

Міністерство освіти і науки України

Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет транспорту та механічної інженерії

(повне найменування факультету)

Кафедра автомобілів і транспортних технологій

(повна найменування кафедри)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «МАГІСТР»**

**АНАЛІЗ СИСТЕМ ПЛАНУВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЇ ТА
УПРАВЛІННЯ ТЕРМІНАЛЬНО-СКЛАДСЬКИМИ
КОМПЛЕКСАМИ В ТРАНСПОРТНО ЛОГІСТИЧНИХ
СИСТЕМАХ**

спеціальність 275 Транспортні технології (за видами)

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

(назва освітньої програми)

**Виконав: здобувач вищої освіти
групи ТТм-21
Олександр ДЕНИСЮК**

(підпис)

**Керівник:
к.т.н., доцент
Віктор САМОСТЯН**

(підпис)

Кваліфікаційну роботу
допущено до захисту
«__» _____ 2025 р.
к.т.н., доцент
Гарант освітньої програми:
Ігор МУРОВАНІЙ

(підпис)

Луцьк – 2025 року

ЛУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту та механічної інженерії
Кафедра автомобілів і транспортних технологій
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Галузь знань: 27 Транспорт
Спеціальність: 275.03 Транспортні технології (на автомобільному транспорті)
Освітня програма: «Транспортні технології (на автомобільному транспорті)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В. ОНИЩУК

« ___ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ДЕНИСЮКУ Олександр Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Аналіз систем планування, організації та управління термінально-складськими комплексами в транспортно логістичних системах»

Керівник роботи: к.т.н., доцент Віктор САМОСТЯН

затверджені наказом вищого навчального закладу від «26» листопада 2025 р. № 500/01-02

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи «12» грудня 2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: *види логістичних стратегій, транспортно-складські комплекси Волинської області, відомості про підприємство ТзОВ «Транс Логістик Сервіс»*

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що потрібно розробити):

1 Аналіз розвитку термінально-складськими комплексами у транспортно-логістичних системах

2 Аналіз розвитку інфраструктури транспортно-складських комплексів у транспортно-логістичних системах

3 Методика раціоналізації процесів планування, організації та управління транспортно-логістичними системами

4. системний аналіз комплексу параметрів продуктивності термінально-складського обслуговування і ВАТ

5. Перелік ілюстративного матеріалу:

Слайд 1 – Титульний аркуш; Слайд 2 – Мета, завдання досліджень;

Слайди 3-11 Основні результати роботи, Слайд 12, 13 –Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання «01» вересня 2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Аналіз структурних змін в автотранспортній галузі на етапі її розвитку</i>	02.09.2025	
2	<i>Ієрархічна структура транспортної галузі</i>	14.09.2025	
3	<i>Аналіз статистичних даних товароруку</i>	20.09.2025	
4	<i>Технологія транспортного циклу доставки вантажів</i>	26.09.2025	
5	<i>Особливості транспортно-складського комплексу як компонента перевізного процесу</i>	01.10.2025	
6	<i>Багатокритеріальна задача визначення раціональних значень</i>	05.10.2025	
7	<i>Оптимізація «вантажоруку» транспортних потоків</i>	13.10.2025	
8	<i>Розробка цифрових об'єктно-орієнтованих моделей управління</i>	26.10.2025	
9	<i>Перевірка кваліфікаційної роботи керівником</i>	02.11.2025	
10	<i>Оформлення пояснювальної записки та ілюстративного матеріалу відповідно до діючих вимог</i>	10.11.2025	
11	<i>Перевірка роботи на плагіат</i>	за два тижні до захисту	
12	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	згідно графіка захистів	

Здобувач вищої освіти

_____ (О. ДЕНИСЮК)
(підпис) (ініціали, прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (В. САМОСТЯН)
(підпис) (ініціали, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Денисюк О.А. Тема магістерської роботи: «Аналіз систем планування, організації та управління термінально-складськими комплексами в транспортно-логістичних системах». Рукопис. ЛНТУ. Луцьк, 2025.

Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків та переліку джерел посилання.

Метою магістерського дослідження є розробка методології планування, організації та управління термінально-складськими комплексами у транспортно-логістичних системах, як механізму отримання оптимальних рішень, що забезпечує підвищення ефективності при транспортуванні та складуванні вантажів та реалізованого на базі цифрових технологій.

Для досягнення поставленої мети досліджень потрібно вирішити наступні **задачі дослідження**:

1. Аргументувати методологію раціоналізації процесів взаємодії об'єктів у ТЛС на базі багатокритеріального підходу для визначення параметрів вантажних автомобільних перевезень (ВАП) та транспортно-складського обслуговування (ТСО), як для складних технічних систем для формування вантажопотоків.
2. Розробити ієрархічну структуру транспортної галузі з елементами автомобільних ТЛС як підсистеми ІТС з динамічними характеристиками.
3. Розглянути цикл транспортного процесу як дискретний стан динамічної системи ТЛС у ТСК, що функціонує за умов недостатності інформації про стан досліджуваного середовища.
4. Розробити модель управління та планування роботи ТСК у ТЛС, засновану на отриманні оптимальних траєкторій переміщення партій вантажів, як багатокритеріальний аналог принципу динамічного програмування.

Об'єкт дослідження – автомобільна транспортно-логістична система, як складна система взаємодії суб'єктів транспортування та складування вантажів, що раціоналізує процес розподілу вантажопотоків між комплексами їх

виробництва та споживання.

Предмет дослідження - наукові методи планування, організації та управління ТСК в ТЛС, засновані на теорії прийняття рішень, що реалізуються на різних етапах переміщення і складування вантажів в системі.

Ключові слова: ЛОГІСТИЧНА СТРАТЕГІЯ, СИСТЕМА БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ, ВАНТАЖНІ АВТОМОБІЛЬНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИЙ КОМПЛЕКС, ТРАНСПОРТНО ЛОГІСТИЧНА СИСТЕМА.

Магістерська робота складається з вступу, 4 розділів, висновків; містить 75 сторінок пояснювальної записки, 13 рисунків. Перелік посилань включає 16 найменування джерел.

ANOTATION

O. Denisyuk. Master's thesis topic: "Analysis of planning, organization and management systems of terminal and warehouse complexes in transport and logistics systems". Manuscript. LNTU. Lutsk, 2025.

The master's thesis consists of an introduction, four chapters, conclusions and a list of references.

The purpose of the master's research is to develop a methodology for planning, organization and management of terminal and warehouse complexes in transport and logistics systems, as a mechanism for obtaining optimal solutions, which ensures increased efficiency in the transportation and warehousing of goods and implemented on the basis of digital technologies.

To achieve the set research goal, the following research tasks need to be solved:

1. To argue the methodology for rationalizing the processes of interaction of objects in TLS based on a multi-criteria approach for determining the parameters of freight road transportation (VAP) and transport and warehouse service (TSO), as for complex technical systems for the formation of cargo flows.

2. Develop a hierarchical structure of the transport industry with elements of automobile TLS as an ITS subsystem with dynamic characteristics.

3. Consider the cycle of the transport process as a discrete state of the dynamic system of TLS in TSC, which functions under conditions of insufficient information about the state of the studied environment.

4. Develop a model of management and planning of TSC work in TLS, based on obtaining optimal trajectories of cargo movement, as a multi-criteria analogue of the principle of dynamic programming.

The object of research is the automobile transport and logistics system, as a complex system of interaction of subjects of transportation and warehousing of cargo, which rationalizes the process of distribution of cargo flows between complexes of their production and consumption.

The subject of research is scientific methods of planning, organization and management of TSC in TLS, based on the theory of decision-making, which are implemented at different stages of cargo movement and warehousing in the system.

Keywords: LOGISTICS STRATEGY, BUSINESS PROCESS SYSTEM, ROAD FREIGHT TRANSPORTATION, TRANSPORT AND WAREHOUSE COMPLEX, TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEM.

The master's thesis consists of an introduction, 4 chapters, conclusions; contains 75 pages of explanatory notes, 13 figures. The list of references includes 16 names of sources.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ТЕРМІНАЛЬНО-СКЛАДСЬКИМИ КОМПЛЕКСАМИ У ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ.....	13
1.1 Аналіз структурних змін в автотранспортної галузі на етапі її розвитку.....	13
1.2 Ієрархічна структура транспортної галузі.....	16
1.3 Аналіз статистичних даних товароруху.....	21
Висновки до розділу.....	29
2 АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ У ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ.....	30
2.1 Технологія транспортного циклу доставки вантажів.....	30
2.2 Особливості транспортно-складського комплексу як компонента перевізного процесу.....	34
Висновки до розділу.....	38
3 МЕТОДИКА РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПЛАНУВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ.....	40
3.1 Науково-методологічне обґрунтування принципів розвитку транспортно- логістичної інфраструктури.....	40
3.2 Багатокритеріальна задача визначення раціональних значень.....	52
3.3 Оптимізація «вантажоруху» транспортних потоків.....	55
Висновки до розділу.....	60
4 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ КОМПЛЕКСУ ПАРАМЕТРІВ ПРОДУКТИВНОСТІ ТЕРМІНАЛЬНО-СКЛАДСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ВАТ.....	61
4.1 Розробка цифрових об'єктно-орієнтованих моделей управління.....	61
4.2 Технологій радіочастотної ідентифікації вантажів.....	63
4.3 Ієрархія структури управління вантажопотоками у транспортно- логістичній системі.....	67
Висновки до розділу.....	69
ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	75

ВСТУП

Необхідність якісного розвитку систем управління транспортно-складськими комплексами (ТСК) у транспортних-логістичних системах (ТЛС) аргументується рядом суттєвих обставин, утрудняють ефективний товарорух до і її регіонах, саме: відсутністю єдиної скоординованої стратегії розвитку окремих видів транспорту і її термінально-складської інфраструктури; вичерпані можливості пропускної здатності інфраструктури існуючих автомобільних транспортно-логістичних мереж, що призводить до збільшення часу на транспортування та обробку вантажів; спостерігається значне стримування в розвитку автомобільних ТЛС різних регіонів України. Незважаючи на успішну, загалом, реалізацію програми «Транспортна стратегія на період до 2030 року» системні перетворення на стаціонарні ТЛС відбуваються повільно і часто без застосування науково-методологічного обґрунтування.

Сучасні моделі ТЛС, що формуються, відповідні світовим аналогам, мають на увазі тенденцію поділу на інфраструктурну та координаційну складові, інтегровані в єдину інтелектуальну транспортну систему (ІТС). Аналіз статистичних даних, отриманих у низці країн показує, частка товароруху може становити близько 20% від ВВП, а до 30% всіх логістичних витрат посідає частку транспортування вантажів. Впровадження елементів ІТС підвищує продуктивність праці у сфері обігу продукції, а й у її виробництва. При цьому якщо щорічна загальна продуктивність праці збільшується в середньому на 5...6%, то половина цього збільшення досягається за рахунок оптимізації в транспортній сфері. Невід'ємною частиною ТЛС сьогодні є ТСК як суб'єкт системи – перетворювач матеріального потоку вантажів в ТЛС від виробників сировини і матеріалів до постачання кінцевому споживачеві готової продукції. Тому вирішення актуальних завдань, що виникають в результаті розвитку та перетворень ТЛС, без наявності науково-обґрунтованої методології, що враховує ТСК як обов'язковий елемент транспортного циклу, неможливо. Розробка методології управління ТСК у ТЛС для доставки та транзитного переміщення вантажів, основою якої є вироблення

раціональних рішень щодо формування єдиного комплексу взаємодії експлантатів транспортної інфраструктури – автотранспортних підприємств (АТП) і ТСК, в даний час, є гострою проблемою транспортно-логістичного обслуговування.

Традиційно основою для планування, організації та управління процесами руху товару в ТЛС було отримання інформації про стан об'єктів ТЛС на основі обробки статистичних даних за попередні періоди. На сучасному етапі розвитку цифрових технологій відбувається якісний перехід в можливостях збору і застосовуючи інформації в цифровий формат про стан процесів у динаміці їх розвитку. Зокрема, широке впровадження засобів автоматичної ідентифікації вантажів – штрихового кодування та радіочастотної ідентифікації (RFID) дозволяє передавати та отримувати інформацію в «он-лайн» режимі. Нові можливості застосування цифрових технологій у транспортних процесах зобов'язують формувати нові науково-методичні підходи до розробки аналітичних засобів управління ТСК у ТЛС та реалізовувати їх у вигляді цифрових моделей управління ТЛС як підсистем ІТС.

Можна констатувати, що розробка методології планування, організації та управління термінально-складськими комплексами в транспортно-логістичних системах на основі науково-методичного підходу оптимізації взаємодії об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури створює додаткові перспективи скорочення витрат при формуванні та русі матеріальних потоків вантажів. Основою даного підходу є розробка науково-технологічних рішень, які забезпечують підвищення ефективності управління ТСК в ТЛС. Очевидно, що для реалізації процесу оптимізації формування вантажних потоків у ТЛС, як підсистеми ІТС на базі цифрових технологій, необхідна розробка відповідного математичного апарату, адаптованого під поставлені завдання.

Проблема ефективності транспортування вантажів в автомобільних транспортних системах розроблялася і досліджувалася провідними фахівцями в цій галузі, а питанням оптимізації автотранспортних систем як сукупності об'єктів транспортної інфраструктури та вантажних автомобільних перевезень присвячені праці вчених як у нашій країні, так і за кордоном.

Наукові роботи вчених склали основу запропонованого дослідження. У них неодноразово зазначається, що показники оцінки роботи не дозволяють відповісти на питання, наскільки автомобільний транспорт задовольняє потреби підприємств і населення в перевезеннях, і що функціонування транспортних систем в Україні відрізняється великими витратами. У цьому не враховується: високий рівень динамізму, безперервна зміна станів процесу; можлива зміна складу елементів, зміна циклів окремих процесів перевезення вантажів у часі та залежно від умов середовища експлуатації. Можна сказати, що транспортні системи досі не розглядалися як динамічні системи, що функціонують в умовах недостатності інформації або невизначеного стану середі і що вимагають оцінки їх ефективності застосування методів багатокритеріального динамічного програмування.

Відсутність науково-методологічних розробок, що дозволяють формувати процес управління ТСК в ТЛС як комплекс організаційно-технологічних рішень, заснованих на математичних моделях багатокритеріального динамічного програмування та реалізованих як ЦООМУ в ТЛС, вимагає вирішення великої наукової проблеми – розвиток теорії та розробки комплексу оптимізаційних процесів для забезпечення транспортних засобів.

Мета роботи - розробка методології планування, організації та управління термінально-складськими комплексами у транспортно-логістичних системах, як механізму отримання оптимальних рішень, що забезпечує підвищення ефективності при транспортуванні та складуванні вантажів та реалізованого на базі цифрових технологій.

Для досягнення поставленої мети досліджень потрібно вирішити наступні **задачі дослідження**:

1. Аргументувати методологію раціоналізації процесів взаємодії об'єктів у ТЛС на базі багатокритеріального підходу для визначення параметрів вантажних автомобільних перевезень (ВАП) та транспортно-складського обслуговування (ТСО), як для складних технічних систем для формування вантажопотоків.

2. Розробити ієрархічну структуру транспортної галузі з елементами автомобільних ТЛС як підсистеми ІТС з динамічними характеристиками.

3. Розглянути цикл транспортного процесу як дискретний стан динамічної системи ТЛС у ТСК, що функціонує за умов недостатності інформації про стан досліджуваного середовища.

4. Розробити модель управління та планування роботи ТСК у ТЛС, засновану на отриманні оптимальних траєкторій переміщення партій вантажів, як багатокритеріальний аналог принципу динамічного програмування.

Об'єкт дослідження – автомобільна транспортно-логістична система, як складна система взаємодії суб'єктів транспортування та складування вантажів, що раціоналізує процес розподілу вантажопотоків між комплексами їх виробництва та споживання.

Предмет дослідження - наукові методи планування, організації та управління ТСК в ТЛС, засновані на теорії прийняття рішень, що реалізуються на різних етапах переміщення і складування вантажів в системі.

Наукова новизна дослідження полягає у досягненні наступних конкретних результатів:

1. Розроблено аналітичний апарат управління в ТЛС, на основі інтеграції завдання динамічного програмування методів зняття невизначеності з урахуванням теорії «ігор із природою».

2. Розроблено методику досягнення динамічного балансу між величинами пропускних здатностей ТСК та вантажопотоків у вигляді аналітичної моделі, заснованої на інтегруванні методів векторної оптимізації і методів динамічного багатокритеріального програмування, що дозволяє формувати кінцеві орієнтовані графи та визначати раціональні траєкторії перевезень у ТЛС.

3. Розроблено методологію функціонування ТСК у ТЛС засновану на багатокритеріальному аналогу принципу динамічного програмування, що дозволяє визначати раціональне поєднання необхідних потужностей елементів ТСК за низкою критеріїв ефективності ТСО та ВАП.

Апробація результатів дослідження. Основні результати дослідження опубліковані у матеріалах студентської науково-практичної конференції факультету транспорту та механічної інженерії.

