчих складів викликає необхідність уточнення критерію

ефективності розподільчої системи (3.18). Тому при проектуванні дворівневої розподільчої системи загальні витрати визначають за виразом:

$$B_{\text{заг}} = B_{oN} + B_{eN} + B_{oZ} + B_{eZ} + B_{np} + B_{зк} + B_{mp} + B_{of}, \quad (3.53)$$

де B_{oZ} – витрати на оренду приміщень розподільчих складів, грн.;

B_{eZ} – експлуатаційні витрати розподільчих складів, грн..

Витрати на оренду складів нижнього рівня, на відміну від залежності (3.20) визначають за формулою:

$$B_{oN} = a_{oN} + b_{oN} \cdot g. \quad (3.54)$$

Тоді з врахуванням (3.21) витрати пов'язані з утриманням складів нижнього рівня за період T становлять:

$$B_{oN} + B_{eN} = N \cdot T \cdot (1 + c) \cdot (a_{oN} + b_{oN} \cdot g). \quad (3.55)$$

Витрати на оренду розподільчих складів залежать від їх кількості та місткості. В кожному із розподільчих складів може бути накопичено обсяг вантажу, що не перевищує одноразовий обсяг постачання у всі закріплені за ними склади нижнього рівня із необхідним страховим запасом. Тоді максимальна маса вантажу описується формулою:

$$g_c = \frac{g \cdot N}{Z} + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{\frac{N}{Z}}. \quad (3.56)$$

З урахуванням партії постачання та страхового запасу за умови незалежності σ від g витрати на аренду складу визначають за формулою:

$$B_{oZ} = a_{oN} + b_{oN} \cdot \left(\frac{g \cdot N}{Z} + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{\frac{N}{Z}} \right), \quad (3.57)$$

а на оренду Z складів:

$$B_{oz} \cdot Z = a_{oN} \cdot Z + b_{oN} \cdot (g \cdot N + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N \cdot Z}). \quad (3.58)$$

Тоді витрати на утриманням Z розподільчих складів за період T становлять:

$$B_{oZ} + B_{eZ} = T \cdot (1 + c) \cdot (a_{oN} \cdot Z + b_{oN} \cdot (g \cdot N + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N \cdot Z})). \quad (3.59)$$

Витрати на вантажні роботи, що визначає обсяг вантажу (Q), вартість виконання однієї вантажної операції та їх кількість, розраховують за формулою (3.23).

Оцінка витрат від іммобілізації капіталу у поставці з урахуванням страхового запасу становить:

$$B_{зкQ} = \eta \cdot T \cdot (g \cdot N + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N \cdot Z}). \quad (3.60)$$

Для розрахунку оцінки витрат від іммобілізації капіталу за період виконання транспортних операцій необхідно визначити параметри маршруту руху, які відрізняються від маршрутів однорівневої системи.

Перевезення у дворівневій системі складаються з ділянок руху, що знаходяться на іноземній території та на національній території від кордону до регіонального складу. Зазвичай приймають, що цей склад розташований у геометричному центрі регіону. Другу частину перевезення складають місцеві розвізні маршрути по території регіону автомобілями меншої вантажопідйомності.

Величина пробігу автотранспортного засобу, що виконує міжнародний рейс становить:

$$L_{mp2} = L_{mn} + L_{вн} + a_2 \cdot \sqrt{S}, \quad (3.61)$$

$$a_2 = \frac{\varphi}{\sqrt{\pi}}. \quad (3.62)$$

Величину пробігу автотранспортного засобу по території регіону визначають на основі розрахункової схеми, яка наведена на рис.3.3, за виразом:

$$L_{pv} = a_1 \cdot \left(\sqrt{\frac{S}{Z}} + \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{q_p \cdot \gamma}{g} - 1 \right) \right), \quad (3.63)$$

де q_p – вантажопідйомність автотранспортного засобу на регіональних маршрутах.

Для спрощення подальших викладок приймемо $\gamma=1$.

Тривалість оформлення документів визначається за залежністю (3.26), а тривалість руху у міжнародному сполученні оцінюють за виразом (3.27). З урахуванням цих залежностей та збільшення загального терміну доставки вантажу на одну добу, для врахування тривалості операцій у розподільчому центрі, на основі виразу (3.25) одержана оцінка витрат від іммобілізації капіталу за період виконання транспортних операцій:

$$B_{зкт} = \eta \cdot Q \cdot \left(3 + \frac{1}{V_o} \cdot \left(L_{mn} + L_{вн} + a_2 \cdot \sqrt{S} + 2 \cdot a_1 \cdot \left(\sqrt{\frac{S}{Z}} + \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{q_p}{g} - 1 \right) \right) \right) \right). \quad (3.64)$$

У формулі (3.64) коефіцієнт 2 враховує зменшення добової швидкості при русі на розвізному маршруті в регіоні.

Витрати на оформлення відправлення в автомобільному сполученні визначають за формулою (3.28), а витрати на вантажі роботи за виразом (3.23).

Витрати на перевезення від відправника до розподільчого центру становлять:

$$B_{mpз} = \frac{Q}{q_m} \cdot (L_{mn} + L_{вн} + a_2 \cdot \sqrt{S}) \cdot (a_m + b_m \cdot q_m), \quad (3.65)$$

а витрати на перевезення від розподільчого центру до одержувача за умови, що партія постачання не менша попиту на товар за період між постачаннями, визначає залежність:

$$B_{mpз} = \frac{Q}{q_p} \cdot a_1 \cdot \left(\sqrt{\frac{S}{Z}} + \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{q_p}{g} - 1 \right) \right) \cdot (a_p + b_p \cdot q_p). \quad (3.66)$$

Після підстановки у (3.53) формул (3.23), (3.25), (3.55) – (3.66) одержано:

$$\begin{aligned} B_{заг} = & T \cdot N \cdot (1+c) \cdot (a_{oN} + b_{oN} \cdot g) + T \cdot (1+c) \cdot (a_{oN} \cdot Z + b_{oN} \cdot (g \cdot N + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N \cdot Z})) + Q \cdot b_{np} \cdot n_{np} + \\ & + \eta \cdot T \cdot (g \cdot N + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N \cdot Z}) + \eta \cdot Q \cdot \left(3 + \frac{1}{V_\phi} \cdot \left(L_{mn} + L_{вн} + a_2 \cdot \sqrt{S} + 2 \cdot a_1 \cdot \left(\sqrt{\frac{S}{Z}} + \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{q_p}{g} - 1 \right) \right) \right) \right) \cdot (3.67) \\ & + \frac{Q \cdot b_{o\phi}}{q_m} + \frac{Q}{q_m} \cdot (L_{mn} + L_{вн} + a_2 \cdot \sqrt{S}) \cdot (a_m + b_m \cdot q_m) + \frac{Q}{q_p} \cdot a_1 \cdot \left(\sqrt{\frac{S}{Z}} + \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{q_p}{g} - 1 \right) \right) \cdot (a_p + b_p \cdot q_p) \end{aligned}$$

Отримана залежність шляхом варіювання змінних g та Z дозволяє знайти мінімальне значення сумарних витрат за залежністю (3.53).

На основі вихідних даних розрахунку однорівневої розподільчої системи, що наведені у підрозділі 3.1.2 та $Q = 1800$ т, був виконаний розрахунок дворівневої розподільчої системи з одним розподільчим складом. Співставлення результатів розрахунку свідчить на користь дворівневої системи (рис. 3.12). Необхідно зазначити, що подвійне збільшення витрат

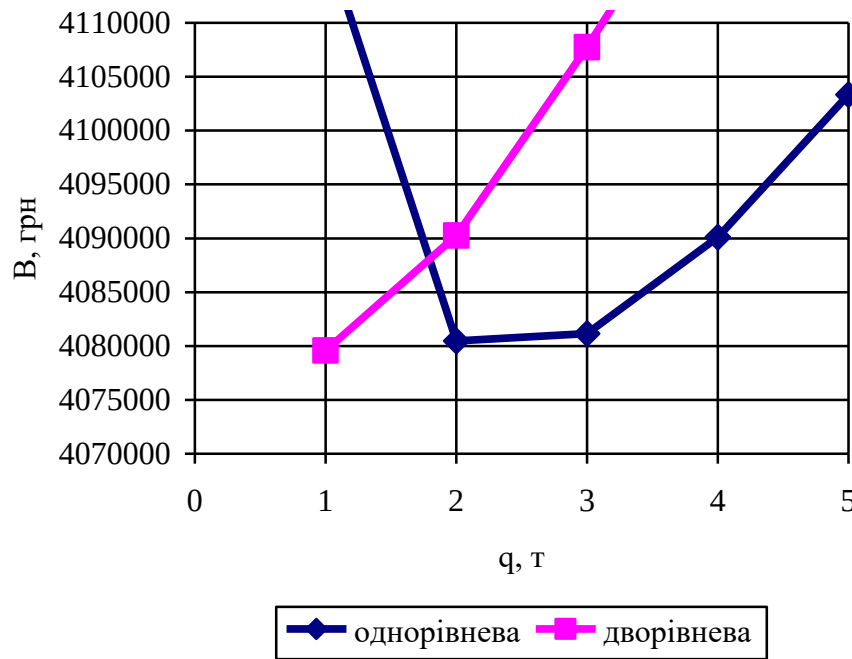


Рисунок 3.12 – Залежність витрат від величини партії постачання для одно- та дворівневих розподільчих систем

на вантажні операції та додаткові витрати на оренду та експлуатаційні витрати були з надлишком компенсовані за рахунок зменшення обсягів страхового запасу без зменшення надійності обслуговування клієнтів, а також зменшення вартості регіональних перевезень за рахунок різниці у тарифних ставках міжнародних і національних перевезень.

Виконані розрахунки свідчать, що впровадження розподільчих складів викликає зменшення партії поставки у склади нижнього рівня.

3.3.2 Оптимізація партії поставки в дворівневій розподільчій системі

З рівняння (3.67) видно, що загальні витрати для заданого регіону із відомим закордонним постачальником товару визначаються двома показниками g та Z . Для встановлення їх значень, що забезпечують отримання мінімального значення сумарних витрати на доставку товарів знімемо тимчасово вимогу на цілочисельність показника Z . Так як функція

$B_{заг}(g, Z)$ безперервна та має безперервні частинні похідні по g та Z , то для пошуку оптимальних значень g^* та Z^* продиференціюємо її:

$$\frac{\partial B_{заг}}{\partial g} = T \cdot N \cdot (2 \cdot (1+c) \cdot b_{oN} + \eta) - \frac{Q \cdot a_1}{g^2} \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{2 \cdot \eta \cdot q_p}{V_o} + a_p + b_p \cdot q_p \right), \quad (3.68)$$

$$\frac{\partial B_{заг}}{\partial Z} = T \cdot (a_{oN} \cdot (1+c) + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N} \cdot (b_{oN} \cdot (1+c) + \eta) \cdot Z^{-0,5}) - \frac{Q \cdot a_1 \cdot \sqrt{S}}{2} \cdot \left(\frac{2 \cdot \eta}{V_o} + \frac{a_p + b_p \cdot q_p}{q_p} \right) \cdot Z^{-1,5}. \quad (3.69)$$

Після підстановки (3.22) у вирази (3.68) та (3.69) одержаний результат прирівнюємо до 0:

$$\begin{cases} T \cdot N \cdot (2 \cdot (1+c) \cdot b_{oN} + \eta) - \frac{Q \cdot a_1}{g^2} \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{2 \cdot \eta \cdot q_p}{V_o} + a_p + b_p \cdot q_p \right) = 0 \\ T \cdot (a_{oN} \cdot (1+c) + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N} \cdot (b_{oN} \cdot (1+c) + \eta) \cdot Z^{-0,5}) - \frac{Q \cdot a_1 \cdot \sqrt{S}}{2} \cdot \left(\frac{2 \cdot \eta}{V_o} + \frac{a_p + b_p \cdot q_p}{q_p} \right) \cdot Z^{-1,5} = 0 \end{cases} \quad (3.70)$$

Таким чином, одержуємо систему із двох рівнянь з двома невідомими. Рішення системи із двох нелінійних рівнянь з двома невідомими g та Z забезпечує отримання оптимальних значень g^* та Z^* .