1 АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ТЕРМІНАЛЬНО-СКЛАДСЬКИМИ КОМПЛЕКСАМИ У ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

1.1 Аналіз структурних змін в автотранспортної галузі на етапі її розвитку

Відмінною рисою перевізних систем чи комплексів на автомобільному транспорті є здатність вибирати напрямок діяльності, відповідальність яку може бути розподілена між компонентами системи з урахуванням управління її функціями: підготовка вантажу до перевезення, навантаження, транспортування тощо. Планування та організація, як елементи управління в структурі автотранспортної галузі завжди повинні бути формалізовані таким чином, щоб досягти одночасного функціонування окремих, але взаємозалежних частин, що забезпечують більш високу ефективність, ніж сумарна ефективність частин, взятих окремо [2,3,4,5,6]. Системний підхід до перевізного процесу на автомобільному транспорті дозволяє об'єднати окремі частини роз'єданого процесу та досягти впорядкованості останнього. Складовими частинами кожної перевізної системи є окремі компоненти, що мають певні властивості, що виражаються у вигляді показників. Ці показники найчастіше суперечливо впливають на функціонування автомобільної транспортної системи як перевізного комплексу в цілому, її швидкодія, надійність, провізну можливість і т.д. Дані протиріччя можуть надавати негативний вплив на ефективність системи у разі невідповідності якості управління структурним змінам, зумовленим об'єктивним поступальним зміною зовнішньої середовища [4]. Звичайно, що ефективність системи в тій чи іншій мірі може залежати від будь-якого з елементів системи. Є ефективність перевізною системи залежить від вибору варіанти дій з багатьох можливих [8].

Структурні зміни у перевізному комплексі автотранспортної галузі в останні десятиліття в першу чергу пов'язані з активним розвитком транспортно-логістичних систем (ТЛС) та її невід'ємних елементів транспортно-складських комплексів (ТСК). Наведемо статистику приросту складських потужностей в Україні (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 - Динаміка приросту введення в експлуатацію нових складських потужностей в Україні [5]

Можна відзначити незбалансовану локальну динаміку введення в експлуатацію складських приміщень (характерний рекордний обсяг введення складів у 2021 році (1,5 млн. м²) відчутно наситив ринок), але загальний розвиток цього процесу має стійку тенденцію до спадання, в першу чергу це пов'язано з військовою агресією рф. Природними регуляторами розвитку у разі є економічні (ринкові) механізми (рисунок 1.2) [5].

Зміни у структурі перевізного комплексу зачіпають як обсяги виробничих потужностей, так і їх географічний розподіл (рисунок 1.3). Наприклад, розташування ТСК у Західній Україні має тенденцію до розширення інфраструктури (віддалення від центру агломерації).

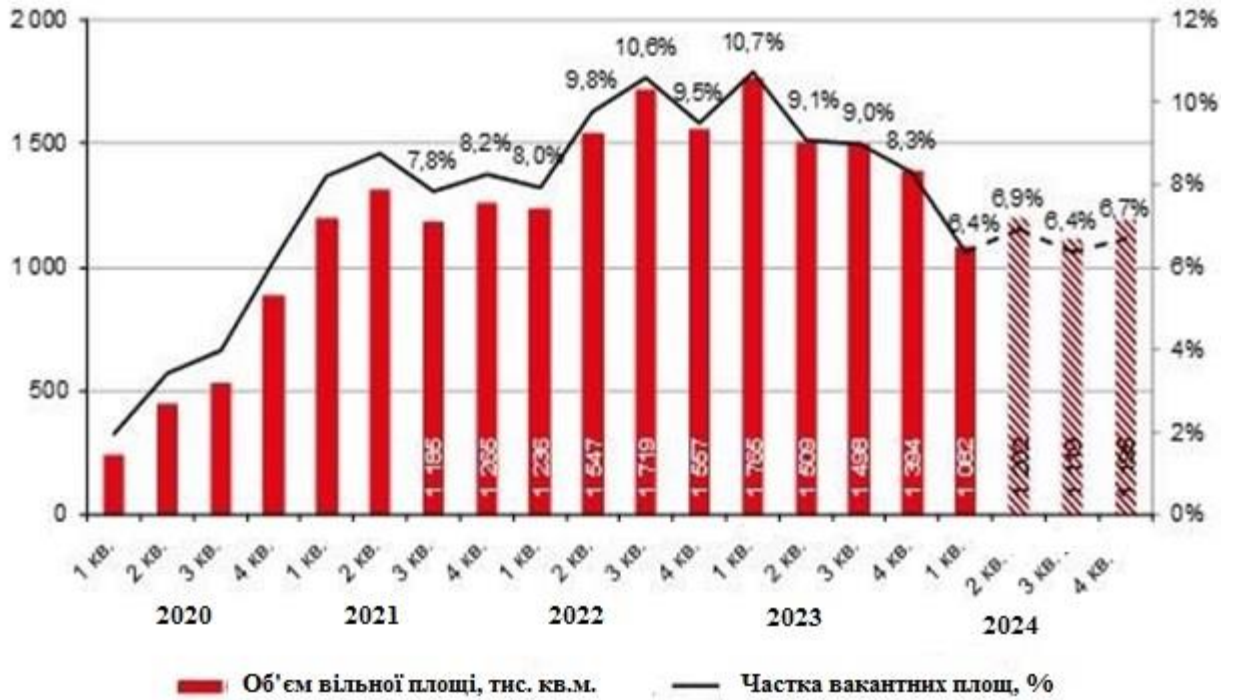


Рисунок 1.2 - Динаміка вільних складських площ [5]

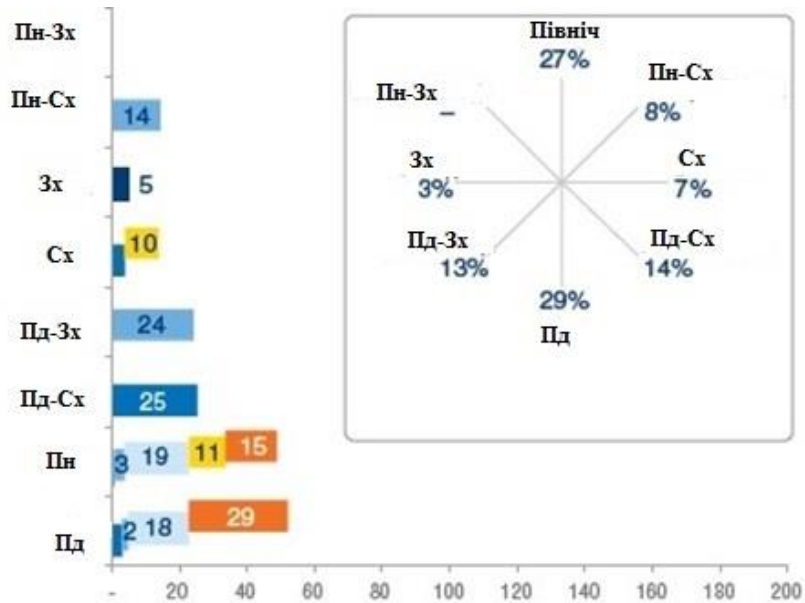


Рисунок 1.3 - Тенденція до розширення інфраструктури транспортно-складських комплексів Західної України [5]

Зазначені структурні зміни формують сучасний перевізний комплекс автотранспортної галузі, як складнішу багаторівневу та багатокомпонентну освіту,

ніж традиційна перевізна система. Тому причинно-наслідкові зв'язки в системі перевізного процесу в ТЛС із розвиненою інфраструктурою ТСК мають бути формалізовані наявністю адекватного математичного опису, а її елементи конкретизовані. Одним із варіантів, що дозволяє однозначно визначити критичні небезпечний стан системи та визначити можливий подальший ефективний стан – декомпозиція системи, тобто розчленування ієрархії та організація підсистем з подальшим отриманням локальних рішень. Традиційно, транспортній галузі завжди була властива ієрархічна структура зв'язків між критеріями ефективності для всієї транспортної сфери та приватними, локальними критеріями ефективності для окремих компонентів: комплексів, ланок і елементів на різних рівнях ієрархії. Така структура дозволяла аналізувати процеси, що відбуваються на окремих різних рівнях, об'єктивніше здійснювати вибір показників ефективності, виявляти зв'язок між критеріями перевізного процесу всіх рівнях. Враховуючи, що система показників ефективності (критеріїв) перевізного процесу має бути спрямована на досягнення ефективного кінцевого результату діяльності, необхідно визначити цілі системи транспорту різних рівнів [1, 6, 7, 9].

1.2 Ієрархічна структура транспортної галузі

Розглянемо ієрархічну структуру транспортної галузі стосовно автомобільного транспорту [32]. Ієрархічна структура цілей була побудована на логічній основі, зверху вниз і мала сім рівнів: господарський комплекс країни; міжгалузевий; галузевий; територіальний; перевізних комплексів; ланок; компонентів. Цілі кожного наступного рівня забезпечували виконання завдань, що стоять перед попереднім рівнем. Опустимо з розгляду сьомий рівень (господарський комплекс країни) та шостий рівень (галузь матеріального виробництва). П'ятий рівень - транспортна галузь (автомобільний транспорт).

Його мета – повне та своєчасне забезпечення потреб галузей всього матеріального виробництва, у перевезеннях. Це досягалося ефективним функціонуванням попередніх рівнів:

1. Четвертий рівень (територіальний) – є транспортні підприємства, створені в організацію перевезень вантажів. Мета транспортного підприємства – забезпечити максимальну ефективність перевізних комплексів.

2. Третій рівень (перевізні комплекси) – це великі централізовано організовані АТП та пов'язані з ним ГО та ДП, що є комплексами, які інтегрувалися та оцінювалися. Завданням даних перевізних комплексів було – переміщення вантажу від місця виробництва до місця споживання, зазвичай у межах певної територіальної одиниці (відстань перевезення трохи більше 100...150 км). Можливості комплексу обмежувалися як його територіальними рамками, так і інерцією, властивою різним його компонентам. Цей рівень вирішував тактичні цілі - виконання конкретних перевезень роками маршрутам, що склалися, але з максимальною ефективністю. Ціль цього рівня – максимальна ефективність перевізного процесу від конкретного ГО до певних ДП.

3. Другий рівень – ланки, що спеціалізуються за видами робіт (навантаження, розвантаження, транспортування, зберігання і т.д.). Враховуючи, види робіт навіть у межах територіальної одиниці діяльність перевізного комплексу мала носити різнобічний характер, а, природно, що будь-який окремо взятий компонент, зважаючи на свою обмеженість своїх функціональних можливостей, не може виконувати роботи комплексу, тому функції між компонентами всередині перевізного комплексу були розділені та спеціалізовані. Це призводить до того, що у перевізному комплексі (АТП) існує безліч компонентів, що веде не до зміни перевізного комплексу, а до формування зв'язків між ланками. склад ланок мав велике значення в питаннях структурної організації через можливі види діяльності перевізного комплексу. Наведемо деякі функції комплексу неієрархічного характеру - це підготовка вантажу, навантаження, переміщення, розвантаження, зберігання вантажу. Кожна ланка має свої цілі та завдання, підпорядковані концепціям комплексу. Цілі ланки введені для більш чіткого формулювання функцій комплексу, цілі якого полягали в ефективній діяльності інтегрованої одиниці. Організаційна структура перевізного комплексу передбачає оптимізацію як складу ланок, що утворюють цей комплекс, так і

внутрішньої структури цих ланок, компонентів та взаємозв'язків між останніми. Основна мета цього рівня – встановлення певної пропорційності між ланками.

4. Перший чи нижчий рівень – компоненти. Їх функції на цьому рівні конкретна реалізація окремих операцій перевізного процесу. Основні компоненти – склади зберігання вантажів у ВО та ДП; вантажно-розвантажувальні пости та робітники цих постів у ВО та ДП; автомобілі, що належать АТП; транспортна інфраструктура (автомобільні дороги, що служать засобом транспортних зв'язків між пунктами ВО та ДП). Тут ВО – він вантажовиробник, а ДП – безпосередній одержувач необхідного вантажу. В основі переміщення вантажу від місця виробництва до місця споживання лежить компонент, що функціонує, представляє початковий рівень ієрархічної структури транспортної галузі.

Єдиною метою кожного рівня декларувалася – максимальна продуктивність праці, але на кожному рівні у цій ієрархії вона виявлялася по-своєму (як структури технічних, експлуатаційних чи економічних показників). Тобто кожному рівню були притаманні його специфічні критерії ефективності, які нерідко не узгоджені між рівнями управління [14].

Розглянуті вище структурні зміни і методи організації, планування та управління в перевізному комплексі, що не відповідають даним змінам, ускладнюють ефективний товарорух вантажним автомобільним транспортом. На сучасному етапі його розвитку і виявляються в наступному [16,17]:

1. Відсутня єдина скоординована стратегія розвитку автомобільного транспорту та його термінально-складської інфраструктури (ТСІ).
2. Практично вичерпано можливості пропускнуї спроможності існуючих автомобільних транспортних мереж, що призводить до збільшення часу на транспортування та обробку вантажів.
3. Існує значний перекис в розвитку автомобільних транспортних систем)
4. Розширяться ринок нескоординованих логістичних послуг, що обумовлено активною та, як правило, самостійною та незалежною діяльністю міжнародних та національних торгових мереж тощо.

Незважаючи на успішну, загалом, реалізацію програми «Транспортна

стратегія України на період до 2030 року» [3] ще залишається низка завдань, вирішення яких визначає поступальний економічний розвиток. Перерахуємо характерні труднощі під час вирішення даних задач:

1) структурні перетворення у стаціонарних автомобільних транспортних системах відбуваються повільно та часто без застосування науково-методологічного обґрунтування;

2) залишається актуальною тенденція старіння основних фондів підприємств транспорту та транспортної інфраструктури (особливо важка ситуація характерна для рухомого складу автомобільного транспорту);

3) неповноцінно, а здебільшого повністю не здійснюється взаємодія підприємств автомобільного транспорту з вітчизняним транспортним машинобудуванням, з галузями переробки нафтопродуктів, приладобудування тощо.

4) комплексний і системний підхід не характерні для процесів управління при розвитку окремих автомобільних транспортних систем, а також загалом для координації взаємодії окремих видів транспорту тощо.

Вирішення цих завдань ускладнюється в міру нерегульованого зростання кількості сучасних ТСК та інтенсивності їх введення в експлуатацію. Сучасні моделі формуються автомобільних транспортних систем за складом (наявність розвиненої інфраструктури ТСК) дедалі більше відповідають світовим аналогам, але з якості управління. Передова світова тенденцію поділу на інфраструктурну та координаційну складові, інтегровані у єдину транспортну діяльність. Для реалізації цієї тенденції до давно склалися сприятливі передумови: економіко- географічне і геополітичне становище країни, наявність нереалізованого транзитного потенціалу, поступальний розвиток транспортної та складської інфраструктури [4,5]. Одним з перешкод розвитку ТЛС в Україні є те, що сьогодні основними транспортно-розподільчими центрами є Львів, Одеса, Дніпро, Київ, і меншою мірою менші міста, тому більшості вантажовідправників, абсолютно не вигідно здійснювати перевезення через ці міста, але, на жаль, вони змушені це робити. Формування незалежних ТЛС автомобільного транспорту, об'єднаних в єдину

систему в таких містах, як Рівне, Житомир, Вінниця, Хмельницький, Полтава, Кропивницький та ін., дозволить кардинально вирішити проблему підвищення ефективності перевезень, знизивши при цьому не тільки собівартість перевезень, але й значно скоротивши час на переміщення вантажів [6,7]. Наведемо деякі апробовані у світовій практиці економічні аспекти необхідності активного розвитку ТЛЗ. Згідно зі статистичними даними реалізується кілька основних ефектів при вирішенні цієї проблеми:

1. За оцінками експертів, впровадження наукової методології для формування ТЛС дозволяє скоротити середній рівень запасів підприємств на 30...50%, знизити витрати на рух продукції на 25...45%, зменшити повторні перевезення між окремими складами в 1,5...2,0 рази, знизити витрати на автомобільні перевезення на 7...20%.

2. Вирішення завдань оптимізації розподілу елементів ТЛС підвищує продуктивність праці у сфері обігу продукції, а й у її виробництва. За окремими оцінками, якщо щорічна загальна продуктивність праці збільшується загалом на 5...6%, половина цього збільшення 2,5...3% досягається з допомогою застосування логістики, зокрема і транспортну сферу.

Численні дослідження зарубіжних авторів, як-от Д.Дж. Бауерсокс, Дж.Рігс, К.Керел, М.Старр, Д.Уотерс, Дж.Літл, Дж.Томпсон, У.Черчмен, Дж.Уайхед та ін. У нашій країні питаннями формування логістичних концепцій на автомобільному транспорті присвячували свої праці Попович П.П., Мурований І.С., Грицук І.М., Никончук В.М., Лукінський В.С., Семененко А.І., та багато інших авторів [2, 3, 4, 5, 8]. Роботи цих авторів присвячені дослідженню сучасних принципів та підходів до логістичної концепції товароруку та зокрема питань ефективного функціонування ТЛС. У них неодноразово наголошується, що впровадження логістичного підходу вимагає об'єднання окремих елементів транспортного процесу в єдину систему (зробити процес транспортування вантажів безперервним), що в свою чергу зробить можливим підвищення ефективності її роботи та отримання позагалузевого ефекту. При цьому обов'язковими умовами підвищення ефективності транспортного процесу є:

- 1) те, що всі учасники руху товарів повинні розглядатися як частини єдиної системи, а сам процес, як комплексна проблема;
- 2) зв'язки між усіма учасниками комплексних логістичних програм повинні бути організовані за єдністю технологічного процесу руху товару.
- 3) обов'язкове дотримання принципу своєчасності доставки вантажів "точно вчасно", як одного з обов'язкових критеріїв перевірки ефективності роботи системи.

Результати аналізу застосування концепції «точно вчасно» на ряді автотранспортних підприємств за кордоном, під час роботи системи близько 3...5 років, показували такі результати: запаси незавершеного виробництва знижуються на 80%; запаси виготовленої продукції знижуються на 30%; загальна тривалість виробничого циклу, а саме термін реалізації функцій усієї логістичної ланцюги скорочується на 40%; значно підвищується гнучкість всього виробництва [4].

1.3 Аналіз статистичних даних вантажообігу

Аналіз статистичних даних отриманих у ряді країн показує, що частка товароруху може становити близько 20% від ВВП, причому в загальній структурі даних витрати за змістом запасів дорівнюють 44%, витрати на складування та експедицію товарів близько 16%, витрати на перевезення - 31% (з них технологічні - 9%, 2% 8%). Можна дійти невтішного висновку, що 30% всіх логістичних витрат посідає на частку транспортування вантажів [3,4]. Але у різних галузях виробництва транспортна складова має різну питому вагу, що необхідно враховувати щодо пріоритетів при ТЛС:

- 1) при реалізації готових виробів підприємств, що виробляють електронну продукцію, транспортна складова приблизно 2...3%;
- 2) при виробництві продуктів харчування близько 5... 6%;
- 3) при доставці продукції машинобудівної галузі 7 ... 12%;
- 4) при постачанні сировини транспортна складова знаходиться в діапазоні 45 ... 60%, а для будівельних матеріалів природного походження близько 80...85%.

Наведені дані загальновідомі та характерні для структур господарських комплексів із розвиненою інфраструктурою ТСК у ТЛС. У разі відсутності таких транспортні витрати можуть збільшуватися на порядок і нерідко перевищують собівартість виготовлення продукції, що транспортується [3, 12, 13]. Немаловажним та малодослідженим напрямом скорочення логістичних витрат є пошук механізмів отримання оптимальних рішень між показниками транспортування вантажів та обсягами поставок продукції до ТЛС, які дозволять:

1. Ефективно керувати технологією транспортування вантажів, за величиною, складом та іншими показниками з метою оптимізації процесу транспортування вантажів у ТЛС.

2. Здійснювати інтегроване планування та прогнозування роботи автотранспортних підприємств та ТСК, а також процесів їхньої взаємодії.

Можливість раціоналізації взаємодії об'єктів логістичної інфраструктури (ОЛІ та ВАП) та скорочення витрат при формуванні матеріальних потоків вантажів визначається не тільки наявністю науково-обґрунтованих підходів, але розробкою нових типів технічних засобів цифровізації та автоматичної ідентифікації об'єктів перевізного процесу.

Актуальність і затребуваність практикою вирішення цього завдання можна відстежити з прикладу реального стану автотранспортного логістичного комплексу Волинської області. У цьому регіоні частка автомобільного транспорту складає 8,1 відсотка в загальному обсязі ВРП [5,7], але значимість автомобільної транспортної системи Волинської області полягає не тільки в частці ВРП, але й в високою ступеня впливу на інші сфери діяльності (транспортна система Волинської області обслуговує транзитні вантажопотоки, наступні в різні області України, а також в закордонні країни). Геополітичне значення Волинської автомобільної транспортної системи з однієї сторони визначається його винятковим географічним розташуванням (сприятливе становище на перетині транспортних потоків країни), а з іншого боку, величезною роллю як одного з найбільших центрів вантажопереробки з практично необмеженою ємністю можливого товароруку. На жаль, зараз в автотранспортному логістичному комплексі (АТЛК) Волинської

області існує значна кількість проблем і «вузьких місць». Виділимо дві основні.

Перша проблема виникає в результаті невідповідності автомобільної транспортної інфраструктури, що склалася, потребам у перевезеннях (існуюча пропускна спроможність доріг не відповідає попиту), як на основних магістралях, так і на міських вулицях, тобто на всій вулично-дорожній мережі (ВДМ). Стосовно завдань дослідження в ситуації мова йде не про пропускну здатність ВДМ м. Луцька, а про пропускну спроможність автомобільної транспортної мережі Волинської області в цілому [6,13]. Консультаційна компанія Strategy Partners Group спільно з науково-дослідним холдингом «Просторовий рух» оцінювала ситуацію у сфері вантажного руху товару в лютому-квітні 2035 р. за допомогою масштабного дослідження вантажопотоків. Отримуючи результати, дають важливі відомості для розуміння стану вантажної автомобільної транспортної логістики.

1. 35 % вантажних АТЗ виконують транзитні перевезення, у своїй близько 20% посідає транзитні АТЗ, а 15% посідає транзитні вантажі, що переміщуються у Луцьку.

2. 65 % транзитних вантажів, опрацьовуються на ТСК м. Луцьку.

3. Вантажні АТЗ є другим по значимості серед АТЗ, навантажуючими ВДМ м. Луцька. Причому 120 тис. вантажних АТЗ використовують транспортну мережу м. Луцька вдень, їх понад третина прибувають із закордону.

4. У середньому завантаження вантажного АТЗ в місті складає близько 25 %. Це дуже низька ефективність використання вантажного автомобільного транспорту у м. Луцьку.

Таке становище є наслідком нерозвиненої автомобільної транспортної системи, відсутністю комплексної інтеграції параметрів ТСК та ВАП у області, а також відсутністю необхідних складських потужностей, де проводилася переробка та переформування партій вантажів та інші роботи, притаманні ТСК [9]. В результаті виникає потреба в автомобільних вантажних перевезеннях між різними ТСК, а також між ТСК та складами дистриб'юторів, що, природно, значно збільшує навантаження на ВДМ і зрештою збільшує транспортну складову в собівартості продукції.

За результатами свого дослідження компанія Strategy Partners Group розробила стратегічний план реорганізації руху вантажного автомобільного транспорту в Луцьку з метою зниження навантаження ВДМ міста вантажними АТЗ у денний час, що включає наступні завдання:

- 1) повністю виключити переміщення транзитних вантажів;
- 2) підвищити результативні показники використання вантажних АТЗ;
- 3) привести у відповідність екологічні показники вантажних АТЗ нормативним вимогам;
- 4) скоротити рух вантажних АТЗ через житлові мікрорайони та за елементами УДС з низькою пропускною здатністю;
- 5) забезпечити дотримання АТП вимог щодо технічного станом транспортних засобів та організації праці водіїв.

Дані стратегічного плану декларують цілий комплекс загальновідомих (популярних) заходів, які регулярно позначаються через певний термін, і, як правило, в силу чергового ускладнення умов руху товару.

Рішення поставлених завдань закінчується введенням, безсумнівно, правомірних обмежень:

1. Обмеження руху вантажних АТЗ у певних районах та у певний час доби.
2. Обмеження руху вантажних АТЗ в залежності від дозволеної повної маси, дозволеного навантаження на вісь, габаритів і т.д.
3. Обмеження руху АТЗ, не відповідних по екологічному класу двигуна необхідними нормативами.
4. Вступ системи спеціальних допусків вантажних АТЗ до ВДМ міста.
5. Організація спеціальних місць стоянки/навантаження/розвантаження/ для вантажних АТЗ у центральних районах міста тощо.

Зокрема, аналогічні заходи передбачалися і у державній програмі розвитку транспортної системи [10], але ситуація при реалізації даних заходів покращується не значно.

Друга проблема – це невпорядковане будівництво нових ТСК у попередні періоди. Їхнє розташування призвело до додаткового зростання навантаження на

ВДМ в найбільш заселених районах області. В даний час основна частина наявних ТСК, вантажних логістичних центрів і різних торгових баз знаходяться не тільки в промислових зонах міста, а також в деяких в спальних районах. Отже, виникає необхідність переформатування термінально-складських потужностей м. Луцька, причому частину з них можна вивезти з міста, а функціонування решти пов'язати у єдиний комплекс взаємодії із системою ВАП. Для цього є усі умови.

Навколо міста практично на всіх напрямках створені та успішно працюють потужні логістичні центри або логістичні парки (ЛП) (рисунок 1.4). Але для таких заходів реорганізації потужностей ТЛС необхідна науково-обґрунтована логістична програма, заснована на методології, що дозволяє раціонально або цілеспрямовано змінювати логістичні потоки руху товару.

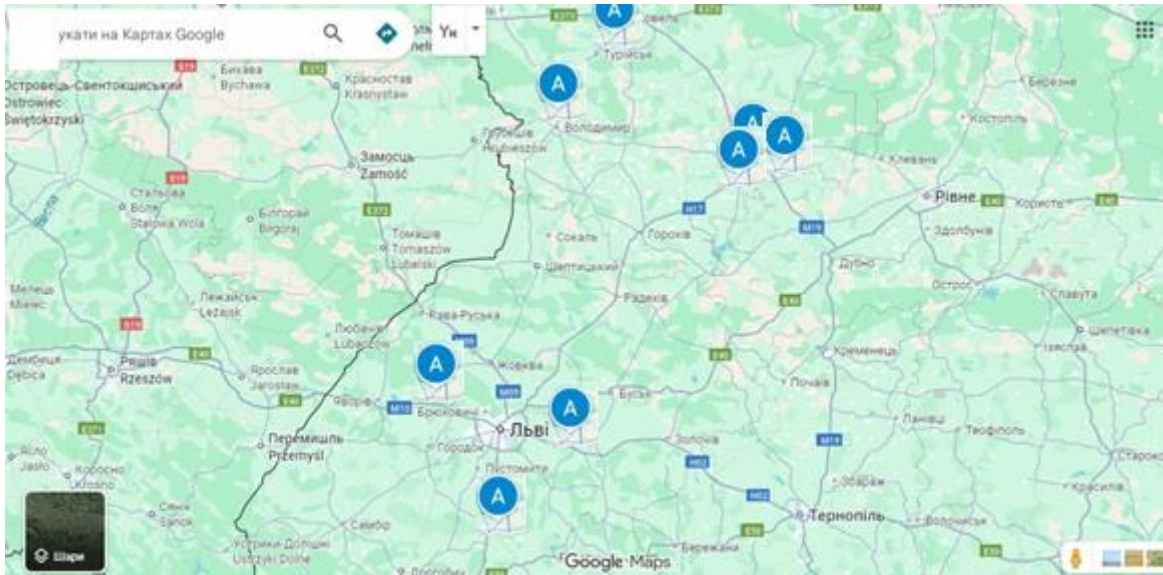


Рисунок 1.4 - Найбільші логістичні парки Волинської області

Розробка раціональних логістичних ланцюгів доставки та транзитного переміщення вантажів, а також вироблення раціональних рішень по формування єдиного комплексу взаємодії експлантатів транспортної інфраструктури - АТП, ТСК і ін, в даний час, є гострою проблемою автотранспортного перевізного комплексу. Відсутність розвиненої та досконалої ТЛС дозволяє повною мірою забезпечувати потребу західного регіону України у транспортних та складських послугах і не забезпечує необхідний рівень ТЕО всіх учасників товароруку, стримує реалізацію зовнішньоторговельного та транзитного потенціалу регіону,

що призводить до великих як прямим, так і непрямим втрат в вигляді втраченої вигоди.

Існує два основні шляхи вирішення перелічених вище проблем розвитку ТЛС - **екстенсивний та інтенсивний** :

Перша концепція (екстенсивна) має на увазі:

1. Прискорене будівництво транспортно-логістичних центрів, розташованих у Волинській області на відстані 20...30 км від Луцька. При цьому передбачається, що транспортно-логістичні парки повинні бути розташовані між двома автомобільними трасами, що дає можливість маневрування вантажними потоками у разі завантаженості однієї з магістралей.

2. Виведення з міст на територію області всіх ТСК і вантажних баз ряду залізничних станцій і більшість контейнерних терміналів, розташованих у місті, як не мають можливостей для свого подальшого розширення та розвитку.

Основним недоліком даної концепції є необхідність великих капіталовкладень, досить тривалий термін реалізації цієї програми та відсутність гарантії, що нове територіальне розташування потужностей ТЛС на 100% відповідатиме структурі вантажопотоків, що динамічно змінюється. Звичайно, що повністю відмовлятися від цієї концепції не можна і його необхідно поступово реалізовувати, оскільки темпи збільшення потужності вантажопотоків диктують необхідність розвитку потужностей ТЛС.

Другий шлях рішення (інтенсивний) існуючих актуальних проблем спирається на світову практику формування та розвитку ТЛС. Багато великих мегаполісів у світі вже пройшли існуючий етап розвитку автомобільних транспортних систем і експертна світова спільнота дійшла однозначного висновку: механізми вільного ринку погано застосовні для складних ТЛС [9], оскільки кожен зацікавлений експлантат транспортної системи логістичної ситуації, коли транспортна система не задовольняє всіх. Зокрема, середнє завантаження вантажного АТЗ в містах становить близько чверті можливого, а продуктивність ТСК у 2...3 рази нижча за світові стандарти. За кордоном у ТЛС великих агломерацій і географічних регіонів застосовуються механізми синхронної

(комплексної) оптимізації параметрів ВАП та транспортно-складської логістики, що дозволяють скорочувати сумарний пробіг АТЗ, ефективніше використовувати потужності ТСК, диференціювати в часі та просторі вантажопотоки, при цьому частково перевантажувати на інші вантажоперевезення. Даний шлях вирішення проблем враховує динамічну зміну матеріальних потоків, пов'язану із сучасною трансформацією як парадигми споживання, так і виробництва продукції, що перетворюють існуючі системи транспортно-складського забезпечення (ТСЗ). Саме система ТСЗ є фізичним каркасом в організацію всіх матеріальних потоків. Найбільш поширена структура матеріальних потоків, представлена на прикладі схеми розподілу вантажопотоків в автомобільній промисловості (рисунок 1.5) і включає наступні елементи:

1. Виробництво сировини і матеріалів для виготовлення готової продукції з підсистемою зберігання (з використанням ТСК) та перевезень.
2. Перевезення продукції (компонентів), зокрема з використанням ТСК до елемента ланцюга – виробництва готового продукту.
3. Виробництво готового продукту з підсистемою зберігання (з використанням ТСК) та перевезень.
4. Перевезення продукції (компонентів), зокрема з використанням ТСК до наступного елемента ланцюга – дистриб'юторів.
5. Зберігання запасу готовою продукції на ТСК дистриб'юторів.
6. Доставка готовою продукції в роздрібну мережу.
7. Зберігання запасу готовою продукції на складах роздрібній мережі.
8. Реалізація готовою продукції кінцевому споживачеві.
9. Експлуатація або споживання готовою продукції споживачем.
10. Утилізація продукції з підсистемою зберігання (з використанням ТСК) та перевезень.

Таким чином, у 8 з 10 елементів структури системи руху матеріальних потоків використовуються ТСК і перевезення продукції.