Рішення першого рівняння системи (3.70) дозволяє отримати оптимальне значення величини постачання в складі нижнього рівня:

$$g^* = \sqrt{\frac{Q \cdot a_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{N}} \cdot \left(\frac{2 \cdot \eta \cdot q_p}{V_o} + a_p + b_p \cdot q_p \right)}{T \cdot N \cdot (2 \cdot (1+c) \cdot b_{oN} + \eta)}}. \quad (3.71)$$

Для рішення другого рівняння системи (3.70) виконаємо заміну:

$$Z^{-0,5} = Y, \quad (3.72)$$

та розділимо рівняння почлено на коефіцієнт при змінній $Z^{1.5}$, в наслідок чого одержимо:

$$Y^3 + p \cdot Y + \zeta = 0, \quad (3.73)$$

$$p = -\frac{T \cdot \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N} \cdot (b_{oN} \cdot (1+c) + \eta)}{\frac{Q \cdot a_1 \cdot \sqrt{S}}{2} \cdot \left(\frac{2 \cdot \eta}{V_o} + \frac{a_p + b_p \cdot q_p}{q_p} \right)}, \quad (3.74)$$

$$\zeta = -\frac{T \cdot a_{oN} \cdot (1+c)}{\frac{Q \cdot a_1 \cdot \sqrt{S}}{2} \cdot \left(\frac{2 \cdot \eta}{V_o} + \frac{a_p + b_p \cdot q_p}{q_p} \right)}. \quad (3.75)$$

Рівняння (3.73) є «неповним» кубічним рівнянням, яке має один дійсний та два комплексних корені, що не мають фізичного змісту для рішення задачі. Для рішення рівняння (3.73) використовують формулу Кардано [46].

$$Y = \sqrt[3]{-\frac{\zeta}{2} + \sqrt{\left(\frac{\zeta}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}} + \sqrt[3]{-\frac{\zeta}{2} - \sqrt{\left(\frac{\zeta}{2}\right)^2 + \left(\frac{p}{3}\right)^3}}. \quad (3.76)$$

Після підстановки рішення (3.76) в (3.72) одержане дійсне число необхідно округлити до найближчого цілого числа тому, що результати розрахунку свідчать про повільну зміну витрат системи біля оптимального значення (рис. 3.13).

Результати виконаних розрахунків ставлять під сумнів допущення авторів [91, 101], що за кожним розподільчим складом закріплюють стільки низових складів скільки є розподільчих.

Необхідно зазначити, що при описі моделі та аналітичних викладках використовувалась спрощена залежність тарифної ставки на 1 км пробігу.

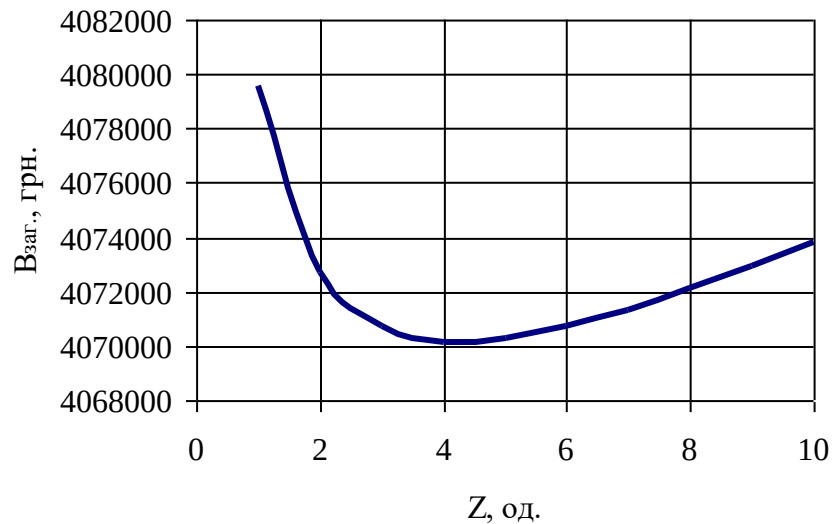


Рисунок 3.13 – Залежність загальних витрат у системі від кількості розподільчих центрів (Z)

Використання залежності (2.25) з більш адекватним відображенням тарифних ставок у широкому діапазоні значень зміни протяжності маршрутів потребуватиме для рішення задачі використання графічних або чисельних методів.

Для встановлення доцільності впровадження трирівневої розподільчої системи можливо повторно виконати наведені розрахунки, прийнявши розподільчий центр вищого рівня за відправника.

Отже, наведена методика розрахунку дозволяє визначити кількість рівнів у розподільчій системі товарів з урахуванням транспортних технологій.

3.4 Оцінка надійності функціонування ланцюга постачання товарів

Процес надійності представимо у формі ймовірності відмови ланцюга постачань, що визначається сумою ймовірностей безумовної відмови у доставці вантажу та відносних відмов транспортування і роботи складу

(підрозділ 2.3). Тобто настання однієї із подій викликає збій у постачанні товару споживачу. Недоліком розрахунку за формулами (2.16) і (2.17) є незручність користування, яку можливо оминати шляхом розрахунку ймовірності настання протилежної події [13].

У практичній діяльності більш прийнятним показником є не відмова, а ймовірність безвідмовного функціонування процесу. У нашому випадку це означає, що три незалежні випадкові події повинні відбутись одночасно, тобто ймовірність настання події безвідмовного функціонування процесу визначає добуток ймовірності незалежних подій безвідмовної роботи складових процесу постачання товарів [13]:

$$P_{\text{л}} = P_{\text{н}} \cdot P_{\text{ен}} \cdot P_{\text{с}}, \quad (3.77)$$

де $P_{\text{л}}$ – ймовірність безвідмовного функціонування ланцюга постачань;

$P_{\text{н}}$ – ймовірність безумовного здійснення перевезень;

$P_{\text{ен}}$ – ймовірність здійснення перевезень без порушення термінів доставки;

$P_{\text{с}}$ – ймовірність наявності товару на складі.

Дані характеристики можливо визначити на основі статистичних спостережень.

Розглянемо методи встановлення перелічених характеристик.

Ймовірність безумовного здійснення перевезень характеризує інтенсивність настання подій та відносна частота настання події.

Інтенсивність настання події визначається з виразу [13]:

$$\lambda_{\text{н}} = \frac{m}{T}, \quad (3.78)$$

де m – кількість рейсів виконаних із втратою або пошкодженням вантажу;

T – тривалість спостереження.

Відносну частоту настання події розраховують за залежністю [9]:

$$k_n = 1 - \frac{m}{M}, \quad (3.79)$$

де M – загальна кількість виконаних рейсів.

Потоку подій відмов в роботі автомобільного транспорту притаманний випадковий характер з експоненціальним розподілом інтервалів часу між подіями [52, 56, 59, 96, 99, 100, 118, 133, 134]. Тому ймовірність безумовного здійснення перевезень описується залежністю:

$$P_n = k_n \cdot e^{-\lambda_n \cdot t_p}, \quad (3.80)$$

де t_p – тривалість виконання рейсу.

Так як процес перевезень має циклічний характер і по завершенню циклу відбувається відновлення функціональних властивостей його складових, то розрахунок по формулі (3.80) обмежується тривалістю виконання рейсу.

Ймовірність здійснення перевезень без порушення термінів доставки, або з їх порушеннями, що не викликають збоїв у постачанні товарів споживачам визначають за залежностями [9]:

$$\lambda_{en} = \frac{m_{en}}{T - T_e}, \quad (3.81)$$

де T_e – сумарний час відсутності товару на складі за весь час спостереження;

m_{en} – кількість випадків відсутності товару.

$$T_e = \sum_{i=1}^m \left(t_{e,i} - \frac{\xi \cdot \sigma}{\lambda_{cn}} \right), \quad \text{якщо} \quad \frac{\xi \cdot \sigma}{\lambda_{cn}} < t_p, \quad (3.82)$$

де $t_{e,i}$ – тривалість часу від початку витрачання страхового запасу до надходження чергової поставки;

λ_{cn} – інтенсивність споживання товару.

Залежність (3.82) встановлює функціональний зв'язок між процесом перевезень та роботою складу.

Відносна частота події [9]:

$$k_{en} = 1 - \frac{T_e}{T}. \quad (3.83)$$

Тоді ймовірність здійснення перевезення без порушень графіку перевезень, що призвели до розриву потоку постачання товарів визначають за формулою:

$$P_{en} = k_{en} \cdot e^{-\lambda_{en} \cdot t_p}. \quad (3.84)$$

Складові для розрахунку ймовірності безвідмовного функціонування складу визначають у наступній послідовності.

Умовний термін затримки із-за порушення обсягів постачання з урахуванням прийнятих в роботі позначень визначає формула [9, 89]:

$$T_y = \frac{\sum_{i=1}^{m_c} (Q_{\phi,i} - Q_{n,i})}{\lambda_{cn}}, \quad \text{якщо } Q_{\phi,i} < Q_{n,i}, \quad (3.85)$$

де $Q_{\phi,i}$ і $Q_{n,i}$ – обсяги постачань, відповідно, фактичний та плановий;

m_c – кількість випадків відсутності товару із-за обсягу постачання менше планового.

Інтенсивність настання події [9, 89]:

$$\lambda_c = \frac{m_c}{T - T_y}. \quad (3.86)$$

Коефіцієнт виконання планового завдання за обсягом постачань [9, 89]:

$$k_c = 1 - \frac{T_y}{T}. \quad (3.87)$$

Ймовірність дотримання планових обсягів постачань з урахуванням тривалості циклу постачань визначається за формулою [9, 89]:

$$P_c = k_c \cdot e^{-\lambda_c \cdot t_n}, \quad (3.88)$$

де t_n – тривалість часу між суміжними постачаннями.

Після підстановки (3.80), (3.84), (3.88) в (3.77) одержано:

$$P_{\text{л}} = k_n \cdot e^{-\lambda_n \cdot t_p} \cdot k_{\text{ен}} \cdot e^{-\lambda_{\text{ен}} \cdot t_p} \cdot k_c \cdot e^{-\lambda_c \cdot t_n}. \quad (3.89)$$

Використання залежності (3.89) дозволяє визначати коливання надійності функціонування ланцюга постачань, як складової розподільчої системи постачань товарів, від різних організаційних та технологічних заходів.

З аналізу (3.89) зрозуміло, що ймовірність надійної роботи розподільчої системи може бути підвищена не тільки за рахунок страхових запасів, але й збільшенням терміну перестрахування, або збільшенням швидкості постачання понад планову, або зміною методу організації перевезень, або зменшенням регламентних простоїв, або скороченням середнього терміну відновлення працездатності транспорту. Тобто, теоретично можливо ліквідувати ймовірність настання відносної відмови через урахування можливих відмов окремих елементів. Визначення відмов

окремих елементів та розробка моделі структурних зв'язків дозволяє розробити перелік дієвих заходів із підвищення надійності транспортного процесу, таких як, наприклад:

- створення резерву потужності парку транспортних засобів;
- формування оптимальної структури парку;
- удосконалення процесів управління використанням наявного парку;
- удосконалення інформаційного забезпечення перевезень, за допомогою використання сучасних засобів зв'язку та телекомунікацій;
- диференціація тарифів в залежності від надійності та якості транспортного обслуговування;
- забезпечення надійності функціонування системи «автомобіль-водій», як основної складової надійності транспортного процесу;
- прогнозування експлуатаційних показників транспортного процесу та використання ефективних методів та систем планування перевезень.

Розглянемо два приклади використання запропонованого алгоритму оцінки надійності логістичного ланцюга.

Порівняємо надійність ланцюгів постачань товарів автомобільним транспортом у міжнародному та національному сполученні, якщо склади забезпечують виконання робіт із надійністю 0,95 інші характеристики наведені в таблиці 2.1.

Частота виконаних рейсів без претензій замовників перевезень розраховується за формулою (3.79). З таблиці 2.1 відомо відношення:

$$\frac{m}{M} = 0,005, \quad (3.90)$$

тоді $k_n = 1 - 0,005 = 0,995$.

Нехай автомобіль в середньому працює 250 днів та виконує 24 оборотних рейсів за рік. При виконанні 1000 рейсів очікується 5 випадків з наріканнями від замовників перевезень. Для досягнення цього результату потрібно відпрацювати T автомобіле-днів:

$$T = \frac{1000 \cdot 250}{24} = 10417. \quad (3.91)$$

За виразом (3.78) знаходимо інтенсивність настання небажаних подій:

$$\lambda_n = \frac{5}{10417} = 0,0005. \quad (3.92)$$

При середній тривалості рейсу 5 діб, ймовірність безумовного здійснення перевезень становить (3.80):

$$P_n = 0,995 \cdot e^{-0,0005 \cdot 5} = 0,993. \quad (3.93)$$

Розрахуємо показники здійснення перевезень без порушення термінів доставки:

$$k_n = 1 - 0,015 = 0,985, \quad (3.94)$$

$$\lambda_n = \frac{15}{10417} = 0,0014, \quad (3.95)$$

$$P_{вн} = 0,985 \cdot e^{-0,0014 \cdot 5} = 0,978. \quad (3.96)$$

Тоді ймовірність надійної роботи логістичного ланцюга у міжнародному сполученні становить (3.77):

$$P_{\lambda} = 0,993 \cdot 0,978 \cdot 0,95 = 0,923. \quad (3.97)$$

Аналогічні розрахунки були виконані для умов функціонування логістичного ланцюга на національній території. При цьому прийнято

середня кількість рейсів за рік 500 і 2 за добу. Порівняння результатів оцінки надійності ланцюгів наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунків надійності логістичних ланцюгів

Вид ланцюга постачань	Міжнародний	Національний
Ймовірність безумовного здійснення перевезень	0,993	0,985
Ймовірність здійснення перевезень без порушення термінів доставки	0,978	0,923
Ймовірність наявності товару на складі	0,950	0,950
Ймовірність безвідмовного функціонування ланцюга постачань	0,923	0,864

Розглянемо визначення надійності роботи логістичного ланцюга за даними наведеними в таблиці 3.2.

Ймовірність безвідмовного функціонування ланцюга постачань визначалась за умови тривалості часу між суміжними відправленнями товару – 30 діб.

Встановлено, що збільшення початкового страхового запасу в два рази підвищує значення ймовірності безвідмовного функціонування ланцюга постачань на 15,2 % при тривалості спостереження один рік.

Отже, запропонований підхід до оцінки надійності ланцюга постачань дозволяє виявити проблеми функціонування розподільчої системи та здійснити пошук способів їх вирішення.

Таблиця 3.2 – Розрахунок надійності ланцюга постачань при експоненціальному розподілі інтенсивності відмов

Показник	Значення												Σ або середнє
Інтервал часу, дні	01.-31.01	01.-28.02	01.-31.03	01.-30.04	01.-31.05	01.-30.06	01.-31.07	01.-31.08	01.-30.09	01.-31.10	01.-30.11	01.-31.12	
Дата постачання планова, дні	15.01	15.02	15.03	15.04	15.05	15.06	15.07	15.08	15.09	15.10	15 .11	15.12	
Дата постачання фактична, дні	15.01	13.02	20.03	25.04	01.06	28.06	15.07	15.08	18.09	15.10	15 .11	20.12	
Тривалість інтервалу, дні	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Сума тривалості інтервалів, дні	31	59	90	120	151	181	212	243	273	304	334	365	
Спізнення , дні	0	0	5	10	17	13	0	0	3	0	0	5	79
Обсяг постачання плановий, кг	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	7200
Обсяг постачання фактичний, кг	600	600	600	800	1000	600	500	200	400	400	800	700	7200
Обсяг недопоставки, кг	0	0	0	0	0	0	-100	-400	-200	-200	0	0	-900
Обсяг страхового запасу, кг	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Інтенсивність споживання товару, кг/день	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Обсяг товару на кінець місяця, кг	380	420	380	700	80	1000	880	280	60	80	500	600	
Кількість днів відсутності товару, дні	0	0	0	5	0	0	0	0	3	12	11	0	31
Кількість випадків відсутності товару				1					1	1	1		
Лвп	0	0	0	0,00869	0,00685	0,00568	0,00483	0,0042	0,00373	0,00334	0,00304	0,00277	
Квп	1	1	1	0,95833	0,96689	0,97237	0,97641	0,97942	0,98168	0,98355	0,98503	0,98630	
Рвп	1	1	1	0,73828	0,78729	0,81998	0,84468	0,86343	0,87772	0,88966	0,89918	0,90744	
Лс	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00403	0,00743	0,01038	0,00938	
Кс	1	1	1	1	1	1	1	1	0,98901	0,95066	0,92216	0,92877	
Рс	1	1	1	1	1	1	1	1	0,87638	0,75508	0,67540	0,69442	
Рл	1	1	1	0,73828	0,78729	0,81998	0,84468	0,86343	0,76922	0,67176	0,60731	0,63014	

3.5 Висновки до розділу 3

Аналіз наукових підходів та методів організації перевезень у однорівневій розподільчій системі товарів, що враховує особливості міжнародних та національних перевезень та інтенсивність попиту на товар, дозволив аналітично визначити оптимальну партію постачання, яка забезпечує мінімальні витрати у системі. Крім цього, встановлено, що пробіг автомобіля від відправника до території обслуговування, а також його вантажопідйомність, не визначають оптимальну партію поставки. Виявлено, що різниця між оптимальною партією постачання товару та добовим обсягом споживання зменшується з його ростом.

Вперше запропоновано метод обслуговування групи складів при повноавтомобільних відправленнях на основі об'єднаного страхового запасу та оперативного його управління. Також встановлено умови його застосування.

Уточнена умова доцільності впровадження нового ієрархічного рівня у розподільчій системі, яка передбачає співставлення вартості вантажних робіт та вантажопідйомності автомобілів, задіяних у перевезеннях на різних рівнях системи, що спрощує аналіз таких об'єктів.

На основі розробленої моделі дворівневої розподільчої системи встановлені аналітичні залежності визначення оптимальної кількості розподільчих центрів та обсягу партії постачань, впровадження яких дозволить підвищити ефективність системи розподілу товарів.

Запропонована методика оцінки надійності логістичного ланцюга постачань продукції дозволяє виконувати порівняльний аналіз транспортної та складської діяльності можливих варіантів організації процесу постачань із розмежуванням оцінки надійності цих складових та розробити перелік дієвих заходів із підвищення надійності транспортного процесу.

Результати третього розділу були висвітлені в наступних статтях [65,71,73].

РОЗДІЛ 4

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ФОРМУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ МІЖНАРОДНОЇ РОЗПОДІЛЬЧОЇ СИСТЕМИ ПОСТАЧАНЬ ТОВАРІВ АВТОМОБІЛЬНИМ ТРАНСПОРТОМ

4.1 Аналіз впливу структурно-технологічних параметрів дворівневої розподільчої системи на її ефективність

Для виявлення взаємного впливу факторів на залежні від них результативні величини використовують метод встановлення відносних прирощень [17]. Його суть полягає в тому, що на основі попередньо розрахованих величин, які відображають зміну одного із показників розрахункової формули, встановлюють відсоткове відношення результативної величини під впливом відповідних змін показника, що досліджується. При цьому використовують залежність [17]:

$$A_x^y = \frac{Y_1 - Y_0}{Y_0} \cdot \frac{X_0}{X_1 - X_0}, \quad (4.1)$$

де A_x^y – ступінь зміни результативної величини Y при зміні показника X ;

Y_0 , X_0 – початкові значення, відповідно, результативної та незалежної змінної величин;

Y_1 , X_1 – кінцеві значення, відповідно, результативної та незалежної змінної величин.

В результаті виконаних досліджень (підрозділ 3.3) були визначенні залежності між елементами дворівневої розподільчої системи постачання товарів. Частково результати представлені на рис. 3.6 – 3.9. Вони вказують на те, що при формуванні міжнародної розподільчої системи із автомобільним

забезпеченням постачань товарів основними формуючими факторами є відстань перевезень, площа обслуговування охоплена системою, вантажопідйомність автомобіля та обсяг перевезень (рис. 4.1).

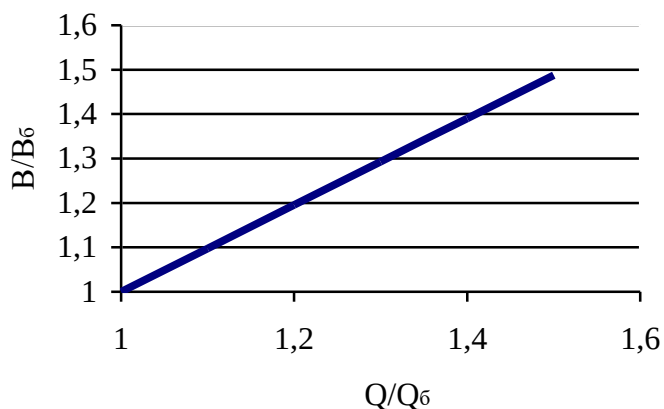


Рисунок 4.1 – Графік залежності відносної зміни загальних витрат від відносної зміни обсягу перевезень

Аналіз графіку 4.1 свідчить про лінійну залежність між обсягом перевезень та його вартістю.

Вплив вантажопідйомності автомобіля, що виконує міжнародне перевезення на відносну зміну загальних витрат наведено на рис. 4.2. За базове значення прийнята вантажопідйомність 5 т.

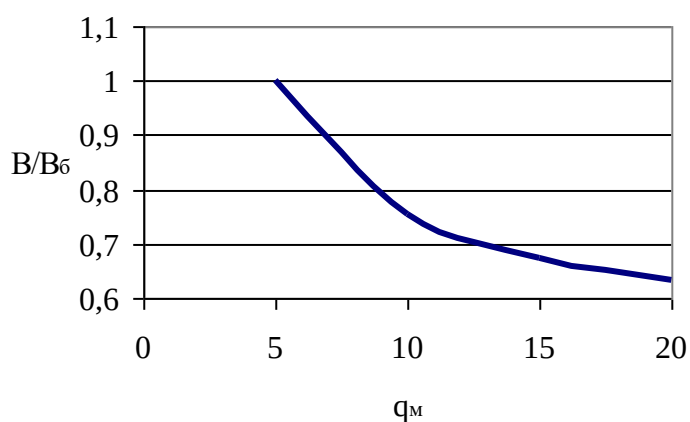


Рисунок 4.2 – Графік залежності відносної зміни загальних витрат від вантажопідйомності автомобіля, що виконує міжнародне перевезення

Аналіз графіку свідчить, що із ростом значення вантажопідйомності автомобіля від 5 до 10 т вартість перевезення зменшується в 1,25 рази. Починаючи від 10 до 15 т вартість змінюється на 8,1 %. Подальше збільшення вантажопідйомності транспортного засобу від 15 до 20 т сповільнює темп зменшення витрат на 4,0 %.

Аналогічний характер залежності притаманний зміні значення вантажопідйомності автомобіля, що використовується на розвізних маршрутах (рис. 4.3) з тією різницею, що частка його в загальній вартості перевезень для середніх значень інших показників на порядок нижча.

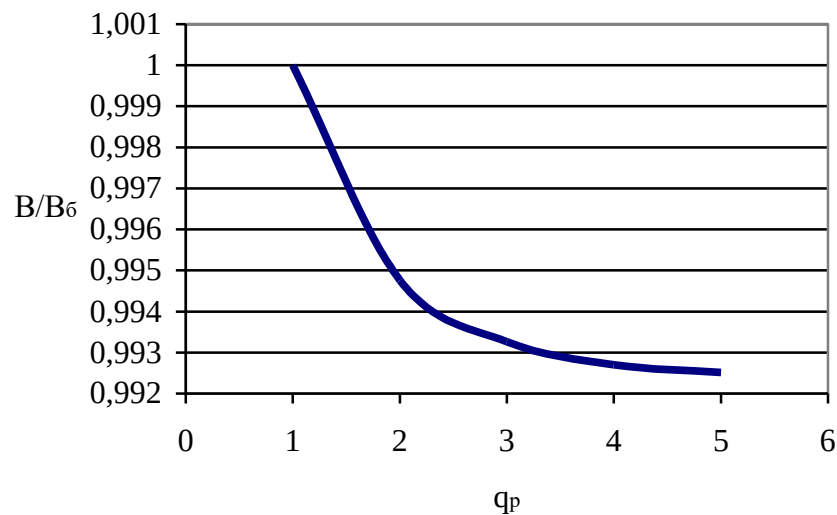


Рисунок 4.3 – Графік залежності відносної зміни загальних витрат від вантажопідйомності автомобіля, що виконує регіональне перевезення

Необхідно відмітити, що подальше збільшення значення цього показника веде до зростання вартості перевезень за рахунок збільшення часу роботи на маршруті та зниження продуктивності транспортної роботи на фоні підвищення вартості її виконання.

На рис.4.4 наведено графік залежності відносної зміни загальних витрат від кількості розподільчих центрів дворівневої системи. За базовий варіант була прийнята система з наступними значеннями показників: $Q =$

1000 т, $T = 20$ діб, $N = 100$ од., $S = 400$ км², $Z = 2$, $\xi = 1,96$, $\sigma = 0,5$, $\eta = 4$ грн/(т×доба), $g = 0,5$ т, $q_p = 5$ т, $L_{MH} = 1500$ км, $L_B = 500$ км.