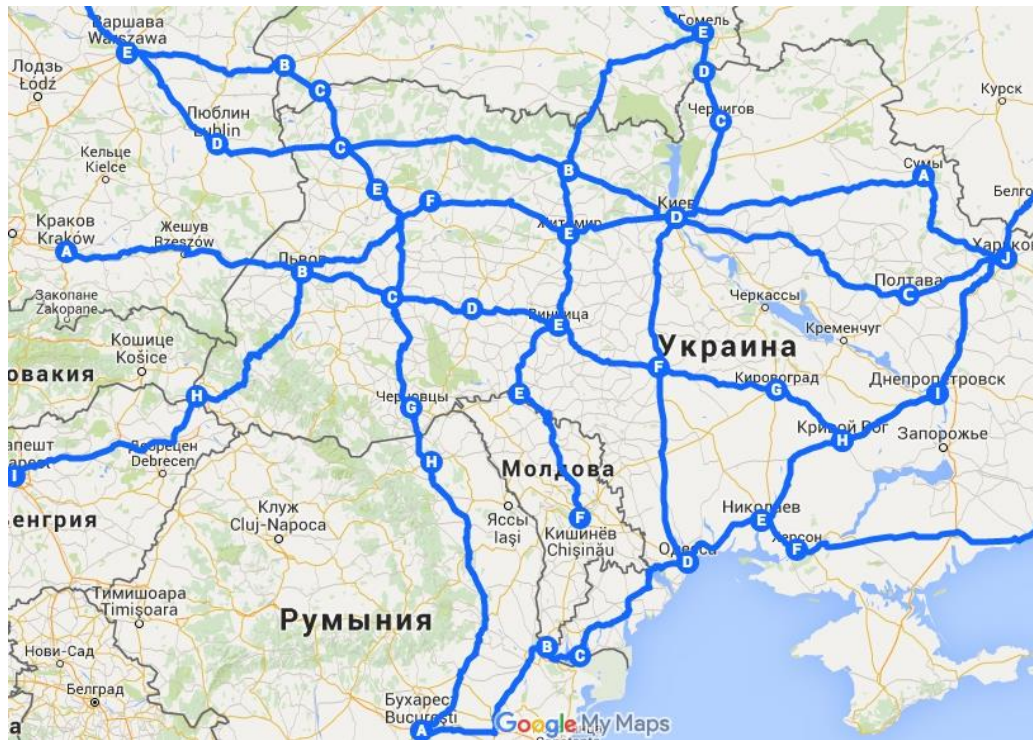


Рисунок 1.5 - Система руху матеріальних потоків в автомобільній промисловості

Необхідно зазначити, що до поточного моменту відсутні системи руху матеріальних потоків, які б не використовували в зазначеному поетапному процесі переміщення продукції ТСК. Цим зумовлюється актуальність розгляду транспортно-складського забезпечення руху матеріальних потоків як єдиної системи. Проте за останні 20 років розвиток системи транспортно-складського забезпечення відбувався виключно екстенсивним шляхом. Тобто з розширенням географії виробництва та попиту на відповідну продукцію збільшувалася потреба у транспортних та складських потужностях, на що миттєво відреагував ринок відповідних послуг. Так до 2000 р. було лише два складські комплекси, що відповідають параметрам класу "А", загальною площею близько 50 000 м² (об'єкти компаній FM Logistic та НЛК) [7]. До 2017 р. кількість таких об'єктів становило 1874, за загальною площею понад 20 000 000 м² [8]. Водночас відбувалися порівнянні зміни з транспортним парком – його збільшення у частині автотранспорту, здійснювалося з динамікою, відповідної приблизно 3 - 7% щорічно.

Висновки до розділу

Ефективність використання транспортно-складської інфраструктури залишається на конче низькому рівні. Так наповненість зазначеної кількості складів класу "А" від номінальної потужності становить 58,3% [8].

Ефективність використання вантажного автомобільного транспорту також бажає кращого. Так за результатами дослідження вантажопотоків, проведеного в 2023 р. в рамках розробки Стратегічного плану організації руху вантажного транспорту Департаментом транспорту та розвитку дорожньо-транспортної інфраструктури міста Луцька середнє завантаження вантажного автомобільного транспорту становить 24%, що є рекордно низькими показниками в порівнянні з великими мегаполісами. Коефіцієнт використання корисного часу вантажних автомобілів у внутрішньоміських перевезеннях становить 0,57, що із загального часу роботи транспорту (за вирахуванням часу, необхідного на технічне обслуговування та ремонт) 43% займають вантажно-розвантажувальні роботи та час очікування обслуговування. Ця ситуація зумовлена низьким рівнем складської інфраструктури. Із загального обсягу складів в Україні лише 4% забезпечують можливість одноетапного (швидкісного) виконання вантажно-розвантажувальних робіт із автомобільним транспортом. Як результат, в даний час, за даними дослідженнями, проведеного Всесвітнім банком, Україна займає 97 місце (з 155 країн) за рівнем ефективності логістичних систем (LPI), бальна оцінка становить 2,57 у порівнянні з індексом країни-лідера (ФРН) 4,23. [4]. В Україні її у структурі вартості кінцевого продукту логістичні витрати становлять 35 - 40% і 18% у ВВП, що у 1,7 – 1,8 разу вище, ніж у ЄС.

Зниження зазначених витрат можливе щонайменше ніж 3...5% у разі підвищення якості керування вантажним рухом в ТЛС за рахунок застосування цифрових технологій у вигляді цифрових об'єктно-орієнтованих моделей управління (ЦООМУ), метою яких є забезпечення оптимального координування діяльності ТСК та вантажного автомобільного транспорту.

2 АНАЛІЗ РОЗВИТКУ ІНФРАСТРУКТУРИ ТРАНСПОРТНО-СКЛАДСЬКИХ КОМПЛЕКСІВ У ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИХ СИСТЕМАХ

2.1 Технологія транспортного циклу доставки вантажів

У системі ВАП останні десятиліття відбулися корінні зміни у принципах її функціонування. Коротко перерахуємо деякі з них:

1. При переході до ринкових відносин змінилася практика взаємовідносин роботи вантажних АТП і їх клієнтури. Сталося різке збільшення кількості ВВ, ВО та АТП за рахунок поділу великих та утворення нових дрібних виробництв та приватних автогосподарств. Нині понад 80% вантажів перевозяться АТП із чисельністю автопарку трохи більше 30...40 од. рухомого складу.

2. Сталося розкріплення АТП від суворо обмеженої кількості ВВ і ВО об'єднаними виробничими взаємовідносинами, як наслідок, знизився фактор функціонування АТП у рамках певних територіальних кордонів.

3. Відбулося значне збільшення відстані помашинних відправлень вантажів з 100...150 км. до 350...500 км. Довжина окремих маршрутів досягає 1000...2000 км. Для довідки середня дальність помашинних відправок вантажів США становить 2600 км.

4. Відбувається поступальний розвиток транспортної інфраструктури: збільшення кількості доріг із сучасними твердими покриттями, значно збільшення кількості ТСК [4].

Перелічені фактори не могли не вплинути на принципові компоненти ієрархічної структури автотранспортної галузі, тому відбулося якісне переформатування та розширення функціоналу основного елемента перевізного процесу «транспортний цикл переміщення вантажу» як закінченого комплексу операцій з його доставки. На рисунку 2.1 наведена застосовувана раніше схема транспортного циклу. Концепція «транспортний цикл» на разі набуває розширене тлумачення, особливо із постійним вдосконаленням технологічних, інформаційних та економічних механізмів переміщення, навантаження-розвантаження, зберігання вантажів тощо.

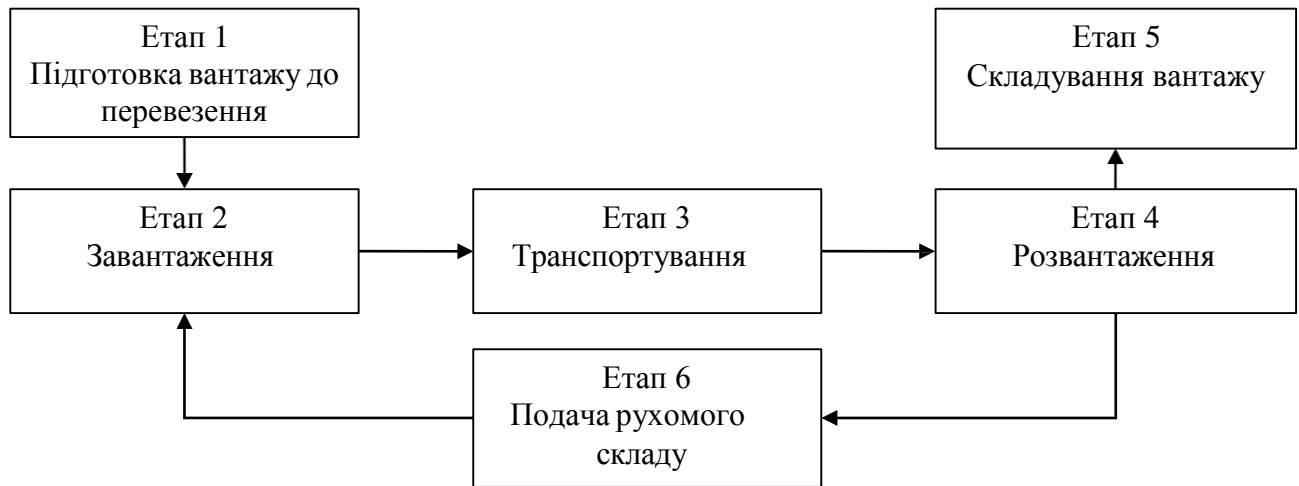


Рисунок 2.1 - Технологічна схема транспортного циклу прямої доставки вантажу

Для даної схеми циклу транспортного процесу характерні такі особливості та недоліки :

- 1) моменти часу прибуття одиниць транспортних засобів до вантажно-розвантажувальних пунктів, як правило, з технічних та експлуатаційних причин не можуть бути визначені абсолютно точно;
- 2) тривалість обслуговування в завантаженні-розвантаженні коливається залежно як від виду вантажу, що перевозиться, так і від продуктивності процесу завантаження-розвантаження;
- 3) Процес завантаження-розвантаження пристрої мають непостійну завантаження, і як результат відбувається чергування особливо завантажених проміжків часу із проміжками часу неповноцінного завантаження.

Ці особливості змушували розглядати цикл транспортного процесу як систему багатофазового масового обслуговування дискретного типу з кінцевою множиною станів, в якій перехід з одного стану в інший відбувається стрибками, у момент, коли здійснюється якась подія [7].

Ще однією обставиною, зумовленою досягненнями технічного прогресу в процесі транспортування вантажів і вплинув структуру циклу транспортного процесу, є інтенсивний розвиток системи ТСК. Тому ТЛС автомобільного

транспорту є складною системою транспортних елементів ВАП і ТСК, призначених для переміщення вантажів від вантажовідправників вантажоодержувачам, і відіграє важливу роль в ефективному розподілі вантажопотоків продукції та сировини між комплексами їх виробництва та споживання. ТСК, залежно від технічних характеристик та технологічного оснащення, підрозділяється на класи – А, В, С та D. Слід зазначити відмінності ТСК класу "А" відрізняються від логістичних парків (ЛП) класу "А" та інших ТСК залежно від функцій та займаних площ. Так як останніми роками з'явився значний попит на якісні складські об'єкти класів "А" та "Б". Їх інтенсивно почали будувати в період з 2014 по 2017 р., а зараз будівництво даних об'єктів набуває масового характеру. ТСК класу «А» це окремий об'єкт з площею 20000...30000 м², що володіє власним офісом і високотехнологічним обладнанням.

Логістичний центр (ЛЦ) класу "А" – це аналогічний ТСК об'єкт, але зі збільшеною площею зберігання 45000...80000 м². Логістичний парк (ЛП) - це сукупність ЛЦ або ТСК, об'єднаних єдиною енергетичною, комунальною та транспортною, інфраструктурою, а також підпорядкованою єдиному управлінню. Площа, займана ЛП може становити 100 000 ... 120 000 м² і більше (рисунок 1.7).

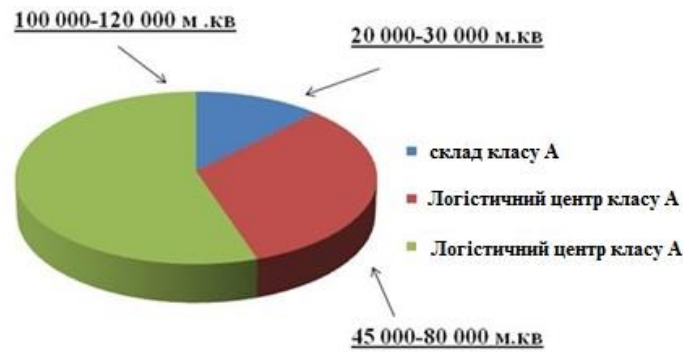


Рисунок 1.7 - Класифікація транспортно-складських комплексів класу "А"

Призначення ТСК в ТЛС, як елемента системи – це прискорення руху вантажопотоків та за необхідності їх перетворення на логістичних ланцюгах переміщення вантажів. При цьому перетворення вантажопотоків має здійснюватися ТСК з економічним витрачанням шести основних ресурсів: площа, яка використовується на час переробки вантажів, витрата матеріалів, енергетичні витрати, трудові витрати, фінансові витрати. Тому організація роботи ТСК в ТЛС проектується так, щоб в максимально досягалися поставлені цілі: ефективно перетворення вантажопотоків; раціональна експлуатація АТЗ у ТЛС; мінімальні витрати вищі за перераховані ресурси. Нерідко під час реалізації ВАП при переміщенні вантажів від ВВ до ВО транспортні компанії прагнуть здійснити безпосередню доставку, минаючи ТСК у процесі транспортування. В окремих випадках це дає змогу досягти локального економічного ефекту. Але стосовно умов руху товару в мегаполісах з перевантаженою транспортною інфраструктурою і великою номенклатурою вантажів дане прагнення в кінцевому підсумку призводить до високих трудовитрат, простоїв АТЗ, а, отже, закономірно зводить на ні як сукупний ефект роботи ТЛС, і локальні ефекти. Основними характерними та специфічними умовами середовища переміщення вантажів у ТЛС є такі:

- 1) наявність транзитних потоків вантажів в ТЛС;
- 2) розгалужена мережа ТСК класу "А";
- 3) завантаженість транспортної інфраструктури;
- 4) наявність розгалуженої мережі споживачів вантажів; наявність диференційованого за географією вхідного потоку вантажів;

5) різноманітна номенклатура вантажів за типом та розмірами відправок; достатню кількість вантажних транспортних компаній, що функціонують на ринку, тощо.

2.2 Особливості транспортно-складського комплексу як компонента перевізного процесу

Отримання ефективних рішень стосовно процесів руху товару в даних умовах можливо тільки, якщо розглядати ТЛС як комплекс взаємовпливових (інтегрованих) параметрів ТСК та ВАП. Основними особливостями ТСК як невід'ємного компонента перевізного процесу і як елемента транспортного циклу в ТЛС можна вважати наступні:

1) ТСК функціонує не ізольовано, а як елемент ТЛС, тому що від ефективності його залежить ефективність функціонування ТЛС в загалом.

2) Встановлені взаємодії та взаємовідносин ТСК із групою клієнтів враховуються як на рівні всієї ТЛС, так і в окремому циклі транспортного процесу.

3) Технологічний розвиток у ТСК спирається на потреби та економічну доцільність, диктувані умовами функціонування (середовищем) ТЛС.

4) В даний час впроваджуються автоматизовані системи управління інформаційними потоками, спрямовані не тільки на підвищення рівня технічної оснащеності самого ТСК, а й полегшення його взаємодії коїться з іншими учасниками перевізного процесу.

5) Розробляється єдині види документообігу між усіма учасниками процесу переміщення вантажу до ТЛС.

Можна виділити не єдину, але специфічну функцію ТСК в ТЛС, що підвищує ефективність транспортного процесу. Ця функція – зниження нерівномірності інтенсивності переміщення матеріальних потоків вантажів в залежності від попиту споживачів. Зниження нерівномірності інтенсивності руху матеріальних потоків припускає, що термінал виступає не просто в ролі буфера між вантажовідправниками та кінцевими вантажоодержувачами, але й гнучко реагує на

можливу зміну попиту на той чи інший вид вантажу за допомогою збільшення або зменшення відповідної партії вантажу. Рішення будь-якого завдання, виникла в результаті тих або інших змін в аналізованій системі, саме у технології та організації перевізного процесу вантажним автомобільним транспортом вимагає комплексного науково-методичного підходу. Вирішувати локальні завдання даного перевізного процесу (нерівномірність прибуття автомобілів на ТСК, недовантаження або перевантаженість роботою ПЗМ) без науково-обґрунтованої методології, що враховує ТСК як обов'язковий елемент транспортного циклу не можна. Визначимо місце ТСК у технологічній схемі транспортного циклу доставки вантажу автомобільним транспортом (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 - Технологічна схема транспортного циклу доставки вантажу автомобільним транспортом

Цикл транспортного процесу у ТЛС, на відміну представленого рисунку 2.1, характеризується вищим ступенем динамізму. Відбувається безперервна зміна стану процесу з можливою зміною складу елементів. Цикли окремих етапів під час

транспортування вантажів, природно, коливаються у часі. Однак, як зазначалося раніше, у цьому випадку ТСК виступає в ролі демпфуючого елемента, що гнучко реагує на зміну середовища перевезень. Сказане вище дозволяє зробити висновок, що сукупність ТЛС з розвинуеною структурою ТСК можна і потрібно виділяти в окремий перевізний комплекс. Класифікація транспортних систем може бути виконано по різними ознаками: щодо об'єкта перевезення (вид вантажу); щодо сфери застосування – загального користування чи внутрішньовиробничі тощо. Класифікація транспортних систем щодо рівня складності, наведена в [3], підтверджує зроблені висновки та однозначно виділяє ТЛС із розвинуеною інфраструктурою ТСК в окремий вид транспортних систем. Розглянемо ієрархічну структуру транспортної галузі стосовно автомобільного транспорту з розвиненими ТЛС як окремого суб'єкта транспортних систем (рисунок 2.3).