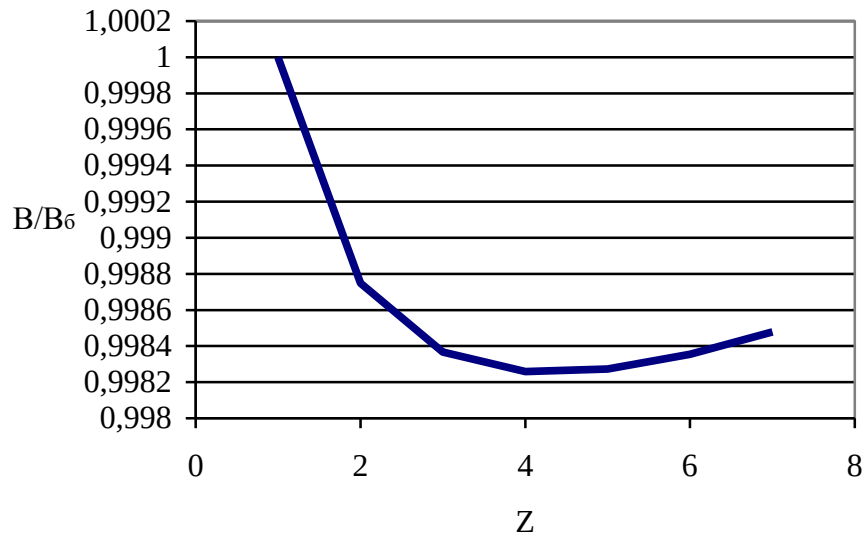


Рисунок 4.4 – Графік залежності відносної зміни загальних витрат від кількості розподільчих центрів

Аналіз графіку на рис.4.4 свідчить про наявність оптимального значення кількості розподільчих центрів ($Z = 4$). Збільшення кількості розподільчих центрів від 1 до 4 веде до зменшення загальних витрат на 0,17 %. В діапазоні від 4 до 7 загальні витрати збільшуються при збільшенні кількості розподільчих центрів більш повільно – на 0,02 %.

На рис.4.5 наведено характеристичний графік залежності загальних витрат від структурно-технологічних параметрів дворівневої розподільчої системи.

Аналіз графіку (рис.4.5) свідчить про лінійний характер впливу на загальні витрати таких параметрів, як кількість складів у системі, площі обслуговування, страхового запасу та коефіцієнта іммобілізації товару.

Рівень цього впливу на критерій ефективності такий же, як у вантажопідйомності автомобіля. При цьому збільшення кількості складів у системі у 1,5 рази потягне за собою збільшення витрат на 1,08 %, а розширення площі обслуговування у 1,5 рази – лише 0,3 %. Підвищення

вартості товару на 50 % викликає ріст витрат на 0,8 %. Збільшення складських запасів у 1,5 рази веде росту загальних витрат на 0,03 %.

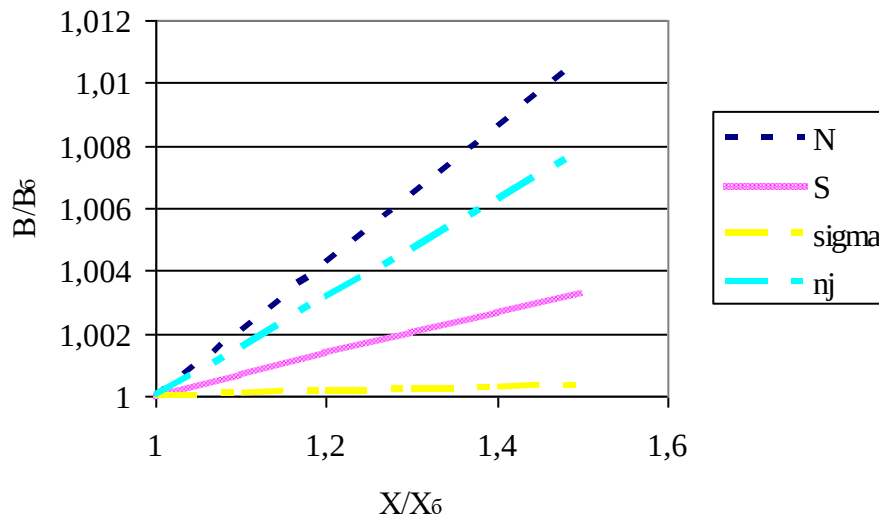


Рисунок 4.5 – Графік залежності відносної зміни загальних витрат від відносної зміни структурно-технологічних параметрів

Для встановлення взаємозалежності між оптимальним значенням обсягу партії поставки та кількістю розподільчих центрів розглянемо систему рівнянь (3.70). Введемо позначення:

$$A = Q \cdot a_1 \cdot \sqrt{S} \cdot \left(\frac{2 \cdot \eta \cdot q_p}{V_o} + a_p + b_p \cdot q_p \right). \quad (4.2)$$

Після підставлення (4.2) у (3.70) маємо:

$$\begin{cases} T \cdot N \cdot (2 \cdot (1+c) \cdot b_{oN} + \eta) = \frac{A}{g^2 \cdot \sqrt{N}} \\ T \cdot (a_{oN} \cdot (1+c) + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N} \cdot (b_{oN} \cdot (1+c) + \eta) \cdot Z^{-0,5}) = \frac{A \cdot Z^{-1,5}}{2 \cdot q_p} \end{cases} \quad (4.3)$$

Тоді зв'язок між оптимальними значеннями параметрів g та Z дворівневої розподільчої системи має вигляд:

$$2 \cdot q_p \cdot (a_{oN} \cdot (1+c) \cdot Z^{1.5} + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N} \cdot (b_{oN} \cdot (1+c) + \eta) \cdot Z) = N^{\frac{3}{2}} \cdot (2 \cdot (1+c) \cdot b_{oN} + \eta) \cdot g^2. \quad (4.4)$$

З (4.4) одержано:

$$g = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p \cdot (a_{oN} \cdot (1+c) \cdot Z^{1.5} + \xi \cdot \sigma \cdot \sqrt{N} \cdot (b_{oN} \cdot (1+c) + \eta) \cdot Z)}{N^{\frac{3}{2}} \cdot (2 \cdot (1+c) \cdot b_{oN} + \eta)}}. \quad (4.5)$$

З виразу (4.5) видно, що оптимальна партія постачання визначається кількістю всіх складів та розподільчих центрів, вартістю їх утримання, величиною складських запасів, цінністю вантажу та вантажопідйомністю автомобіля, який використовують для перевезень на нижньому рівні розподільчої системи.

Якщо у розподільчій системі не передбачено створення страхового запасу, то зв'язок між оптимальними параметрами g та Z має вигляд:

$$Z = N \cdot g \cdot \sqrt[3]{g \cdot \left(\frac{2 \cdot (1+c) + b_{eN} \cdot \eta}{q_p \cdot 2 \cdot a_{oN} \cdot (1+c)} \right)^2}, \quad g \leq q_p. \quad (4.6)$$

Аналіз виразу (4.6) свідчить, що кількість розподільчих центрів прямо пропорційна загальній кількості складів.

4.2 Процедура формування раціональної розподільчої системи постачання товарів

В основу формування раціональної розподільчої системи постачання товарів покладено принцип мінімізації сумарних витрат на її функціонування. Для встановлення складових сумарних витрат необхідно визначити вихідні данні які дозволять розрахувати основні параметри розподільчої системи постачання товарів, що впливають на її ефективність.



Рисунок 4.6 – Блок-схема процедури формування раціональної розподільчої системи постачання товарів

Оцінка конкурентоздатних структур систем постачань товарів дозволить визначити раціональну. Для реалізації такої послідовності дій була розроблена блок-схема, яка наведена на рис. 4.6.

Кожний блок схеми визначає окрему групу операцій при проектуванні раціональної розподільчої системи постачання товарів, виконання яких дозволяє прогнозувати очікуваний результат. Передача управління між блоками показана стрілками, а наповнення змістовних блоків - лініями.

Основою адекватної оцінки майбутніх рішень є достовірність вхідних даних, введення яких виконується блоком 1. До них належить цілий ряд груп даних (блок 2). Характеристика території обслуговування передбачає визначення її площі та геометричної форми для встановлення відстаней перевезень. У випадку якщо вона відмінна від форми кола доцільно скористатись результатами дослідження [50]. Надзвичайно важливими характеристиками території обслуговування є інтенсивність попиту на товар та кількість пунктів його реалізації. Ці характеристики можливо отримати шляхом використання методів маркетингового дослідження за відомими методиками [31, 82, 126]. Транспортна характеристика вантажу (щільність, умови перевезень тощо) необхідна для підбору автотранспортних засобів за спеціалізацією, об'ємом кузова та вантажопідйомністю. Методи рішення цієї задачі наведені у фаховій літературі [15, 17, 20]. Вартість одиниці маси вантажу є визначальною для встановлення коефіцієнта імобілізації та встановлюється ситуацією на ринку виробників. Ринок транспортних послуг визначається парком автотранспортних засобів, що задіяний у перевезеннях та тарифами на них. Слід зазначити, що тарифи на перевезення з плином часу змінюються тому коефіцієнти у формулах (2.20) - (2.22), (2.25) можуть потребувати уточнення. Складську інфраструктуру характеризує вартість утримання (оренди) складів та вартість виконання вантажних робіт. Тому з плином часу необхідним є уточнення коефіцієнтів залежності (2.23). Дорожні умови перевезень визначає відстань від відправника до території обслуговування та добова швидкість руху.

Після збору вихідних даних виконують перевірку на наявність нижнього рівня системи за формулами (3.50) або (3.51) в залежності від сполучення яке розглядають (блок 3). Якщо умова можливого існування нижнього рівня не виконується то розраховують оптимальне значення обсягу постачань за залежністю (3.37) (блок 4). У випадку повноавтомобільних відправлень виконують перевірку доцільності створення групового страхового запасу за нерівністю (3.43) (блок 5).

Якщо діагностовано можливість наявності нижнього рівня складів у системі, то визначають оптимальні параметри дворівневої системи такі як: загальна кількість розподільчих центрів, оптимальна партія постачань та перспективна вантажопідйомність автомобілів за формулами (3.71) – (3.76) (блоки 6-7). Після цього із території обслуговування виділяють один із районів та виконують перевірку на доцільність існування ще нижчого рівня системи за нерівністю (3.51) (блок 8). У разі його наявності розраховують його оптимальні параметри за виразами (3.71) – (3.76) (блоки 9-10).

Виконані розрахунки за будь-яким із можливих варіантів побудови розподільчої системи потребують узагальнення (блок 11). Воно полягає у експертній оцінці близьких за значеннями показників ефективності варіантів побудови системи постачань товарів. Після вибору раціональної системи постачань товарів обґрунтовують структуру автомобільного парку, - формують систему маршрутів перевезень з прив'язкою до реальної мережі доріг, виконують планування роботи автомобілів за методиками, що наведені у фаховій літературі [6, 17, 20, 80, 103] (блок 11).

Таким чином, реалізація процедур та методів включених у блок-схему процедури формування раціональної розподільчої системи постачання товарів дозволить досягти поставленої мети, тобто скоротити витрати на постачання товарів від виробника до споживача та підвищити ефективність логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту.

4.3 Впровадження результатів дослідження

Результати дослідження знайшли впровадження при виконанні науково-дослідної роботи, у виробничу діяльність підприємств ТЗОВ “Укрінтерекспедиція” та ТЗОВ «Торговий Дім «Міст Експрес».

У навчальному процесі НТУ результати дослідження використовувались в лекційних та практичних заняттях, а також при

виконанні дипломного та курсового проектування студентів спеціальності «Транспортні технології».

Аналіз тенденцій розвитку логістики в Україні використано в курсі лекцій з дисципліни «Логістика». Процедура обґрунтування структури розподільчої системи засвоювалась студентами на практичних заняттях та при виконанні курсового проекту з дисципліни «Проектування транспортних систем вантажних перевезень». Встановлені закономірності функціонування розподільчих систем знайшли відображення при вивченні методів організації обслуговування споживачів в лекційному курсі дисципліни «Логістичні системи вантажних перевезень».

Слід зазначити, що коло дисциплін, в рамках вивчення яких можуть бути використані результати дослідження, значно ширше. Результати дослідження можуть бути корисними для викладання дисциплін «Вантажні перевезення», «Взаємодія видів транспорту», «Транспортно – експедиторська діяльність», тощо.

Згідно з планом госпдоговірної науково-дослідної роботи «Підвищення ефективності міжнародних автомобільних перевезень та експедиторської діяльності» особисто автором були розроблені підрозділи «Дослідження закономірностей впливу характеристик транспортного процесу на ефективність системи постачань», «Рекомендації щодо практичного використання результатів дослідження для підвищення ефективності логістичної системи постачань» та у співавторстві розділ «Маркетингове дослідження ринку міжнародних автомобільних перевезень та транспортно-експедиторської діяльності», «Теоретичні основи транспортного процесу міжнародних перевезень та транспортно-експедиторської діяльності у розподільчих системах постачань товарів» в яких використані результати дисертаційного дослідження.

Деякі результати дисертаційної роботи були використані при виконанні науково-дослідних робіт кафедри [69] та апробовані на наукових конференціях [65, 70, 72, 75]. Впровадження результатів дисертаційної

роботи на виробничих підприємствах починалось з доповіді на нарадах керівного складу щодо результатів дисертаційного дослідження та пропозиції щодо їхнього застосування на практиці. За обговоренням доповідей були прийняті рішення щодо часткового впровадження результатів дисертаційного дослідження в роботу кожного з підприємств із урахуванням особливостей їхньої діяльності.

ТзОВ “Укрінтерекспедиція” засновано у 1996 р., уявляє собою групу компаній та має тривалий досвід роботи на ринку транспортно-логістичних послуг виконує національні та міжнародні автомобільні перевезення всіх видів вантажів, надання консультацій суб'єктам транспортної галузі, оформлення виїзних документів та ремонту автомобілів. Структура та кадровий склад підприємства є найбільш оптимальними для ефективної діяльності в усіх вищезазначених напрямках. Усі працівники підприємства мають відповідну освіту, кваліфікацію та досвід роботи.

ТзОВ “Укрінтерекспедиція” є членом FIATA (Міжнародної Федерації національних асоціацій, Женева, Швейцарія), АМЕУ (Асоціація міжнародних експедиторів України), АСМАП України (Асоціації міжнародних автомобільних перевізників України).

ТзОВ “Укрінтерекспедиція” не монополіст, однак, є майже єдиною транспортно-експедиційною компанією, на створення якої було отримана згода від Антимонопольного комітету України. Підприємство має довгострокові контракти з відомими вітчизняними та зарубіжними товаровиробниками, що дозволяє використовувати власний рухомий склад на повну потужність, а також залучати перевізників-партнерів тобто виступати в ролі експедитора. Стратегія його розвитку передбачає нарощування обсягу перевезень та розробку нових послуг із впровадженням заходів щодо зменшення собівартості перевезень вантажів та ризиків при їх транспортуванні.

Після обговорення основних результатів дисертаційної роботи було вирішено запропоновані підходи до оцінки надійності логістичного ланцюга

та процедуру формування ієрархічної розподільчої системи прийняти до уваги та використовувати за необхідності у практичній діяльності.

Впровадження методу обслуговування групи складів при повноавтомобільних відправленнях на основі об'єднаного страхового запасу та оперативним його управлінням дозволило скоротити витрати на 3,2 % при обслуговуванні складів підприємства ТзОВ “Укрінтерекспедиція”.

Використання методу оцінки надійності логістичного ланцюга дозволило встановити надлишковий термін перестрахування при плануванні міжнародних перевезень на окремих маршрутах. Уточнення планових термінів на виконання рейсів дозволило підвищити продуктивність роботи автотранспортних засобів на цих маршрутах на 10,8 %.

За експертними оцінками фахівців ТзОВ “Укрінтерекспедиція” впровадження процедури формування ієрархічної розподільчої системи постачань продукції дрібними партіями дозволить зменшити собівартість доставки продукції на 5-10 %.

Апробація результатів методики формування ієрархічної розподільчої системи виконувалась на базі підприємства «Торговий Дім «Міст Експрес» в м. Києві.

Товариство з обмеженою відповідальністю «Торговий Дім «Міст Експрес» – це поштово-логістичний оператор України заснований у 2005 році і є одним з лідерів у сегменті доставки відправлень «до рук» одержувача.

Підприємство належить до поштово-логістичної групи «Meest Group», яка сягає своїм корінням міжнародної корпорації MICT (Meest Corporation Inc., Торонто, Канада). Загальна кількість представництв та філій корпорації на американському континенті становить більше 500, в європейських країнах – близько 250. У 2016 році понад 1700 представництв «Міст Експрес» розташовані в усіх обласних центрах та найбільших містах країни, що надає можливість здійснювати доставки по всій Україні. Компанія пропонує своїм клієнтам ефективні рішення щодо організації транспортної логістики дрібних

партій відправлень. Термінали компанії можуть розташуватися безпосередньо у клієнта і працювати цілодобово, забезпечуючи сортування, маркування і відправку партій товару. Широка географія сервісу, ефективна робота з дрібними відправленнями, практика стягнення післяплати дозволяють клієнтам забезпечити ефективну комерційну діяльність у національному масштабі. Серед партнерів компанії – багато світових та українських брендів у галузі електроніки, косметики, парфумерії, а також інтернет-магазини, телекрамниці тощо.

Склади компанії забезпечені технологією он-лайн реєстрації усіх процесів: приймання на склад, видача на доставку чи видача відправлень клієнту на складі. Компанія активно розбудовує мережу агентських пунктів прийому-видачі відправлень на території України (загальна підсумкова чисельність пунктів видачі на кінець 2017 року склала понад 4500 по всій країні), володіє найбільшим серед експрес-перевізників власним парком транспорту, який нині становить понад 300 одиниць, а понад 500 одиниць транспорту виконує доставку за контрактом.

Компанія налічує 42 склади операційних відділень, 24 – склади пунктів прийому та видачі усіх типів відправлень, решта – малі пункти прийому та видачі відправлень вагою до 30 кг велику кількість, а також автоматизовані термінали, що працюють тільки на видачу відправлень.

На території міста Києва розташовані 2 склади операційних відділень, 1 склад пункту прийому та видачі відправлень, 30 – малих пунктів, 149 – автоматизованих терміналів.

ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» є типовим представником збірно-розвізних систем доставки товарів. Принциповою відмінністю таких систем від розвізних є рівень впливу незбалансованості потоків у прямому та зворотному напрямках руху та ступені суміщення пунктів відправлення та поглинання вантажопотоків. До особливостей роботи компанії відносяться: відсутність страхових запасів, різноманітність вантажів за масою, об'ємом та ціною, незначний термін доставки.

В зв'язку з цими особливостями у функціонуванні компанії була розглянута підсистема доставки відправлень у м. Києві. Суттєві відмінності в організації процесу доставки вантажів потребували внесення ряду змін у розроблені моделі, що викладені у розділі 3. Незначні відстані між суміжними пунктами видачі вантажів спонукали до використання у розрахунках залежності (2.24). При цьому враховували відсутність страхового запасу та не враховували іммобілізаційну складову через малий термін перебування вантажу у системі.

Для встановлення транспортних характеристик вантажу були виконані експериментальні дослідження стосовно встановлення середнього обсягу та об'єму одного відправлення з метою визначення його щільності. Достовірність статистичної вибірки обґрунтовували за методикою наведеною в [46]. В результаті статистичної обробки даних було встановлено, що середня щільність відправлення складає $0,16 \text{ т/м}^3$. Така щільність відправлення відповідає другому класу вантажів. Тому у розрахунках коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля було прийнято на рівні $\gamma = 0,85$.

Для встановлення максимальної перевізної здатності системи було виконане статистичними методами дослідження нерівномірності вантажопотоку протягом року (рис.4.7).

Аналіз динаміки відправлень свідчить про значні коливання обсягів перевезень протягом місяців року та днів тижня, що утруднює організацію перевезень та є причиною низької ефективності роботи транспорту, та виправдовує прийняту фірмою практику залучення до перевезень автомобілів на засадах оренди.

Наступним етапом, після встановлення вихідної інформації, є визначення наявності в розвізній системі більше одного рівня. Розрахунок за нерівністю (3.51), засвідчив доцільність існування двох рівнів:

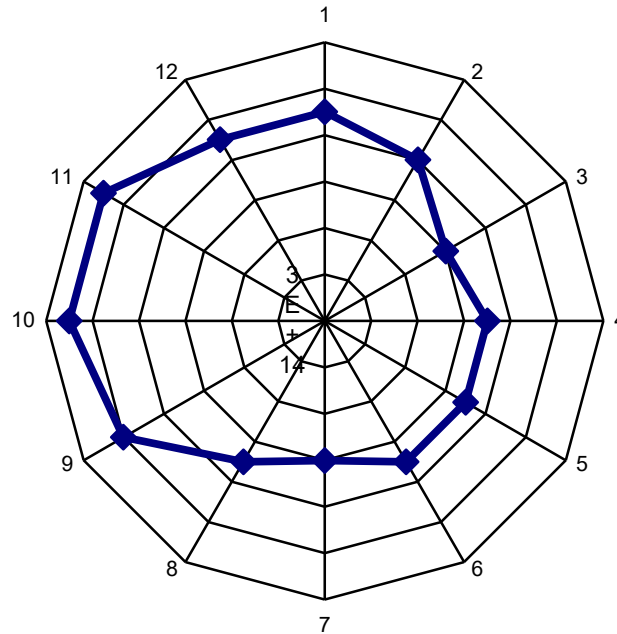


Рисунок 4.7 – Динаміка обсягів перевезень за місяцями року в %.

$$182 > \frac{1}{800} \left(\frac{2 \cdot 10 \cdot 0,85}{0,415 \cdot 0,49 \cdot \left(1 - \frac{5}{20}\right)} \right)^2. \quad (4.7)$$

Моделювання функціонування дворівневої розподільчої системи дозволило встановити доцільність використання на розвізних маршрутах автомобілів середньої вантажопідйомності та визначити оптимальну кількість розподільчих складів, що дорівнює 3 (рис.4.8 та рис.4.9).

Дослідження впливу коливання вантажопотоку засвідчило стійкість системи до зміни навантаження, тобто оптимальна кількість розподільчих складів залишається незмінною. Змінюється тільки загальна вартість витрат. Так досягнення максимального навантаження у системі викликає зростання витрат на 38,1 %, мінімального – зниження витрат на 23,5 %.

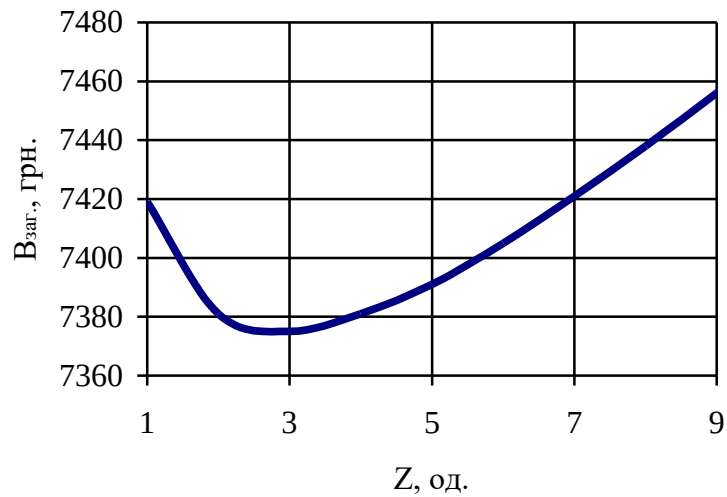


Рисунок 4.8 – Залежність загальних витрат у системі від кількості розподільчих центрів (Z)

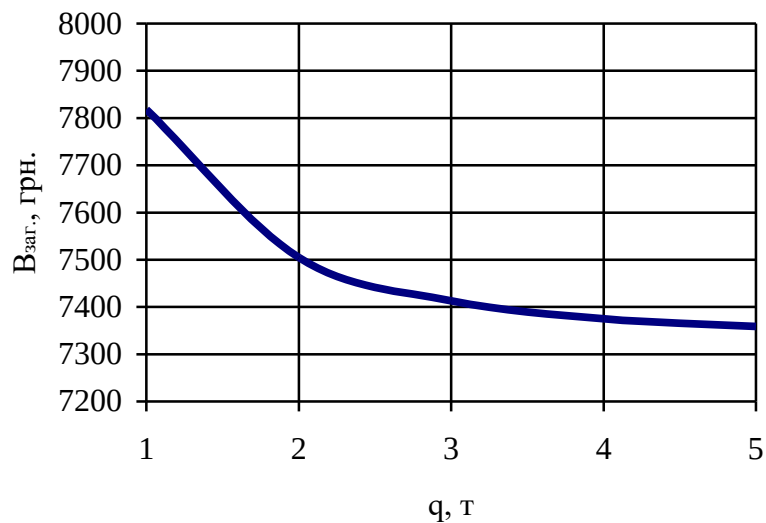


Рисунок 4.9 – Залежність загальних витрат у системі від вантажопідйомності автомобіля, який використовують на розвізних маршрутах

Крім цього, було розглянуто два сценарії збільшення та зменшення загальної кількості пунктів видачі вантажів на 25 %. Результати розрахунків засвідчили доцільність збереження трьох розподільчих складів. При цьому, збільшення загальної кількості пунктів видачі вантажів призведе до

зростання загальних витрат на 14,6 %, а зменшення – до скорочення витрат на 14,3 %. Слід зазначити, що в даних розрахунках не враховувались наслідки у зміні попиту на послуги від зміни кількості пунктів видачі.