Цілі сьомого рівня (господарський комплекс країни), шостого рівня (галузь матеріального виробництва) та п'ятого рівня – транспортна галузь (автомобільний транспорт) не змінилася. На четвертому рівні поруч із АТП, сформувалися незалежні об'єкти автотранспортної галузі - ТСК. Вони принципово рівноцінні по своїй значимості з АТП і об'єднані взаємними зв'язками технологічного процесу та єдиною метою – забезпечення максимальної ефективності перевізних комплексів. Третій рівень (перевізні комплекси) трансформувався в ТЛС з властивими йому завданнями, але постановка цих завдань зазнала докорінних змін:

1. Можливості ТЛС не обмежуються територіальними рамки.
2. Відсутнє централізоване закріплення між ВВ, АТП, ВО і ТСК.
3. Маршрути руху визначаються виходячи з економічних потреб у тому чи іншому вантажі та рівня розвитку транспортної інфраструктури. Їх довжина збільшилася з 150 до 350 ... 500 км, а максимальна довжина маршруту принципово не обмежена.
4. При переміщенні вантажу від ВВ до ВО можлива його обробка не на одному, а кількох послідовно розташованих ТСК, якщо це обумовлено економічною доцільністю.
5. У 80 ... 90% випадків перевезень в елементарний цикл транспортного

процесу включено обробку вантажів на ТСК і т.д.

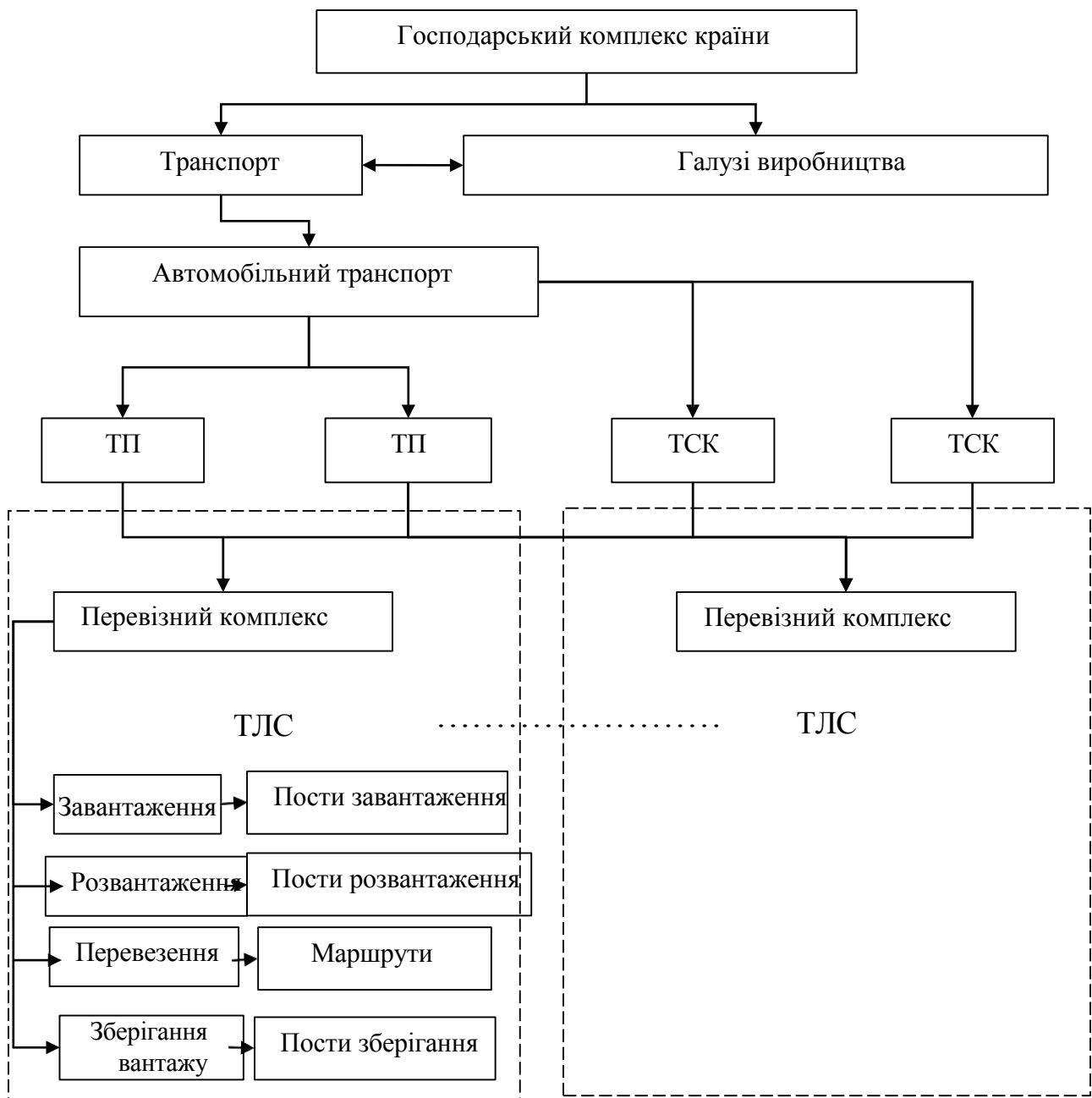


Рисунок 2.3 - Ієрархічна структура транспортної галузі при наявності розвинених транспортно-логістичних систем

Принципове призначення елементів другого (ланки, що спеціалізуються на видах робіт: навантаження, розвантаження, транспортування, зберігання і тощо) і першого рівня (пости зберігання вантажів на ДО, ДП та ТСК; вантажно-розвантажувальні пости; автомобілі, що належать АТП; транспортна інфраструктура) не змінилися, але зросли вимоги до їх технологічної,

інформаційної та якісної складових відповідно до сучасних вимог науково-технічного прогресу. Тому цикл автомобільного транспортного процесу в ТЛС відрізняється від традиційного аналізованого в автотранспортних системах: високим ступенем динамізму; безперервною зміною стану процесу; можливим зміною складу елементів; цикли окремих процесів перевезення вантажів можуть змінюватися во часу в залежності від умов середовища експлуатації. Тому цикл транспортного процесу в ТЛС слід розглядати не як систему багатофазного масового обслуговування дискретного типу з кінцевим безліччю станів, а як дискретну динамічну систему, що функціонує в умовах недостатності інформації або невизначеного стану середовища, що вимагає оцінки ефективності застосування апарату методів багатокритеріального динамічного програмування.

Висновки до розділу

Підводячи підсумки проведеного аналізу в розділі 2, можна констатувати, що через низьку ефективність організації та експлуатації системи ТСО рівень операційних витрат перевищує оптимальні значення і навіть статистичні показники в розвинених країнах. Причинами такої ситуації є:

1. Прості термінально-складських і транспортних потужностей, пов'язані з відсутністю належного обґрунтування щодо місць їх розміщення, розмірностей, структури та ін.

2. Відсутність системи оптимального розподілу матеріальних потоків на основі збалансованої моделі, що дозволяє запобігти з одного боку черзі на обслуговування АТЗ у ТСК, а також високі тарифи, пов'язані з «піковістю» потреби в обслуговуванні, а з іншої сторони не допустити простої інших транспортно-складських потужностей для запобігання утворенню непродуктивних витрат.

3. Якість транспортно-складської інфраструктури, яка не забезпечує необхідну пропускну здатність, як у процесі транспортування, так та в процесі зберігання та вантажообробки.

Рішення цих проблем лежить в площині розуміння суті системи руху

матеріальних потоків, що є «замовником» відповідних ТСУ. В основі даної системи знаходяться такі вимоги: рівень витрат, швидкість виконання операцій у системі та переміщення продукції у запланований час; якість, що забезпечує збереження продукції, екологічні і ергономічні вимоги. Виходячи з цих вимог «власникам» системи руху матеріальних потоків не важливо, на якому ТСК буде оброблятися його продукція або по якому маршруту буде здійснено перевезення, якщо всі вимоги буде виконано. Саме ця умова вимагає реалізувати ЦООМУ вантажопотоками в ТЛС, застосування якої забезпечує досягнення цільових показників за витратами, швидкістю, часом і якістю обслуговування, та ліквідацію всіх трьох перерахованих вище проблем.

3 МЕТОДИКА РАЦІОНАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПЛАНУВАННЯ, ОРГАНІЗАЦІЇ ТА УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ

3.1 Науково-методологічне обґрунтування принципів розвитку транспортно-логістичної інфраструктури

Зміни, що відбуваються у ТЛС, здійснюючої і відповідальної за ефективний товарорух не могли знайти відображення у наукових дослідженнях, як провідних вчених, так і початківців. Проблеми розвитку транспортно-логістичної інфраструктури регіонів і науково-методологічного обґрунтування принципів її організації та управління, були предметом дослідження багатьох авторів.

У [12] зазначається, що «існуючі показники оцінки роботи не дозволяють відповісти на питання, наскільки транспорт задовольняє потреби підприємств і населення в перевезеннях. Функціонування транспортних систем відрізняється великими витратами», а також, що в даний час відсутні точні методи прогнозування обсягів ВАП, що призводить до недовикористання провізних можливостей вантажного рухомого складу. Тут ж справедливо, зазначається, що однієї з ряду актуальними проблемами розвитку автотранспортної галузі є необхідність розробки методів об'єднання інтересів вантажовідправників, вантажоодержувачів і автомобільного транспорту, а, отже, необхідні дослідження, орієнтовані на визначення відповідності обсягів виробленої продукції провізним можливостям автомобільного транспорту, як на мікро, так і на макрорівні. Зокрема, у цій же роботі йдеться, що показнику «тонно-кілометр», що застосовується для оцінки транспортної роботи, властиві недоліки. Так як вантажними автомобілями можуть виконуються перевезення, різні і по виду перевезеного вантажу, і по довжині маршрутів перевезень і т. д, то в певних умовах на одиницю роботи рухомого складу, виражається, як один «тонно-кілометр», може доводитися різну кількість трудових витрат.

Перелік неефективності окремо взятих показників для оцінки складного багаторівневого процесу ВАП у сучасних умовах можна продовжувати дуже

довго. У якості одного з можливих рішень даної проблеми пропонується застосування інтегрального коефіцієнта ефективності перевізного процесу.

$$K_{\text{ЭП}} = \frac{(S_{\text{пр}} + S_{\text{пг}} + S + S_x)W_Q - R_3}{(S_{\text{пр}} + S_{\text{пг}} + S + S_x)W_Q + R_1 + R_2 + \dots + R_9 + R_{10}}$$

де: $K_{\text{ЭП}}$ - коефіцієнт ефективності перевізного процесу.

W_Q - обсяг перевезень вантажів, т;

$S_{\text{пг}}$ - собівартість підготовки вантажу до перевезення, грн./т;

S - собівартість перевезення, грн./т;

$S_{\text{пр}}$ - собівартість ПРР, грн./т;

R_1 - витрати, обумовлені збільшенням відстані перевезення вантажу, грн.;

R_2 - витрати, пов'язані з невідповідністю рухомого складу виду вантажу, що перевозиться, грн.;

R_3 - витрати при пошкодженні або втраті вантажу, грн.;

R_4 - витрати при виконанні додаткових ПРР, грн.;

R_5 - витрати, виникаючі при додатковому зберіганні вантажу, грн.;

R_6 - витрати, обумовлені інерційністю процесу перевезення, грн.;

R_7 - витрати при збільшенні собівартості перевезення, грн.;

R_8 - витрати при збільшенні собівартості ПРР, грн.;

R_9 - витрати при збільшенні собівартості підготовки вантажу до перевезення, грн.;

R_{10} - витрати зі збільшенням собівартості складування вантажу, грн.

Застосування даного коефіцієнта ефективності перевізного процесу, з одного боку, знімає ототожнення поняття ефективності перевізного процесу (ЕПП) лише з поняттям ефективності використання рухомого складу, залежної від удосконалення конструкції автомобілів та їх відповідності умов експлуатації, а також пов'язує ЕПП з організацією процесу перевезень, включаючи ПРР, роботи зі зберігання та складування вантажів. З іншого боку, показує, що поняття

ефективності є соціально-економічною категорією, характеризує кількісне співвідношення між витратами та результатами, як об'єктивний причинно-наслідковий зв'язок.

В даному випадку витрати, пов'язані з виконанням ВАП, є функцією наступних показників: величина вантажопотоку, собівартість перевезення, виконання ПРР, продуктивність робіт зі складування вантажу, вантажопідйомність автомобіля, КТГ рухомого складу, відстань перевезення, технічна швидкість рухомого складу, час простою автомобіля під ПРР втрат та пошкодження вантажу під час транспортування. Проте наведений підхід, заснований на використанні інтегрального економічного критерію не позбавлений недоліків, а саме:

1. Використання економічних критеріїв для порівняльної оцінки виробничих процесів характеризується високою часткою суб'єктивізму. Зокрема, величина витрат визначається тарифами на той чи інший вид робіт чи послуг, які завжди сформованих на об'єктивних даних (кон'єктура ринок, монополізація окремих сфер діяльності виробництва та т.д.). Причому тарифікація окремих локальних процесів відбивається на величині витрат, що враховуються як комплексний показник (тариф, який визначається собівартістю палива робить свій внесок у собівартість перевезень і т.д.).

2. У більшості випадків, коли багатокритеріальна задача зводиться до однокритеріальної, серед багатьох показників виділяється один (основний). Надалі оптимізація ведеться за цим єдиним критерієм, а решта показників ефективності обмежується зверху або знизу, при цьому недолік в одному з критеріїв компенсується за рахунок іншого. У цьому випадку отримане рішення може виявитися неприйнятним.

Узагальнений економічний підхід до вирішення проблем розвитку транспортно-логістичного потенціалу автомобільного комплексу уражає роботи [12]. У цій роботі транспортно-логістичний потенціал автомобільного комплексу регіону характеризується як «багатомірна освіта», і при цьому виділяються чотири його основних складових, визначених за родом функцій, що виконуються: інфраструктурна, виробнича, економічна, логістична. Далі наводиться система

розрахунку показників з кожної окремо-взятої складової.

Для інфраструктурної складової:

$$k_{\text{ТП}} = \frac{\Pi_{\text{ТП}}}{L},$$

де $k_{\text{ТП}}$ - показник, характеризує інфраструктурну складову;

$\Pi_{\text{ТП}}$ - протяжність автомобільних доріг спільного користування з твердим покриттям;

L - «експлуатаційна протяжність автомобільних доріг загального користування» [11];

Для виробничої складової:

$$k_{\text{П}} = \frac{\Gamma O_A}{d_T \text{ВРП}},$$

де $k_{\text{П}}$ - показник, характеризує виробничу складову;

ΓO_A - вантажообіг автомобільного транспорту;

$d_T \text{ВРП}$ - частка автомобільного транспорту в внутрішньому регіональному продукту (ВРП);

Для економічної складової:

$$k_{\text{ЭП}} = \frac{V_{\text{ср}}}{K_{\text{В}} \bar{T}},$$

де $k_{\text{ЭП}}$ - показник, характеризує економічну складову;

$V_{\text{ср}}$ - середня швидкість АТЗ;

$K_{\text{В}}$ - коефіцієнт враховує ступінь зносу об'єктів транспортної інфраструктури (вирівнювальний коефіцієнт);

\bar{T} – тариф (усереднений) надання транспортних послуг в межах регіону;

Для логістичної складової:

$$k_{\text{Л}} = \frac{1}{R_j},$$

де $k_{Л}$ - показник, характеризує логістичну складову

R_j - логістичний рейтинг регіону.

Тоді транспортно-логістичний потенціал автомобільного комплексу регіону визначається у вигляді чотирифакторної моделі:

$$\varphi = x_1 k_{Т} + x_2 k_{П} + x_3 k_{eП} + x_3 k_{Л},$$

де φ - показник, що характеризує стан транспортно-логістичного потенціалу (ТЛП) регіону;

x_1 , x_2 , x_3 та x_4 - відповідні окремим складовим вагові коефіцієнти, що визначаються на підставі експертних оцінок та оброблені за допомогою методу Дельфі.

Пропонована в даному дослідженні модель, швидше за все, не достовірно відображатиме ситуацію в розвитку ТЛС регіону та відповідатиме заявленій меті дослідження, як обґрунтуванню теоретико-методичного підходу до «змісту механізму формування та реалізації ТЛС автомобільного комплексу...» з наступних причин:

1. У дослідженні та представленій моделі зовсім не відображена роль і місце ТСК у можливому розвитку ТЛС окремого регіону і не приділено увагу ТЛС, що формується.

2. Викликає сумнів набір окремих показників, входних в комплексні показники, що відображають стан окремих складових, зокрема комплексний показник $k_{eП}$ визначається ставленням середньої швидкості руху АТЗ до тарифу надання транспортних послуг. По суті, це питомий показник, який пояснює скільки км/год швидкості руху АТЗ, посідає 1 грн. тарифу на надання транспортних послуг та не більше. Характеризувати економічну складову розвитку ТЛС він не може.

3. Визначення вагових коефіцієнтів шляхом експертних оцінок несе у собі високу частку суб'єктивізму, тим паче що у роботі виявлено деяке протиріччя.

Швидше за все вагові коефіцієнти були отримані з допомогою оцінок Фішберна, а не на основі опитування експертів, але в цьому випадку має бути обґрунтовано пріоритет значущості між аналізованими складовими моделі та. і т.д.

Складність визначення оптимальних параметрів функціонування транспортних засобів коштів в ТЛС, враховуючи динамічний зміна стану середовища їх експлуатації відбито у роботі [13]. У роботі розглядається ситуація залежності розмірів парку транспортних засобів (залізничних вагонів) і їх номенклатури від необхідних обсягів перевезень (металопрокату), з урахуванням часу обороту роботи рухомого складу на лінії. В якості цільової функції приймається мінімізація витрати на утримання та експлуатацію парку рухомого складу, що експлуатується.

Метою роботи є «динамічна оптимізація розмірів та структури існуючого парку рухомого складу», які необхідні для здійснення перевезень металопрокату за критерієм мінімум сумарних витрат, та з урахуванням можливої нерівномірності подачі порожніх вагонів під навантаження та можливого неритмічного виробництва. Таким чином, завдання вирішується в умовах недостатності інформації про стан середовища дослідження шляхом пошуку параметрів, здатних достовірно відображати динамічні процеси в системі.

Завдання вирішуватиметься через визначення балансу необхідних наявних ресурсів таким чином

$$\sum_{i=1}^T \sum_{i=1}^m a_i(t) = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n U_{ij}(T) = \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n b_j(t),$$

при обмеженнях

$$U_{ij}(t) \geq 0, X_i(t) \geq 0, X_j(t) \geq 0,$$

де $a_i(t)$ – розміри подачі вагонів під навантаження з зовнішньої мережі ($i=1, \dots, m$);

$U_{ij}(T)$ - основна змінна, партія рухомого складу, розподіляється від i -го

постачальника в j -ий цех в момент часу t ($j = 1, \dots, n$);

$b_j(t)$ – необхідна потреба підрозділи в ресурсах в момент часу t ;

$X_i(t)$ - обсяг вагонів i -го постачальника незатребуваний в попередній момент часу;

$X_j(t)$ - бракує обсяг вагонів в j -ом підрозділі в попередній час.

Тоді план розподілу ресурсів рухомого складу визначається як *min* функції витрат

$$F = \sum_{t=1}^T \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n U_{ij}(T) \times C_{ij}(t) + \sum_{i=1}^T \sum_{i=1}^m X_j(t) \times C'_i(t) + \sum_{i=1}^T \sum_{i=1}^n X_i(t) \times C''_i(t) \rightarrow \min$$

де $C_{ij}(t)$ – вартість розподілу рухомого складу, враховуючи подальше використання;

$C_{ij}(t)$ - втрати через відвантаження продукції з затримками,

$C''(t)$ - втрати від вимушеного простою рухомого складу.

Розв'язання цього завдання формується у вигляді плану-матриці розподілу вагонів. Усі необхідні для розрахунків дані наводяться у табличних формах. Далі послідовно та ітераційно з покроковим збільшенням або (за потреби) зменшенням добових запасів рухомого складу контролюється зміна функції витрат для визначення оптимального співвідношення типів вагонів. Даний похід та розроблена методика дозволяють виявляти моменти часу, коли виникає невідповідність програми з перевезень, що є в наявності провізними можливостями рухомого складу, тобто ресурсів системи, а також необхідні межі збільшення власних провізних можливостей підприємства при зміні попиту на перевезення.

Недоліком можливого використання цього підходу є трудомісткість формування планів у табличній формі та складність обчислювальних процедур, що визначаються ітераційним підходом. Але в даному дослідженні правильно відображена тенденція до розгляду процесів функціонування ТЛС як динамічно нестійких, як правило, що відбуваються в умовах або недостатності інформації про середовище дослідження, або в невизначених умовах.

У роботі [15] метою якої є «розробка науково-методичних засад функціонування і розвитку промислового транспорту в мінливих умовах діяльності підприємств» обґрунтовано стверджується, що сучасні умови функціонування транспортних систем характеризуються динамікою обсягів перевезень і тому визначати оптимальний розвиток пропускної спроможності транспортних об'єктів протягом якогось періоду часу та розробляти заходи щодо їх удосконалення (оптимізації пропускної спроможності) необхідно одночасно. При цьому виникає необхідність обліку досить великої кількості факторів, що потребує «високорозвиненого» математичного апарату. Йдеться про можливий «синтез моделей», як про комплекс кількох оптимізаційних моделей.

У якості нестачі даного методу в роботі говорити про необхідність «ручної» стикування моделей, що застосовуються, але на думку автора даного дослідження, при сумісності використовуваних показників ці труднощі може бути подолано.

У роботі справедливо зазначається, що використання окремих технологічних рішень не призводить до істотного підвищення показників ефективності транспорту і необхідна реалізація комплексу перетворень у транспортних системах для приведення її структури та функцій у відповідність до умов, що знову складаються. Таким чином підтверджується актуальність пошуку оптимальних способів управління функціонуванням транспортних систем змінних умов роботи підприємств (довкілля). Далі у роботі проводиться процес знаходження «у динаміці» оптимального рішення управління пропускною здатністю виробничо-транспортної системи в умовах нерівномірного вогнопотоку з метою своєчасного його пропуску та за критерієм мінімум витрат.

$$\sum_{t=0}^T \sum_{m=1}^M \sum_{i,j=1}^N U_{ij}^m(t) C_{ij}^m(t) + \sum_{i=0}^T \sum_{i,j,k,l=1}^N h_{ij}^{kl}(t) d_{ij}^{kl}(t) \rightarrow \min,$$

де $U^m(t)$ - Потік, що входить з бункера, в момент часу t ($i, j = 1, \dots, n$); m

– вид потоку у мережі;

$C_{ij}^m(t)$ - вартість транспортування вагоно -потоку;

$h^{kl}(t)$ - вартість одиниці перекидання пропускної здібності;

$d_{ij}^{kl}(t)$ - Потік пропускної здатності. при заданих обмеження: рівнянням

- динаміки запасів в бункерах;
- рівнянням динаміки пропускної здібності;
- умовою невід'ємності вагопотоків;
- умовою неперевикнення величини потоків пропускної спроможності

каналів.

Можна сказати, що в цілому дана модель формує структуру транспортної системи, завданням якої є визначення таких параметрів, які при заданих вхідних і вихідних потоках забезпечували б мінімальні витрати на розвиток і функціонування транспортних потужностей за встановленої якості транспортного обслуговування виробництва.

У роботі [14], присвяченій розробці методологічних основ організації функціонування залізничних промислових транспортно-технологічних систем вказується, що при виборі для реалізації процесів організації функціонування транспортно-технологічних систем (ТТС) транспортно-логістичних методів необхідно застосовувати комбіновану аналітико-імітаційну модель системи ресурсних і транспортних комбінації: на нижчих рівнях організації дискретно-подійних імітаційних моделей, але в вищих рівнях системно-динамічних імітаційних моделей. Також у дисертації, що розглядається, наведено метод оцінки перспективності регіону при виборі розташування об'єктів ТТС, який включає чотири етапи:

- 1) оцінка регіону за кожним із вибраних факторів, з наступним визначенням вагових коефіцієнтів факторів (показників) за допомогою методу МАІ;
- 2) розрахунок вагових коефіцієнтів по групам факторів;
- 3) визначення «консолідованих коефіцієнтів» за окремими групами факторів (показники транспортної роботи, інфраструктурно-географічні та соціально-економічні показники регіону);
- 4) визначення інтегральної оцінки привабливості регіону за розробленою методикою.

При застосуванні розробленою в роботі [14] сукупності методів повинен

забезпечуватися баланс потужностей ресурсних та транспортних потоків з переробною та пропускнуою спроможністю елементів інфраструктури ТТС.

Мабуть, недоліком даної роботи є застосування методу, який характеризується тим, що при його використанні експертам потрібно конкретно дати відповідь на запитання: наскільки один показник важливіший за інший, щоб побудувати вихідну матрицю парних порівнянь? Тобто залишається елемент суб'єктивізму у аналізі досліджуваного процесу.

У роботі [6] робиться справедливий висновок, що сьогодні немає цілеспрямованого та заснованого на науково-методологічній базі підходу до розвитку регіональних ТЛС. Відсутні достатньо обґрунтовані методики структурування та синтезу ТЛЗ для ефективної переробки вантажопотоків, що враховують наявність наявних ТСК у регіонах.

У дослідженні наголошується, що, як правило, при пошуку методів підвищення ефективності ТЛС основна увага приділяється рішенню окремих (локальних) завдань для оптимізації складських, розподільчих або транспортних процесів, але формування ефективної ТЛС потребує комплексного підходу для розгляду зазначених аспектів. У роботі говориться, що такий підхід потрібний на рівні регіону. Із цим можна не погодитись: комплексний підхід необхідний при вирішенні завдань оптимізації спільної роботи транспортних та складських об'єктів на різних рівнях організації ТЛЗ. Проте у цій роботі проводиться дослідження, що призводять до отримання методики, що дозволяє визначати вузли ТЛК регіону з максимальною концентрацією вантажопотоків, а також реалізується завдання формування багатокритеріальної цільовий функції при експлуатації базового елемента ТЛС - Мультимодального контейнерного терміналу.

В основу запропонованого методу, що дозволяє ідентифікувати та сегментувати зони логістичного обслуговування покладено теорію нечітких множин, при цьому введено наступне припущення (одне з кількох), що одна точка згущення вантажопотоків може надавати перевагу іншій, якщо ознаки за ступенем важливості оцінені споживачем. Як ознаки точок згущення вантажопотоків встановлюються:

- 1) наявність транспортної доступності;
- 2) потужність точок згущення вантажопотоків;
- 3) фактор близькості розташування споживачів до точки згущення вантажопотоків

Ступінь важливості ознаки дорівнює ступеню нечіткої множини, яка вказує число найважливіших ознак, які споживачі використовують для оцінки точок згущення вантажопотоків, отримана функція переваги задовольняє визначення опуклої нечіткої множини. Даний підхід реалізуємо на вирішення завдання формування ТЛС, але з оптимізації параметрів існуючої мережі. Тут ролі точок згущення вантажопотоків виступають ТСК, задіяні в ТЛС, а завданням оптимізації є розподіл вантажопотоків таким чином, щоб витрата матеріальних ресурсів у системі був мінімальним. Крім цього, вище згадувалося про суб'єктивізм методів експертних оцінок. Позитивною якістю даної роботи є те, що для вирішення задачі проектування та експлуатації базового елемента ТЛС (ТБК) формується багатокритеріальна цільова функція отримання оптимальних техніко-економічних значень параметрів ТСК. Модель представлена у такому вигляді:

$$A_{\text{КТ}} = (a_{\text{КТ}_1}, \dots, a_{\text{КТ}_n}) \in F_{\text{КТ}}, F_{\text{КТ}} = \{F_{\text{КТ}_1}, F_{\text{КТ}_2}, \dots, F_{\text{КТ}_k}\},$$

де $A_{\text{КТ}}$ - вектор оптимізованих параметрів об'єкта;

$F_{\text{КТ}}$ - i -й критерій оптимізації;

k - число критеріїв оптимізація.

Як оптимізовані технологічні параметри приймаються: кількість ПЗМ; кількість подач рухомого складу на вантажний фронт; час зберігання контейнерів після прибуття та відправлення; кількість ярусів складування контейнерів.

До показників, що не оптимізуються, були віднесені: технічні характеристики ПЗМ, і рухомого складу, вартісні показники і т.д.

У якості критеріїв оптимізації були прийнято:

1. Критерій, що відображає наведені витрати, що визначаються

функціонуванням контейнерного терміналу.

2. Критерій, що відображає експлуатаційну надійність контейнерного терміналу, тобто можливість переробки добового вантажопотоку, враховуючи його нерівномірність.

Критерій, що відображає наведені витрати, що визначаються функціонуванням контейнерного терміналу, визначається як:

$$F_{\text{КТ}_1} = f(Z, m, t_{\text{хр}}, H, K_{\text{рез}}) = \sum_1^6 C_i,$$

де $C_1(Z)$ – питомі витрати на ПЗМ, грн/рік;

$C_2(t_{\text{хр}}, H, K_{\text{рез}})$ - питомі витрати на зміст будівельних об'єктів, грн. / Рік;

$C_3(Z, t_{\text{хр}}, H, K_{\text{рез}})$ - питомі витрати на витрата електроенергії, грн. / Рік;

$C_4(Z, H, m, K_{\text{рез}})$ - питомі витрати на використання вагонів, грн. / Рік;

$C_5(t_{\text{хр}}, H, K_{\text{рез}})$ - витрати на експлуатацію автомобілів, грн. / Рік;

$C_1(m)$ - витрати на подачу і прибирання вагонів, грн. / Рік.

Критерій, що відображає експлуатаційну надійність контейнерного терміналу, визначається, емпірична функція розподілу коефіцієнта резервування:

$$K_{\text{рез}} = 1 + K_{\sigma} \frac{\sigma(X)}{M(X)},$$

де $M(X)$ - математичне очікування величини потоку контейнерів;

$\sigma(X)$ - середньоквадратичне відхилення значення X ;

K_{σ} – значення, що визначає інтервал відхилення від значення математичного очікування (для нормального розподілу $K_{\sigma} = 3$ тобто експлуатаційна надійність близька до 100%);

3.2 Багатокритеріальна задача визначення раціональних значень

Постановка завдання для визначення оптимальних значень параметрів подається у такому вигляді:

$$F_{\text{КТ}_1} = \sum_1^6 C_i \rightarrow \min, \quad F_{\text{КТ}_2} = F(K_{\text{рез}}) \rightarrow \max,$$

$$P_{\text{КТ}}(A_{\text{КТ}}) \geq U_{\text{сут}}^{\text{КТ}},$$

$$A_{\text{КТ}_{\min}} \leq A_{\text{КТ}} \leq A_{\text{КТ}_{\max}},$$

де $P_{\text{КТ}}(A_{\text{КТ}})$ – переробна можливість контейнерного терміналу;

$U_{\text{сут}}^{\text{КТ}}$ - контейнерний потік терміналу за добу;

$A_{\text{КТ}_{\min}}$ і $A_{\text{КТ}_{\max}}$ - мінімальне і максимальне значення з безлічі

значень допустимих параметрів $A_{\text{КТ}} = \{Z, m, t_{\text{хр}}, H, K_{\text{рез}}\}$.

Для вирішення поставленої багатокритеріальної задачі приймається метод визначення раціональних значень техніко-економічних показників, заснований на системному перегляді багатовимірних областей у параметричному просторі із застосуванням рівномірно розподілених послідовностей. Використання даного методу призводить до отримання множини Парето-оптимальних рішень. Далі ЛПР має обрати рішення, яке задовольняє залежно від існуючих технологічних чи ресурсних обмежень. Отримання безлічі Парето-оптимальних рішень є достатньо достовірним методом вирішення цього завдання, але метод визначення раціональних значень техніко-економічних показників, заснований системному перегляді багатовимірних областей у параметричному просторі із застосуванням рівномірно розподілених послідовностей, не є єдиним можливим і найефективнішим у цьому випадку.

Багатокритеріальний підхід для вирішення завдань раціоналізують

параметри ТСК і ТЛС в цілому є необхідним, так як у складних технічних системах організація ефективного функціонування з урахуванням лише одного критерію неминуче наводить погіршення показників роботи за іншими. Знаходження збалансованого рішення, що задовольняє ряду основних параметрів системи, має бути основним заходом, спрямованим підвищення її ефективності функціонування.

Вироблення кількісних рекомендацій в багатокритеріальних ситуаціях пов'язані з значними труднощами, які мають об'єктивний характер. Існує певна межа, переступити яку математично складно. Проте доводиться ухвалювати рішення в умовах багатокритеріальності. Більше того, однокритеріальні ситуації в більшості випадків штучно одержують із багатокритеріальних. У зв'язку з цим інтенсивно ведеться розробка методів векторної оптимізації (пошук оптимальних чи доцільних рішень багатокритеріальних завдань). В основі більшості методів вирішення багатокритеріальних завдань закладено принцип зведення їх до однокритеріальних. Для досягнення цієї мети існує низка прийомів. Одним із найпростіших прийомів зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної є виділення серед безлічі показників ефективності будь-якого одного (самого головного). Надалі оптимізація ведеться по цьому єдиному критерію, а інші показники ефективності обмежуються зверху чи знизу і є обмеженнями. Нехай, наприклад, необхідно максимізувати m критеріїв:

$$k_i \rightarrow \max, i = \overline{1, m},$$

Вибираємо серед цих m критеріїв головний (наприклад, k_j), а інші обмежуємо знизу величинами $k_{oi}, i = 1, m, i \neq j$. Завдання при цьому набуває вигляду:

$$k_j \rightarrow \max; k_j \geq k_{oi}, i = \overline{1, m}, i \neq j.$$

З використанням цього способу виникають дві труднощі. По-перше, не

завжди вдається виділити серед безлічі критеріїв самий головний, а, по-друге, часто не ясно, з яких міркувань обмежувати решту критеріїв величинами k_{oi} [13].

Інший спосіб відомості багатокритеріального завдання до однокритеріального отримав у літературі назву «методу послідовних поступок». Суть цього методу полягає у наступному.

Припустимо, що критерії розташовані в порядку спадаючої важливості.

Вибираємо перший у цьому ряду критерій k_1 (він найважливіший) і шукаємо рішення, що звертає цей критерій в максимум.