Наступним кроком розрахунків було здійснення перевірки на наявність третього рівня у розподільчій системі. Результати обчислень свідчать про недоцільність організації трьохрівневої розподільчої системи ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» у м. Києві:

$$61 < \frac{3}{800} \left(\frac{4 \cdot 10 \cdot 0,85}{0,415 \cdot 0,49 \cdot \left(1 - \frac{1}{5}\right)} \right)^2. \quad (4.8)$$

Отже, розподільча система ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» на поточний момент часу має оптимальні параметри.

В результаті обговорення на зборах керівного складу ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» представлених матеріалів дисертаційного дослідження та результатів аналізу київського філіалу компанії була отримана позитивна оцінка виконаної роботи та побажання продовжити дисертаційні дослідження у напрямку розробки методики проектування збірно-розвізних систем доставки вантажів. Крім цього, було підтверджено той факт, що результати розрахунків по київській філії у цілому підтверджують висновки фахівців компанії.

Таким чином, розроблені в дисертаційній роботі підходи, критерії та методики вирішення задач стосовно підвищення ефективності роботи розподільчої системи постачань товарів дозволяють отримати позитивні результати в практичній діяльності.

4.4 Висновки до розділу 4

Аналіз залежності витрат на транспортування вантажів від параметрів розподільчої системи свідчить, що існують такі значення загальної кількості

складів, кількості розподільчих центрів, вантажопідйомності автомобілів задіяних у перевезеннях, за яких загальні сумарні витрати мають мінімум.

При формуванні ефективної міжнародної розподільчої системи із автомобільним забезпеченням доставки товарів основними формуючими факторами є відстань перевезень, площа обслуговування охоплена системою, вантажопідйомність автомобіля та обсяг перевезень. При цьому параметри системи, що характеризують територію обслуговування, здійснюють вплив на загальні витрати на порядок нижчий за перелічені.

Запропонована процедура формування раціональних параметрів розподільчої системи постачання товарів дозволяє розробляти можливі заходи, впровадження яких сприяє скороченню витрат на постачання товарів від виробника до споживача та підвищує ефективність логістичної системи постачань.

Виконана перевірка результатів дослідження в практичній діяльності підприємств і надання позитивних відгуків виробничників свідчать про достовірність отриманих результатів і перспективи їх подальшого застосування у виробництві та навчальному процесі.

Результати четвертого розділу були висвітлені в наступних статтях [70].

ВИСНОВКИ

У дисертації здійснено теоретичне узагальнення і практичне вирішення наукової задачі щодо формування розподільчої системи постачань при доставці продукції автомобільним транспортом у міжнародному сполученні. Це дозволило сформулювати такі висновки:

1. В результаті проведеного аналізу існуючих науково-методологічних підходів опису процесів в розподільчих системах та ланцюгах постачань товарів показано, що підвищення ефективності процесу доставки продукції у розподільчій системі можливо досягти за рахунок комплексного вирішення задач формування структури системи постачань, раціонального управління поставками і вибору технології автомобільних перевезень.

2. Розвинуто теоретичні основи підвищення ефективності логістичної розподільчої системи, що враховують особливості постачання товарів у міжнародному сполученні. Встановлено, що узагальнюючий критерій ефективності системи відповідає мінімізації сумарних витрат коштів на постачання продукції споживачу за одиницю часу при заданих обмеженнях на рівень обслуговування, який враховує показник надійності всіх ланок ланцюга постачань із параметрами управління: резерви часу на виконання технологічних операцій та страховий запас товару.

3. Розроблено економіко-математичну модель мінімізації сумарних витрат на доставку продукції для моноцентричної розподільчої системи різних ієрархічних рівнів із орендованою інфраструктурою, що дозволяє адекватно представити розподільчу систему як комплекс взаємопов'язаних між собою топологічної структури, технологій перевезень та методів управління поставками з урахуванням впливу зовнішніх факторів у вигляді тривалості технологічних транспортних операцій та імобілізації коштів. В рамках цієї моделі запропоновано метод обслуговування групи складів при повноавтомобільних відправленнях на основі об'єднаного страхового запасу

та оперативного його управління. Визначено умови застосовності запропонованого методу для різних схем організації перевезень.

4. З використанням розробленої економіко-математичної моделі проведені дослідження закономірностей впливу параметрів управління структурно-технологічної схеми моноцентричної одно- та дворівневої розподільчої системи на ефективність процесу постачань товарів у міжнародній торгівлі.

За результатами проведених досліджень для дворівневої розподільчої системи визначено оптимальну кількість розподільчих центрів та обсяг партії постачань, що забезпечують мінімальні витрати в системі.

Аналіз розрахунків свідчить про лінійний характер впливу на загальні витрати таких структурно-технологічних параметрів дворівневої розподільчої системи, як кількість складів, площі обслуговування, страхового запасу та коефіцієнту імобілізації товару. Так, зокрема, збільшення кількості складів у системі у 1,5 рази призведе до збільшення витрат на 1,08 %, а розширення площі обслуговування у 1,5 рази – лише 0,3 %. Підвищення вартості товару на 50 % викликає зростання витрат на 0,8 %.

5. В рамках статистичного підходу вдосконалено метод оцінки надійності логістичного ланцюга постачань, що базується на кількісному аналізі ймовірностей безвідмовного його функціонування.

Встановлено, що надійність ланцюга постачань обумовлена транспортними і складськими процесами, на які впливають зовнішні та внутрішні випадкові фактори. Запропонований метод дозволяє виокремити транспортну та складську складові, що надає можливості визначити шляхи удосконалення транспортного процесу та управляти надійністю перевезень.

Результати відповідних розрахунків для міжнародних і національних перевезень корелюють з даними, отриманими за допомогою експертних оцінок.

6. За результатами проведених досліджень розроблені науково-методичні рекомендації щодо формування раціональної міжнародної

моноцентричної розподільчої системи постачань товарів автомобільним транспортом. Представлені в дисертаційному дослідженні результати розробок і рекомендацій щодо підвищення ефективності функціонування логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту апробовані у практичній діяльності підприємств ТзОВ "Укрінтерекспедиція" та ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес». Уточнення планових термінів на виконання рейсів на підприємстві ТзОВ "Укрінтерекспедиція" дозволило підвищити продуктивність роботи автотransпортних засобів на цих маршрутах на 10,8 %, що дозволило збільшити річний прибуток підприємства на 125 тисяч грн. Впровадження зазначених результатів у ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» дозволяє системно та комплексно оцінити використання розподільчої системи постачань та підвищити ефективність її роботи на 20-30%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Амеліна І. В., Попова Т. Л., Владимиров С. В. Міжнародні економічні відносини: навч. посіб. Київ : ТОВ «Видавництво «Центр учбової літератури», 2013. 256 с.
2. Антонюк І. Б. Тенденції розвитку логістичного ринку Європи в умовах глобалізації // Науковий вісник Буковинського державного фінансово-економічного університету. Економічні науки. 2012. Вип. 1. С. 391-396.
3. Бабушкин Г. Ф. Управление процессами заводских перевозок безрельсовым колесным транспортом на основе логистики. Запорожье : ЗНТУ, 2002. 319 с.
4. Бауэрсокс Доналд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. 2-е изд. Москва : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. 640 с.
5. Безопасность и надежность технических систем / Л. Н. Александровская, И. З. Аронов, В. И. Круглов и др. Москва : Логос, 2008. 376 с.
6. Беляев В. М. Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом. Москва : Транспорт, 1987. 287 с.
7. Біла Книга Європейської Комісії – План розвитку єдиного європейського транспортного простору – на шляху до конкурентоспроможної та ресурсоефективної транспортної системи. Люксембург : Видавничий центр ЄС, 2011. 43 с.
8. Бочкарев А. А. Теория и методология процессного подхода к моделированию и интегрированному планированию цепи поставок : автореф. дис... доктора. эконом. наук. Санкт-Петербург, 2009. 39 с.
9. Бочкарев П. А. Управление надежностью цепей поставок в логистике снабжения : дис... канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2015. 155 с.

10. Бураковський І., Мовчан Н. Вплив торговельної політики на людський розвиток. Київ, 2011. 127 с. URL: http://www.unecce.org/fileadmin/DAM/trade/ct/ct_2011/AfT_Ukraine_U.pdf (дата звернення 03.06.2015).
11. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. Москва : Наука, 1978. 399 с.
12. Ванчухина Л. И., Родионова Л. Н., Шайнурова А. А. Организационно-экономическое обеспечение надежности функционирования промышленных систем. Уфа : Изд-во фонда содействия развитию научных исследований, 1997. 91 с.
13. Венцель Е. С., Овчаров Л. А. Прикладные задачи теории вероятностей. Москва : Радио и связь, 1983. 416 с.
14. Венцель Е. С., Овчаров Л. А. Теория вероятностей и ее инженерные приложения. Москва : Высш. шк., 2000. 480 с.
15. Вільковський Є. К., Кельман І. І., Бакуліч О. О. Вантажознавство. Львів : «Інтелект-Захід», 2007. 496 с.
16. Войт С. М., Завгородній К. В. Стратегічні орієнтири розвитку транспортно-логістичної інфраструктури України та її регіонів // Глобальні та національні проблеми економіки. Електронне наукове фахове видання. 2015. Вип. 8. URL: <http://www.global-national.in.ua/archive/8-2015/155.pdf> (дата звернення 10.02.2016).
17. Воркут А. И. Грузовые автомобильные перевозки. 2-е изд. Київ : Вища школа, 1986. 447 с.
18. Воркут А. І., Коцюк О. Я., Лебідь І. Г., Мельниченко О. І. Транспортно-експедиторська діяльність. Київ : УТУ, 1998. 264 с.
19. Гнеденко Б. В. Соловьев А. Д. Математика и теория надежности. Москва : Знание, 1982. 64 с.
20. Горев А. Э. Грузовые автомобильные перевозки. Москва : Академия, 2004. 286 с.

21. Гончарук О. В. Экономическая эффективность транспортно-технологических систем. Москва : Наука, 1991. 128 с.
22. ГОСТ 27.004-85. Надежность в технике. Системы технологические. Термины и определения. Москва : Изд-во стандартов, 1986. 13 с.
23. ГОСТ 27.201-81. Надежность в технике. Оценка показателей надежности при малом числе наблюдений с использованием дополнительной информации. Общие положения. Москва: Издательство стандартов, 1982. 27 с.
24. ГОСТ Р 27.002-2009 Надежность в технике. Термины и определения. Москва : Стандартиформ, 2011. 32 с.
25. ГОСТ Р 51005-96. Услуги транспортные. Грузовые перевозки. Номенклатура показателей качества. Москва : Госстандарт России, 1996. 8 с.
26. Гурч Л. М., Ченчик А. М. Маркетингове дослідження ринку транспортних послуг України // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2008. № 633. С. 165-171.
27. Дедков В. К., Северцев Н. А. Вопросы эксплуатации сложных систем. Москва : Высшая школа, 1976. 463 с.
28. Дослідження операцій у транспортних системах / за заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. Київ : Знання України, 2009. 375 с.
29. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. Київ : Держстандарт України, 1995. 33 с.
30. ДСТУ 2861-94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення. Київ : Держстандарт України, 1995. 35 с.
31. Дурович А. П. Практика маркетинговых исследований : в 2-х кн. Кн.1. Основные концепции и методы. Минск : Издательство Гревцова, 2008. 256 с.
32. Евстигнеев В. А. Применение теории графов в программировании Москва : Наука, 1985. 352 с.
33. Економічна діяльність України за 2014 р. // Державна служба статистики України. URL:

http://ukrstat.org/uk/operativ/operativ2014/tz/vp/vp_u (дата звернення 30.06.2016).

34. Зайцев Е. И., Шурпатов И. Г. О методах расчета уровня надежности элементов цепи поставок // Логистика и управление цепями поставок. 2011. №1 (42). С. 31-36.

35. Зайцев Е. И., Уваров С. А. Применение показателя «совершенный заказ» в логистике распределения // Логистика и управление цепями поставок. 2012. № 4 (51). С. 16-22.

36. Зайцев Е. И., Парфенов А. В., Уваров С. А. Процессная модель формирования надежных цепей поставок // Логистика и управление цепями поставок. 2012. №2 (49). С. 5-13.