Нехай $\max k_1 = k_1$. Далі призначаємо «поступку», на яку можна погодитися, щоб максимізувати наступний критерій, і вирішуємо таке завдання:

$$k_2 \rightarrow \max; k_j \geq k_1 - \Delta k_1.$$

Потім призначаємо «поступку» Δk_2 другому критерію та вирішуємо завдання:

$$k_3 \rightarrow \max; k_1 \geq k_1 - \Delta k_1; k_2 \geq k_2 - \Delta k_2.$$

Продовжуючи цей процес, на m -му кроці вирішуємо останнє завдання, яке має вигляд:

$$k_m \rightarrow \max; k_i \geq k_j - \Delta k_i; i = 1, m - 1,$$

де k_j - відповідно оптимальне значення i -го критерію, отримане на i -му кроці ітераційного процесу, і «поступка», на яку можна погодитися для i -го критерію.

Можна констатувати, що в цьому методі існують ті самі труднощі, що й описаному вище. По-перше, не завжди вдається розмістити критерії у пріоритетний ряд за ступенем важливості (це ще складніше, ніж вибрати серед них самий головний), а по-друге, не завжди зрозуміло, з яких міркувань призначати «поступки» критеріям. Таким чином, практично всім методам вирішення багатокритеріальних завдань шляхом зведення їх до однокритеріальних властиві ті чи інші недоліки. В окремих випадках ці методи можуть бути використані для

практичних цілей, проте в більшості ситуацій застосування їх може призвести до вироблення неточних рекомендацій.

Розглянуті вище роботи здебільшого були присвячені розробкам науково-методичних засад розвитку та функціонування транспортних систем промислового та залізничного транспорту. З темою даного дослідження їх поєднує принципова спільність підходів єдина для будь-яких транспортних систем, що працюють у сучасних умовах, що характеризується:

- 1) що змінюються умовами середі експлуатації;
- 2) динамічним розвитком процесів в самої системі;
- 3) відсутністю достатньою ступеня визначеності при рішенні задач підвищення ефективності системи;
- 4) наявністю ряду параметрів, які необхідно враховувати в вигляді окремих критеріїв під час оптимізації роботи системи.

3.3 Оптимізація «вантажоруху» транспортних потоків

Нижче розглянемо роботи, які безпосередньо орієнтовані на розробку науково-методичного матеріалу для автомобільних транспортних систем.

У дослідженні [14,16] зазначається, що збільшенню попиту на ВАП у сучасних умовах не відповідає низькому рівню розвинених автомобільних транспортних систем країни. Щоб забезпечити раціональну взаємодію автотранспортних підприємств, потрібний масштабний розвиток транспортної інфраструктури та застосування науково-обґрунтованих методів для управління процесами «вантажоруху». Констатується, що наявні на сучасному етапі теоретико-прикладні дослідження, присвячені підвищенню ефективності ВАП, орієнтовані вивчення окремих напрямів і локальних завдань. Ця ситуація не може повноцінно відповідати сучасним вимогам функціонування ринку автотранспортних послуг. Далі вказується, що одним із негативних факторів, недостатньо сьогодні врахованих є негативний вплив АТЗ на якість екології довкілля.

У цілому ж система управління і логістика «Вантажні рухи» на ВДМ міста має носити характер інтегрованої системи управління (ІСУ). У ній повинні зосереджуватись необхідні обсяги інформаційних масивів даних, частина з яких повинна бути локальними масивами з незначним періодом зберігання.

Постановка задачі оптимізації «вантажоруху» транспортних потоків (вантажопотоків) формується таким чином:

$$P_1 (A, R, K, F_B, F_{\Pi}, H) \rightarrow opt$$

$$P_2 (A, R, K, F_B, F_{\Pi}, H) \rightarrow max$$

де P_1 - ряд показників за якими оптимізується транспортна діяльність, а саме: час доставки, вартість доставки, величина нормативних викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище та ін.);

P_2 - доходи логістичного центру, забезпечує управління процесами оптимізації транспортних потоків;

A - параметри автомобільного транспорту;

R - параметри ПРР комплексу ТСК або "транспортного вузла";

K - обмеження, внесені об'єктами транспортної інфраструктури;

H - технологічні можливості і обмеження;

F_B і F_{Π} - відповідно, вплив зовнішньої середовища і вплив довкілля на транспортну діяльність.

Природно, що завдання в даній постановці планування є багатокритеріальним і залежить від значної кількості факторів. Тому для певної УДС мережа кожного регіону має вирішуватися індивідуально, враховуючи місцеві умови та характерну специфіку. Процес планування не повинен бути дискретним, тобто безперервним із постійним забезпеченням величини прогнозу (глибина 10...15 діб і більше), тобто повинно здійснюватися планування транспортних вантажних потоків від моменту часу їх зародження та від місця їх утворення.

Як параметри раціоналізації можуть розроблятися і прийматися універсальні міжвідомчі та збалансовані показники, які повинні характеризувати ефективність

транспортного процесу, як комплекс синхронізації дій всіх учасників процесу «вантажоруху»: експедиційні компанії, вантажовласники, транспортні компанії та інші учасники, що забезпечують процес транспортування та переробки вантажу.

У цій роботі автором пропонується прийняти як основні показники для вибору найбільш ефективного варіанту «вантажоруху» прийняти наступні: тривалість доставки; вартість доставки; - нормативний викид шкідливих речовин у довкілля;

$$\sum_i t_i \rightarrow \min,$$

$$\sum_i S_i \rightarrow \min$$

$$\sum_i B_i \rightarrow \min, i = 1, 2, \dots, n,$$

де t_i - час, витрачається на перевезення вантажу, годину;

S_i - вартість доставки вантажу, руб.;

B_i - нормативно-допустимі значення шкідливих викидів в атмосферу в СО,
ум. т/рік;

n - число, «динамічних транспортних карток».

Як метод вирішення даної багатокритеріальної задачі запропоновано найбільш простий спосіб вирішення подібних завдань: приведення локальних критеріїв до одного основного шляхом визначення вагових коефіцієнтів (експертна оцінка).

Недосконалістю даного підходу є те, що зведення багатокритеріальної задачі до однокритеріальної шляхом отримання складового критерію призводить до того, що, як правило, недолік в одному критерії може бути компенсований за рахунок іншого. Тому раціонально збалансувати параметри транспортної системи у разі буде складно. Ще однією складністю при реалізації розробок дослідження, що розглядається, є, то що транспортна система деталізована на рівні транспортних вузлів в виді промислових районів міста, а не на рівень окремих ТСК. У даному випадку можуть виникати значні похибки в визначенні параметрів «Вантажні

рухи».

Дослідження [13] присвячене розробці інтегрованої моделі (концепції) комплексного підходу до розвитку автотранспортної системи міста з урахуванням його транспортного потенціалу. У роботі проблеми розвитку транспортних систем міст насамперед визначаються автомобільно-дорожній складової. Тому пропонується концептуальна модель розвитку автотранспортної системи міст орієнтована на зниження витрат при перевезеннях вантажів і пасажирів рахунок підвищення середньотехнічної швидкості руху автомобільного транспорту. Як один із низки заходів, спрямованих на досягнення заявленої мети, пропонується оптимізувати вантажопотоки всередині мегаполісу в рамках існуючої ВДМ. Для чого формується комплекс математичних моделей, що описує тимчасові характеристики, тобто дозволяють у будь-який момент часу проводити оптимізацію об'єкта, що досліджується (залежно від рівня деталізації) за заданими параметрами. Як апарат формування моделей транспортно-розподільної мережі застосовується теорія графів. У цьому дослідженні в якості вузлів (множина вершин) транспортно-розподільчою мережі розглядаються мікрорайони міста, а в якості ребер графа ділянки магістралей між, що з'єднують вершини графа. Кожному ребру графа відповідає певна вага, під якою розуміється пропускна спроможність магістралей.

Принциповою відмінністю транспортно-розподільної мережі міста від автомобільної транспортної системи є, що характеризують їх параметри чи показники. Зокрема, для транспортно-розподільної мережі міста це пропускна спроможність його магістралей та відповідно можливий транспортний потік, а для автомобільної транспортної системи це провізна можливість магістралей і, відповідно - можливий вантажопотік. між тим, ці два показники взаємопов'язані і надають вплив друг на друга. Природно, що можлива величина вантажопотоку залежить від пропускних здібностей магістралей міста, а пропускна спроможність магістралей визначається навіть обсягами перевезених вантажів, як функції від габаритів АТЗ, здійснюють перевезення.

У аналізованому дослідженні приймається, що вага ребер графа залишається

незмінним, що цілком логічно для пропускнуї спроможності магістралі у певний час, а показники руху на мережі залежить лише від властивостей вершин (транспортних вузлів). Даний підхід прийнятний для раціоналізації процесів у транспортно-розподільчій мережі міста, але не прийнятний для оптимізації процесів у ТЛС, так як величина вантажопотоків у різні моменти часу між ТСК є величиною непостійною, що носить імовірнісний характер.

Вивчені джерела на тему дослідження дозволяють говорити про те, що відбувається процес переходу від традиційних методів організації та управління в транспортних системах до методів об'єктно-орієнтованого моделювання (ООМ) і відповідно до об'єктно-орієнтованого програмування досліджуваних процесів (ООП) [14]. Відмінною особливістю ООП є непослідовний опис реалізації операторів, а аналіз поточного стану об'єкта дослідження і реалізація дій залежно від раніше отриманих результатів. Цей підхід повинен спиратися на математичні моделі динамічного програмування. ООМ – це метод зіставлення реальних станів елементів досліджуваної системи для формування принципів їхньої подальшої взаємодії необхідних у досягненні необхідної мети. Поширення підходів ООМ на організацію та управління в ТЛС дає можливість застосовувати інформацію про стан елементів ТЛС (об'єктів управління) для аналізу подій, що динамічно відбуваються, і ініціювати процес реалізації методів, що змінюють процес функціонування системи. В якості основи ООП розглядається модель спадкування, що дозволяє в ієрархічному порядку збільшувати або зменшувати кількість «класів», при цьому зберігши їх загальні характеристики і додаючи за потреби специфічні параметри. В даному випадку під класом розуміється безліч об'єктів, які мають однакове функціональне призначення і структуру, але відрізняються за набором показників, що входять до параметрів, що оптимізуються. Іншими словами, ТЛС це представник класу транспортних систем - конкретний об'єкт з безлічі всіх різновидів транспортних систем того ж класу з відмінними (оригінальними) значеннями параметрів. Застосування такого підходу дозволяє формувати нову модель із типових станів елементів транспортних систем, перебудовуючи структуру досліджуваної системи під конкретні умови роботи.

Висновки до розділу

1. Процеси в автомобільних ТЛС та інших різновидах транспортних систем поєднує принципова спільність, яка визначається: умовами середовища експлуатації, що змінюються; динамічним розвитком процесів у самій системі; відсутністю достатнього ступеня визначеності інформаційного стану при рішенні завдань підвищення ефективності системи. Водночас автомобільна ТЛС як сукупність об'єктів ВАП і ТСК характеризується наявністю ряду параметрів (показників), які необхідно враховувати у вигляді специфічних критеріїв під час оптимізації роботи системи.

2. Відмінною особливістю переходу від традиційних методів організації та управління у ТЛС до методів ООМ є не послідовний опис реалізації операторів, а аналіз поточного стану об'єкта дослідження і реалізація дій в залежності раніше одержаних результатів. Отже, цей підхід має спиратися на математичні моделі динамічного програмування.

3. Для даного представника класу транспортних систем відсутні предметні науково-методологічні розробки, що дозволяють формувати процес організації та управління в ТЛС як комплекс організаційно-технологічних рішень, що ґрунтуються на математичних моделях, реалізованих із застосуванням цифрових технологій у вигляді ЦООМУ.

4 СИСТЕМНИЙ АНАЛІЗ КОМПЛЕКСУ ПАРАМЕТРІВ ПРОДУКТИВНОСТІ ТЕРМІНАЛЬНО-СКЛАДСЬКОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І ВАТ

4.1 Розробка цифрових об'єктно-орієнтованих моделей управління

Розробка та реалізація ЦООМУ управління вантажопотоками в ТЛС має забезпечувати досягнення актуальних цільових показників за низкою параметрів: витрат, швидкості, часу та якості обслуговування тощо. Приклад реалізації моделі представлений на рисунку 4.1. На цьому прикладі добре видно, що за відсутності жорстких обмежень використання конкретних елементів інфраструктури (ТСК) існує потенціал оптимізації процесів вантаж руху, тобто можливо вибрати той варіант, який забезпечить вирішення задачі руху матеріальних потоків з мінімальним рівнем витрат при заданому рівні сервісних показників.

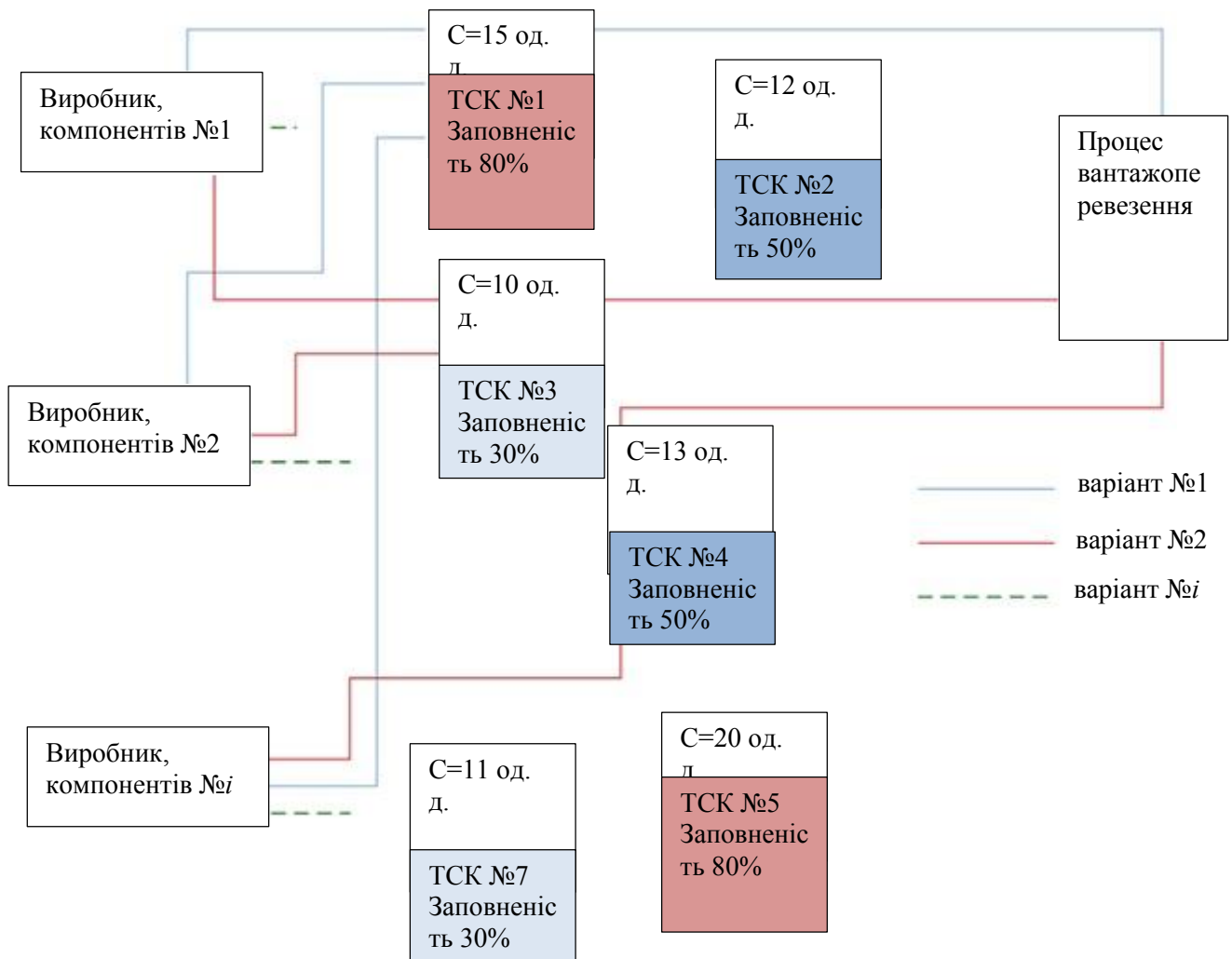


Рисунок 4.1 - Приклад варіантів організації транспортно-складського

забезпечення для руху матеріальних потоків

У цьому випадку пошук раціонального варіанта зводиться до вирішення багатокритеріальної задачі визначення множини ефективних планів для кожного елемента ТЛС - ТСК з наступною інтеграцією отриманих варіантів завдання динамічного програмування.

$$\begin{cases} k_i = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \rightarrow opt, i = \overline{1, m} \\ \sum_{j=1}^n x_j = N, x_j \geq 0, j = \overline{1, n} \end{cases}$$

Природно, що комплекс параметрів ВАП і ТСО у ТЛС має складну багаторівневу структуру і має піддаватися всебічному аналізу, що враховує такі обставини:

- 1) вантажопотоки, що перетворюються в ТСК, формуються параметрами (результативними показниками), отриманими в середовищі ВАП;
- 2) наявність необхідного взаємообміну інформаційними даними та супроводжуваним документообігом;
- 3) необхідне раціональне співвідношення продуктивності та технологічна сумісність транспортних засобів та складських ПЗМ у пунктах навантаження та вивантаження ТСК тощо.