37. Замков О. О., Толстопятенко А. В., Черейных Ю. Н. Математические методы в экономике . Москва : Дело и сервис, 1999. 368 с.

38. Запорожченко Т. Г., Писаренко В .В. Діяльність дистрибутивних центрів та їх роль у сучасній логістичній системі // Наукові праці Полтавської державної аграрної академії : зб. наук. праць. 2012. Вип.1 (4). Т. 1. С.131-136.

39. Захаров К. В., Цыганок А. В., Бочарников В. П., Захаров А. К. Логистика эффективность и риски. Киев : ИНЭКС, 2001. 237 с.

40. Иванов Д. А. Управление цепями поставок. Санкт-Петербург : Изд-во Политехн. ун-та, 2009. 660 с.

41. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов / под ред. Л. Б. Миротина. Москва : Из-во «Экзамен», 2003. 448 с.

42. Іванов Д. В. Підвищення надійності транспортного обслуговування при здійсненні експедиційної діяльності (на прикладі міжнародних автомобільних перевезень) : автореф. дис... канд. техн. наук, Київ, 2002. 20 с.

43. Каленский О. Украина на фоне Европы // Дистрибуция и логистика. 2013. № 9 (100). С. 28-29.

44. Кальченко А. Г., Кривенко В. В. Логістика : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2006. 472 с.

45. Канке А. А., Кошечая И. П. Основы логістики : учеб. пособие Москва : КНОРУС, 2013. 576 с.
46. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. Москва : Наука, 1984. 831 с.
47. Корчун В. С. Тенденції розвитку світового ринку транспортних послуг в умовах глобалізації // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2007. Вип. 12. С. 223-228.
48. Коцюк М. А., Лебедь Е. М. Выбор технологической схемы перевозки автомобильным транспортом. *Автомобильный транспорт сегодня: проблемы и перспективы* : сб. научных трудов по материалам научно-практич. конф. 2015. С. 360-363.
49. Коцюк О. Я. Аналіз моделей розподілу матеріальних потоків у транспортних системах // Вісник НТУ. 2004. Вип. 9. С. 166-169.
50. Коцюк О. Я. Визначення середньої відстані перевезень в проектах термінальних систем доставки вантажів. *Проблеми транспорту* : зб. наук. праць. 2009. Вип. 6. С. 124-129.
51. Коцюк О. Я. Оптимізація прибутку транспортно-технологічних систем перевезень. *Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики* : зб. доп. міжнар. наук.-практич. конф. 2004. С. 67-70.
52. Кузнецов Е. С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. Москва : Транспорт, 1990. 272 с.
53. Кундышева Е. С. Экономико-математическое моделирование. Москва : Дашков и К., 2006. 424 с.
54. Курочкин Д. Проблемы развития логистических центров в Республике Беларусь // Дистрибуция и логистика. 2013. № 3 (100). С. 21-22.
55. Курочкин Д., Каленский О. Тенденции международного рынка логистических услуг // Дистрибуция и логистика. 2013. № 9 (106). С.27-28.

56. Кучина О. В. Методика определения надежности водителей транспортных средств // Организация и управление международными автомобильными перевозками грузов. 1997. С.134-137.
57. Ланге О. Оптимальные решения. Москва : Прогресс, 1967. 285 с.
58. Линдерс М. Р., Харольд Е. Ф. Управление снабжением запасами. Санкт-Петербург : 1999. 768 с.
59. Лобанов Е. М. Проектирование дорог и организация движения с учетом психофизиологии водителя . Москва : Транспорт. 1980. 311 с.
60. Лукинский В. С., Чурилов Р. С. Оценка надежности цепей поставок // Логистика. 2013. № 4. С. 36-39.
61. Маликов О. Б. Склады и грузовые терминалы : справочник. Санкт-Петербург : Издательский дом «Бизнес-пресса», 2005. 560 с.
62. Малышев А. И. Экономика автомобильного транспорта. Москва : Транспорт, 1983. 336 с.
63. Модели и методы теории логистики / под ред. В. С. Лукинского. Санкт-Петербург : Питер, 2008. 448 с.
64. Мольнар И. Планирование развития сети почтовой связи. Москва : Радиосвязь, 1987. 143 с.
65. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Аналіз впливу структурно-технологічних параметрів дворівневої розподільчої системи на її ефективність. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. 2017. С. 327.
66. Мусатенко О. В. Аналіз структурно-технологічних схем доставки товарів // Економіка та управління на транспорті. 2017. Вип. 4. С. 66-71.
67. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Самойленко Є. С. Аналіз показників ефективності розподільчої системи доставки вантажів// Технологический аудит и резервы производства. 2016. Вип. 3/2 (29) С. 40-44.

68. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Самойленко Є. С. Дослідження основних характеристик розподільчої системи доставки вантажів // Вісник НТУ. 2016. Вип. 34, Ч. 1. С. 36-44.

69. Мусатенко О. В., Коцюк М. О. Методика оцінки надійності ланцюгів постачань у логістичній системі. *Методологія управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху у транспортних системах України* : звіт про науково-дослідну роботу: номер держреєстрації № 0111 U 000099; [наук. кер. Поліщук В. П.]. Київ, 2016. С.63-67.

70. Мусатенко О. В. Методика формування раціональної розподільчої системи доставки товарів. *LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. 2017. С. 328.

71. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Коцюк О. Я. Оптимізація розподільчої системи доставки товарів // Економіка та управління на транспорті НТУ. 2016. Вип. 3. С. 32-41.

72. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О. Підвищення надійності функціонування систем доставки вантажів у міжнародному сполученні. *LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. 2016. С. 293-294.

73. Мусатенко О. В. Проектування моноцентричної структурно-технологічної схеми розподільчої системи доставки товарів // Вісник НТУ. 2017. Вип. 37, Ч. 1. С. 282- 290.

74. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Формування розподільчих систем постачань // Вісник НТУ. 2014. Вип. 31, Ч. 1. С. 12-17.

75. Мусатенко О. В. Формування розподільчих систем постачань. *LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету* : тези доповідей. 2015. С. 296.

76. Некрасов А. Г. Основы менеджмента безопасности цепей поставок : учеб. пособие. Москва : МАДИ, 2011. 130 с.
77. Неруш Ю. М. Логистика : учеб. для вузов. 4-е изд. Москва : Проспект, 2007. 517 с.
78. Нефедов В. Н. Повышение эффективности автомобильных перевозок партионных грузов с использованием распределительных центров : автореф. дис... канд. техн. наук. Харків, 2006. 18 с.
79. Николайчук В. Е., Кузнецов В. Г. Логистика : теория и практика управления : учеб. пособие. Донецк : Норд-Пресс, 2006. 540 с.
80. Николин В. И. Автотранспортный процесс и оптимизация его элементов. Москва : Транспорт, 1990. 342 с.
81. Новицкий Н. И. Сетевое планирование и управление производством. Москва : Новое знание, 2004. 159 с.
82. Нэреш М. Маркетинговые исследования. Практическое руководство. Москва : Издательский дом «Вильямс», 2002. 960 с.
83. Организация и планирование грузовых автомобильных перевозок / под ред. Л. А. Александрова. Москва : Высшая школа, 1986. 335 с.
84. Основи теорії систем і управління / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін. Київ : Знання України, 2005. 344 с.
85. Пасічник А. М., Кутирєв В. В. Світовий досвід створення транспортно-логістичної інфраструктури : стан та перспективи застосування в Україні // Вісті Автомобільно-дорожнього інституту. 2011. Вип. 13. С. 121-128.
86. Підсумки роботи автомобільного транспорту України за 2014 рік //експрес-випуск Державної служби статистики України. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2015/04/106pdf.zip> (дата звернення 30.09.2016).
87. Підсумки роботи автомобільного транспорту України за 2015 рік // експрес-випуск Державної служби статистики України URL:

<http://www.ukrstat.gov.ua/express/expr2016/05/89pdf.zip> (дата звернення 30.09.2016).

88. Плетнева Н. Г. Аналитические методы управления логистическими системами : монография. Санкт-Петербург : СПбГИЭУ, 2007. 211 с.

89. Плоткин Б. К. Экономика : предпринимательство, логистика и цепи поставок. Санкт-Петербург : Изд-во Инфо-да, 2015. 131 с.

90. Плужников К. И. Транспортное экспедирование. Москва : РосКонсульт, 1999. 576 с.

91. Потаман Н. В. Вибір раціональної кількості складів в ланцюгу постачань торгівельних вантажів автомобільним транспортом в міжрегіональному сполученні : автореф. дис... канд. техн. наук. Харків, 2010. 20 с.

92. Поштовый зв'язок / під ред. В. К. Стеклова. 2-ге вид. стереотип. Київ : Техніка, 2004. 904 с.

93. Правдин Н. В., Негрей В. Я., Подкопаев В. А. Взаимодействие различных видов транспорта. Москва : Транспорт, 1989. 208 с.

94. Правдин Н. В., Негрей В. Я. Взаимодействие различных видов транспорта в транспортных узлах. Москва : Высшая школа, 1983. 247 с.

95. Правдин Н. В., Диканюк М. Л., Негрей В. Я. Прогнозирование грузовых потоков. Москва : Транспорт, 1987. 247 с.

96. Прудовский Б. Д., Ухарский В. Б. Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям. Москва : Транспорт, 1990. 239 с.

97. Пузанова И. А. Управление рисками для обеспечения надежности логистических систем : автореф. дис... канд. экон. наук. Москва, 2005. 20 с.

98. Рославцев Д. М. Ефективність функціонування логістичного ланцюга : транспорт, посередник, реалізатор : дис... канд. техн. наук. Харків, 2007. 236 с.

99. Ротенберг Р. В. Автомобильные дороги и надежность водителя // Проектирование автомобильных дорог и БД. Москва : МАДИ. 1982. С. 28-35.
100. Ротенберг Р. В. Надежность системы «водитель-автомобиль-дорога-среда». Москва : Машиностроение. 1986. 214 с.
101. Рыжиков Ю. И. Теория очередей и управление запасами. Санкт-Петербург : Питер, 2001. 384 с.
102. Савенкова Т. И. Логистика : учеб. пособие. 2-е изд. Москва : Омега-Л, 2007. 256 с.
103. Сарафанова Е. В., Евсеева А. А., Копцев Б. П. Грузовые автомобильные перевозки. Москва : ИКЦ «МарТ», 2006. 480 с.
104. Світовий банк. URL: <http://info.worldbank.org/etools/tradesurvey/model1b.asp#> (дата звернення 03.06 2015).
105. Сергеева В. И. Корпоративная логистика в вопросах и ответах. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : ИНФРА-М, 2013. 634 с.
106. Сергеев В. И. Рекомендуемая модель операций в цепях поставок – SCOR-модель // Логистика и управление цепями поставок. 2005. №1(6). С. 56-71.
107. Сілантьєва Ю. О. Підвищення ефективності контрейлерних перевезень : дис... канд. техн. наук. Київ, 2003. 130 с.
108. Смехов А. А. Основы транспортной логистики : учеб. для вузов Москва : Транспорт, 1995. 197 с.
109. Советов Б. Я., Яковлев С. А. Построение сетей интегрального обслуживания. Ленинград : Машиностроение, 1990. 332 с.
110. Справочник инженера-экономиста автомобильного транспорта / под ред. С. Л. Голованенко. 3-е изд., перераб. и доп. Київ. : Тэхника, 1991. 351 с.
111. Стерлигова А. Н. Управление запасами в цепях поставок. Москва : ИНФРА-М, 2008. 430 с.

112. Сток Дж. Р., Ламберт Д. М. Стратегическое управление логистикой ; пер. с 4-го англ. изд. Москва : ИНФРА-М, 2005. 797 с.
113. Тарский И. Фактор времени в транспортном процессе; пер. с польск. Москва : Транспорт, 1979. 308 с.
114. Токмакова І. В. Перспективи розвитку транспортно-логістичного бізнесу в Україні. *Вісник економіки транспорту та промисловості* : збір наук. праць. 2011. № 34. С. 228-230.
115. Транспорт і зв'язок України 2015/ Статистичний збірник. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2015/dop/10/dop_pvmp_6.15.zip (дата звернення 30.09.2016).
116. Транспортная логистика / под ред. Л. Б. Миротина. Москва : Издательство «Экзамен», 2002. 512 с.
117. Транспортні технології в системах логістики / під ред. М. Ф. Дмитриченко. Київ : ІНФОРМАВТОДОР, 2007. 676 с.
118. Трикозюк В. А. Повышение надежности автомобиля. Москва : Транспорт, 1980. 88 с.
119. Україна : Дослідження щодо сприяння торгівлі і транзиту. Київ : Світовий банк, 2010. 120 с.
120. Управление цепями поставок : справочник издательства Gower / под ред. Дж. Гаторны; пер. с 5-го англ. изд. Москва : ИНФРА-М, 2008. 670 с.
121. Форум лидеров транспортной и складской логистики в Киеве // ИТМ. Информационные технологии для менеджмента. 2014. № 13. URL: <http://it4m.com.ua/2014/11/13/Форум-лидеров-транспортной-и-складск/> (дата звернення 15.03.2015).
122. Цапук О. Л. Розвиток логістичної індустрії в процесі підвищення конкурентоспроможності сфери послуг. URL: http://www.rusnauka.com/5_NMIV_2009/Economics/40910.doc.htm (дата звернення 15.03.2015).
123. Цветов Ю. М., Лысенков В. А., Смелянский Ю. М. Организация совместной работы различных видов транспорта. Київ : Тэхника, 1985. 191 с.

124. Черкесов Г. Н. Надежность аппаратно-программных комплексов Санкт-Петербург : Питер, 2006. 479 с.
125. Червонный А. А., Лукьященко В. И., Котин Л. В. Надежность сложных систем. Москва : Машиностроение, 1976. 287 с.
126. Черчилль Г., Браун Т. Маркетинговые исследования / пер. с англ. под ред. Г. Л. Багиева. 5-е изд. Санкт-Петербург : Питер, 2007. 704 с.
127. Чулков Н. А., Деренок А. Н. Надежность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие. Томск : Изд-во ТПУ, 2012. 150 с.
128. Чурилов Р. Л. Методы оценки и повышения надежности цепей поставок : дис... канд. экон. наук. Санкт-Петербург, 2012. 173 с.
129. Шатт Д. Управление товарным потоком : руководство по оптимизации логистических цепочек / пер. с англ. С. В. Кривошеин; науч. ред. А. Н. Тарашкевич. Минск : Гребцов Паблицер, 2008. 352 с.
130. Шеффи Й. Жизнестойкое предприятие : как повысить надежность цепочки поставок и сохранить конкурентное преимущество. Москва : Альпина Бизнес Букс, 2006. 301 с.
131. Шрайбфедер Д. Эффективное управление запасами. Москва : Альпина Бизнес Букс, 2006. 304 с.
132. Шульга Е. Ф. Методы повышения надежности оперативного управления в системе международных автомобильных перевозок грузов : дис... канд. техн. наук. Москва, 1988. 242 с.
133. Шульга Е. Ф. Принципы системного управления транспортной организацией // Транспорт : наука, техника, управление. Москва. 1998. № 11. С.24-28.
134. Шульга Е. Ф. Теоретические предпосылки управления международными автомобильными перевозками грузов // Транспорт : наука, техника, управление. Москва. 1999. № 3. С. 24-44.
135. Эволюционная морфология транспортных сетей: методы анализа топологических закономерностей / под ред. С. А. Тархова. Москва : ИГАН СССР, 1989. 221 с.

136. Экономика и организация внешнеторговых перевозок / под. ред. К. В. Холопова. Москва : Юристъ, 2000. 684 с.
137. Экономико-математическое моделирование / Л. О. Бабешко, Л. И. Баусов, Л. В. Абланская, И. Н. Дрогобыцкий. Москва : Экзамен, 2004. 800 с.
138. Эффективность логистического управления/ под ред. Л. Б. Миротина. Москва : Издательство «Экзамен», 2004. 448 с.
139. Bakulich O. O. Dudnik A. A., Musatenko O. V. Regularities of goods delivery process by road transport in distribution system of delivery. *III International Scientific and Practical Conference «WORLD Science» Multidisciplinary Scientific Edition (February 28,2017, Dubai, U.A.E.)*. U.A.E. : Dubai. № 3 (19), Vol. 2, March 2017. P. 37-38.
140. Beretta B. White paper: Top European Logistics Hubs // White paper: Top European Logistics Hubs. 2013. Q2. 15 p. URL: http://www.portofantwerp.com./sites/portofantwerp/files/Colliers_Top_European_Logistics_Hubs_2Q13.pdf (дата звернения 23.11.2015).
141. Doll A. Global Logistics Markets // Global Logistics Markets. 2014. August. 49 p. URL: http://www.rolandberger.at/media/pdf/Roland_Berger_Studie_Global_Logistics_Markets_fin_20140820.pdf (дата звернения 26.04.2016).
142. EU Transport in Figures – Statistical Pocketbook 2014. URL: <http://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/doc/2014/pocketbook2014.pdf> (дата звернения 26.04.2016).
143. Friedrich C. J. Alfred Weber's Theory of Location of Industries. Chicago: University of Chicago Press, 1929. 296 p. URL: http://www.economia.unam.mx/cedrus/descargas/Libro_de_Weber.pdf (дата звернения 20.02.2015).
144. Hoover E. M. The Location of Economic Activity. New York: McGraw-Hill Book Company Inc., 1948. 336 p. URL: <https://www.archive.org/download/locationofeconom029874mbp.pdf> (дата звернения 20.02.2015).

145. Musatenko O. V. Analysis of Structural and technological Schemes of goods delivery // Sciences of Europe Czech Republic. Praha. №12(12), Vol. 1, 2017. P. 74-78.

146. Report From The Commission To The European Parliament And The Council On The State Of The Union Road Transport Market. 2014. URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0222&from=EN> (дата звернення 06.05.2016).

147. Simchi-Levi D. Chen X., Bramel J. The Logic of Logistics: Theory, Algorithms, and Applications for Logistics Management. New York : Springer, 2014. 454 p.

148. UIRR Annual Report 2015-2016. European Road-Rail Combined Transport. URL: <http://www.uirr.com/en/media-centre/annual-reports/annual-reports/mediacentre/779-uirr-annual-report-2015-16.html> (дата звернення 21.11.2015).

149. Vygen J. Approximation Algorithms for Facility Location Problem // Research Institute for Discrete Mathematics, University of Bonn. URL: <http://www.or.uni-bonn.de/~vygen/files/fl.pdf> (дата звернення 21.11.2015).

ДОДАТОК А

АКТИ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

«Затверджую»
Заступник директора
ТзОВ «Торговий Дім «Міст
Експрес»
Сергієнко Д.Г.

17 квітня 2017р.

АКТ

Про впровадження матеріалів
кандидатської дисертаційної роботи «Підвищення ефективності
логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту»
здобувача Мусатенко Олени Вікторівни

Комісія у складі начальника комерційного відділу Кулик Н.О. та начальника відділу складської логістики Шуригін А.В., склали цей акт про те, що в ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» впровадженні основні положення та практичні рекомендації щодо підвищення ефективності роботи підприємства шляхом застосування методу обслуговування групи складів при повнопоїздних відправленнях на основі об'єднаного страхового запасу та виконана апробація методики формування ієрархічної розподільчої системи, які містяться у кандидатській дисертації здобувача кафедри менеджменту Національного транспортного університету Мусатенко Олени Вікторівни.

Впровадження зазначених результатів дозволяє системно та комплексно оцінити розподільчу систему ТзОВ «Торговий Дім «Міст Експрес» на поточний момент часу, а розроблені в дисертаційній роботі підходи, критерії та методики вирішення задач дозволить підвищити ефективність роботи розподільчої системи постачань товарів на 20-30%, визначити її оптимальні параметри та отримати позитивні результати в практичній діяльності підприємства.

Начальник комерційного відділу

Кулик Н.О.

Начальник відділу складської логістики

Шуригін А.В.





«Затверджую»
Заступник директора
ТзОВ "Укрінтерекспедиція"
Павленко О.Є.
12 травня 2017р.

АКТ

Про впровадження матеріалів
кандидатської дисертаційної роботи «Підвищення ефективності
логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту»
здобувача Мусатенко Олени Вікторівни

Ми, що нижче підписались, начальник економічного відділу Горпинюк Н.Є., начальник відділу експлуатації Ткаченко Д.А., склали даний акт в тому, що після обговорення основних результатів дисертаційної роботи Мусатенко О.В. було вирішено запропонований метод обслуговування групи складів при повнопоїздних відправленнях на основі об'єднаного страхового запасу та його оперативного управління, підходи до оцінки надійності логістичного ланцюга та процедуру формування ієрархічної розподільчої системи прийняти до уваги та використовувати за необхідності у практичній діяльності. Впровадження методу оцінки надійності логістичного ланцюга дозволило встановити надлишковий термін перестрахування при плануванні міжнародних перевезень на окремих маршрутах. Уточнення планових термінів на виконання рейсів дозволило підвищити продуктивність роботи автотранспортних засобів на цих маршрутах на 10,8 %, що дозволить збільшити річний прибуток підприємства на 125000 грн. За експертними оцінками фахівців ТзОВ "Укрінтерекспедиція" впровадження процедури формування ієрархічної розподільчої системи постачань продукції дрібними партіями дозволить зменшити собівартість доставки продукції на 5 – 10 %.

Начальник
економічного відділу

Горпинюк Н.Є.

Начальник
відділу експлуатації

Ткаченко Д.А.

ДОВІДКА
про впровадження

Результати дисертаційної роботи Мусатенко О.В. за темою «Підвищення ефективності логістичної системи постачань з використанням автомобільного транспорту» впроваджено в навчальний процес, а саме при викладанні дисциплін «Взаємодія видів транспорту» та «Основи теорії транспортних процесів і систем» для студентів за спеціальностями 275 «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)» та 073 «Менеджмент».

Проректор з навчальної роботи,
професор



О.К. Гришук

Декан факультету транспортних та
інформаційних технологій, професор

В.Д. Данчук

ДОДАТОК Б

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ ТА ВІДОМОСТІ ПРО АПРОБАЦІЮ РЕЗУЛЬТАТІВ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

Статті у виданнях іноземних держав або у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:

1. Bakulich O. O. Dudnik A. A., Musatenko O. V. Regularities of goods delivery process by road transport in distribution system of delivery. III International Scientific and Practical Conference «WORLD Science» Multidisciplinary Scientific Edition (February 28,2017, Dubai, U.A.E.). U.A.E. : Dubai. №3 (19), Vol.2, March 2017. P. 37-38.

2. Musatenko O. V. Analysis of Structural and technological Schemes of goods delivery // Sciences of Europe Czech Republic. Praha. №12(12), Vol. 1, 2017. P. 74-78.

Статті у наукових фахових виданнях України:

3. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Формування розподільчих систем постачань // Вісник НТУ. 2014. Вип. 31, Ч. 1. С. 12-17.

4. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Самойленко Є. С. Дослідження основних характеристик розподільчої системи доставки вантажів // Вісник НТУ. 2016. Вип. 34, Ч. 1. С. 36-44.

5. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Коцюк О. Я. Оптимізація розподільчої системи доставки товарів // Економіка та управління на транспорті 2016. Вип. 3. С. 32-41.

6. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Самойленко Є. С. Аналіз показників ефективності розподільчої системи доставки вантажів // Технологический аудит и резервы производства. 2016. Вип. 3/2 (29) С. 40-44.

7. Мусатенко О. В. Аналіз структурно-технологічних схем доставки товарів // Економіка та управління на транспорті. 2017. Вип. 4. С. 66-71.

8. Мусатенко О. В. Проектування моноцентричної структурно-технологічної схеми розподільчої системи доставки товарів // Вісник НТУ. 2017. Вип. 37, Ч. 1. С. 282- 289.

Опубліковані праці апробаційного характеру:

9. Мусатенко О. В. Формування розподільчих систем постачань. LXXI наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. 2015. С. 296.

10. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О. Підвищення надійності функціонування систем доставки вантажів у міжнародному сполученні. LXXII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. 2016. С. 293-294.

11. Мусатенко О. В., Бакуліч О. О., Аналіз впливу структурно-технологічних параметрів дворівневої розподільчої системи на її ефективність. LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. 2017. С. 327.

12. Мусатенко О. В. Методика формування раціональної розподільчої системи доставки товарів. LXXIII наукова конференція професорсько-викладацького складу, аспірантів, студентів та співробітників відокремлених структурних підрозділів університету : тези доповідей. 2017. С. 328.

13. Мусатенко О. В. Методика оцінки надійності ланцюгів постачань у логістичній системі / М. О. Коцюк, О. В. Мусатенко // Методологія управління процесами перевезень і безпекою дорожнього руху у транспортних системах України: звіт про науково-дослідну роботу: номер держреєстрації № 0111 U 000099; [наук. кер. Поліщук В. П.]. – К. : НТУ, 2016. – С.63-67.