Якщо систематизувати процеси інтеграції параметрів ТЗН і ВАП в ТЛС за рівнями управління можна виділити такі: управління процесами, управління структурами забезпечення функціонування, управління технологічними об'єктами процесами, управління цілями та завданнями (рисунки 4.1-4.2).



Рисунок 4.2 - Класифікація рівнів управління в транспортно-логістичній системі

4.2 Технологій радіочастотної ідентифікації вантажів

Наявність значної кількості елементів та зв'язків у ТЛС створює складну інформаційну ситуацію $I_{ТЛС}$, що зумовлює ступінь керованості у системі. Виникає необхідність характеризувати систему з погляду внутрішньої інформаційної ситуації, обумовленою взаємини з зовнішнім середовищем, тобто встановити ступінь невизначеності $S_{ТЛС}$ у системі. Традиційно одержання інформації про стан середовища на основі обробки статистичних даних за попередні періоди служило основою для планування та організації процесів руху товару в ТЛС. Сьогодні, висловлюючись мовою фізиків, відбувся «фазовий перехід» у можливостях збору та застосовуючи інформацію в цифровому форматі про стан

процесів у динаміці їх розвитку. Широке впровадження засобів автоматичної ідентифікації вантажів – штрихового кодування та, зокрема, радіочастотної ідентифікації (RFID), що дозволяють передавати та отримувати інформацію в «онлайн» режимі [2,4,7,11,12]. Принципова схема застосування технологій радіочастотної ідентифікації вантажів у ТЛС наведена на рисунку 4.3.

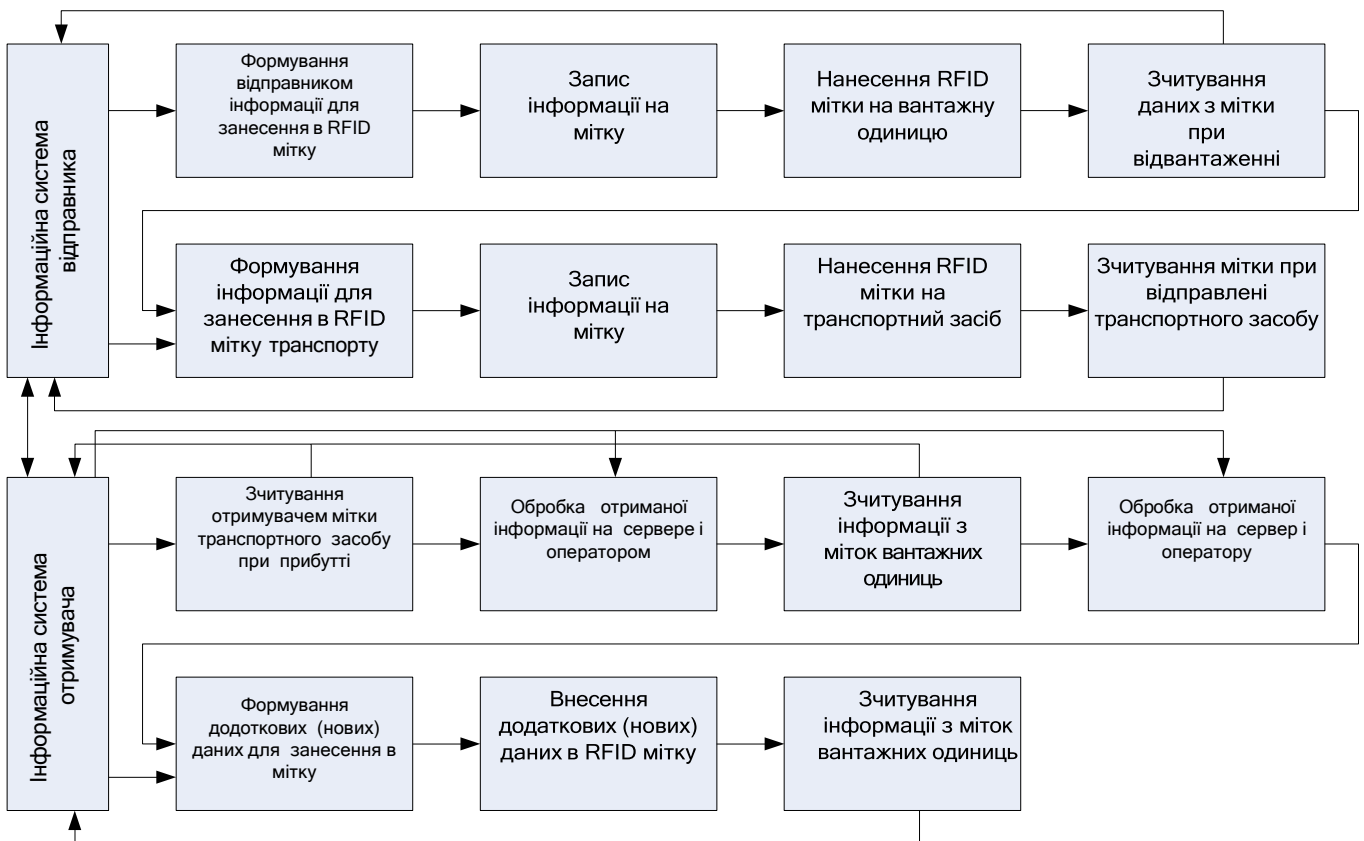


Рисунок 4.3 - Схема застосування технологій радіочастотної ідентифікації вантажів

Алгоритм інтеграції параметрів ТСО та ВАП є певною послідовністю виконання операцій, спрямованих на перетворення вантажних вхідних потоків у вихідні. На рисунку 4.4 представлено схему інтеграції параметрів ТЗН і ВАП при використанні систем автоматичної ідентифікації (радіочастотної ідентифікації або штрихового кодування).

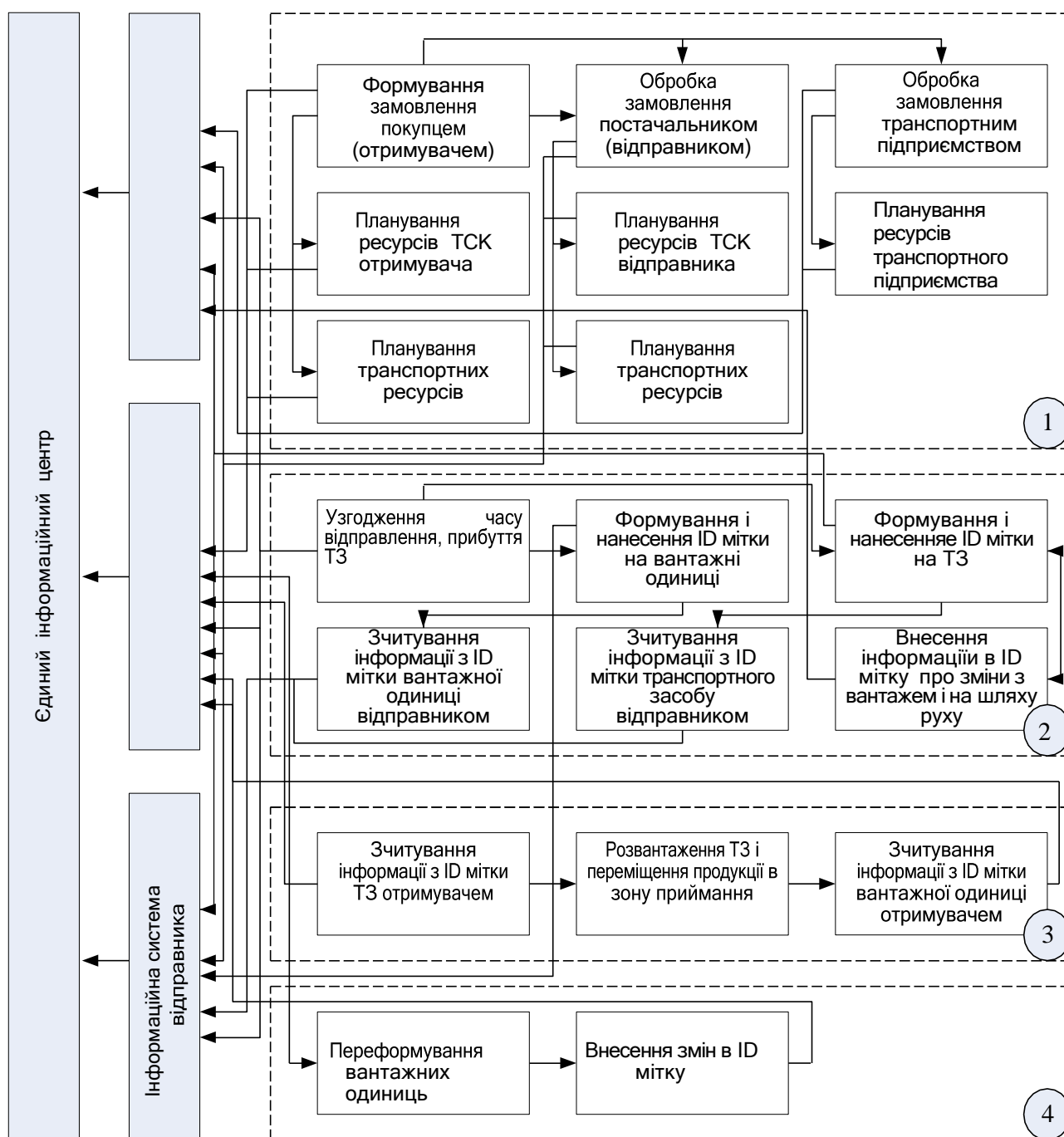


Рисунок 4.4 - Схема інтеграції параметрів вантажопотоків при використанні системи автоматичної ідентифікації

На схемі показано послідовність дій по обробці матеріального та інформаційного потоків з фіксацією більшості технологічних операцій системами автоматичної ідентифікації, що дозволяє в «он-лайн» режимі отримувати інформацію для управління роботою в ТЛС, що об'єднує ТСК логістичних операторів, ТСК торгових та виробничих компаній (відправників вантажу), ТСК вантажоодержувачів, а також рухомий склад транспортних підприємств.

У якості систем управління в алгоритмі застосовуються системи управління ресурсами підприємства – Enterprise Resource Planning (ERP), система управління складом – Warehouse Management System (WMS) відправника та покупця та система управління рухливим складом транспортного підприємства – Transport Management System (TMS). Як система об'єднує перелічені процеси використовуються системи класу SCM.

Послідовність роботи системи складається з чотирьох етапів:

1. Планування операцій та обсягів робіт з відправлення, прибуття та обробки вантажопотоків в відповідно з вступником вимогою: розрахунок обсягу замовлення та інформування постачальника вантажу; планування виробничих ресурсів ТСК вантажоодержувача; планування ресурсів транспортного підприємства; планування постачальником вантажу операцій із підготовки замовлення до відвантаження; планування ресурсів ТСК відправника вантажу.

2. Операції, виконувані до прибуття автомобілів на ТСК вантажоодержувача: погодження часу відправлення, прибуття транспортних засобів; нанесення ідентифікаційної мітки на вантажні одиниці; нанесення ідентифікаційної мітки на транспортні засоби; зчитування інформації з ідентифікаційної мітки вантажної одиниці відправником вантажу та відправка інформації вантажоодержувачу; зчитування інформації з ідентифікаційної мітки транспортного засобу відправником та відправлення інформації вантажоодержувачу; внесення інформації до ідентифікаційної мітки про зміни в процесі транспортування, в випадку необхідності при наявності GPRS зв'язку (General Packet Radio Service - технологія пакетної передачі даних по радіо зв'язку) та передача інформації до інформаційного центру.

3. Прибуття транспортного кошти до одержувачу: зчитування інформації з ідентифікаційної мітки транспортного засобу вантажоодержувачем; розвантаження транспортного засобу та переміщення вантажу до зони приймання; зчитування інформації з ідентифікаційної мітки вантажної одиниці одержувачем.

4. Обробка вантажу на ТСК вантажоодержувача: переформування вантажних одиниць та внесення змін до ідентифікаційної мітки. Після

переформування вантажних одиниць здійснюється внесення інформації до ідентифікаційної мітки про зміни параметрів вантажної одиниці або формування нової ідентифікаційної мітки.

Подана схема інтеграції параметрів ТСО та ВАП у ТЛС при використанні системи автоматичної ідентифікації для випадку одного відправника вантажу та одного вантажоодержувача. Загальний випадок інтеграції параметрів ТСО та ВАП у ТЛС має велику кількість характеристик та параметрів, що дозволяють кваліфікувати її як складну техніко-економічну систему зі статистичними та динамічними параметрами функціонування, що змінюються під впливом зовнішніх та внутрішніх факторів, тобто межі даної системи визначаються великою кількістю факторів станів зовнішнього середовища (СЗС). Отже, великий розмірністю і порядком розв'язуваних завдань.

4.3 Ієрархія структури управління вантажопотоками у транспортно-логістичній системі

Систематизація організації роботи ТЛС вимагає вироблення методології оцінки критеріїв, що дозволяють оптимізувати процес управління у системі. Отже, для здійснення переходу від традиційної моделі використання транспортно-складської інфраструктури, закріпленої за конкретними ланцюгами поставок до динамічної системи, в якій розподіл вантажопотоків здійснюється на основі безлічі критеріїв, серед яких наповненість ТСК, вартість обслуговування на них, їх продуктивність та швидкість виконання операцій, пропускна спроможність доріг, важливим рішенням при формуванні ієрархії функцій системи управління буде винесення на один рівень кількох комплексних критеріїв якості ТЛС (рисунок 4.5). При цьому кількість рівнів ієрархії має залишитися незмінним (гнучкість системи залишається незмінною), але збереження вихідних параметрів управління системи має формуватися багатокритеріальна задача, яка потребує аналітичного рішення [13].

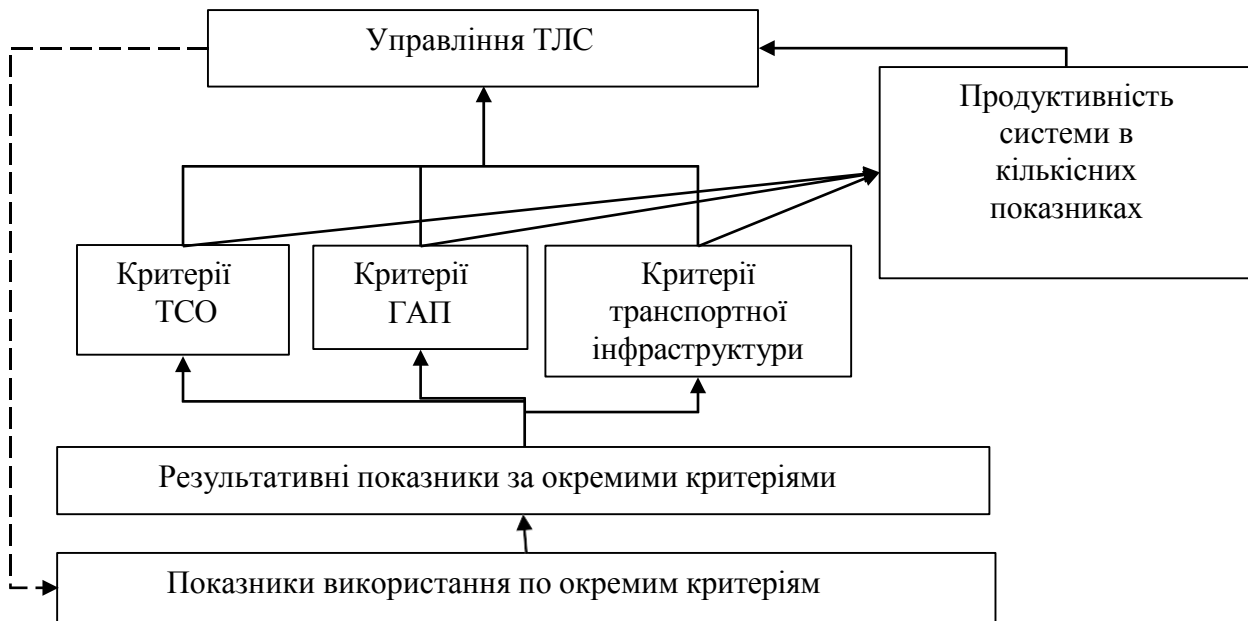


Рисунок 4.5 -. Декомпозиція ієрархії структури управління вантажопотоками у транспортно-логістичній системі

Застосування даної схеми дозволить оцінювати загальний ланцюг вантажу, що складається з елементів технологічного циклу ТСК відправника, постачальника та транспортування вантажів, що оцінюється комплексом незалежних критеріїв. Невід'ємною частиною ефективної роботи складної системи є обов'язкова наявність технологій контролю за станом параметрів та показників досліджуваних процесів (сукупності послідовно виконуваних операцій по доведення товарів підприємств-виробників через торгові, дистриб'юторські і логістичні центри до кінцевих споживачів). Зв'язок із єдиним інформаційним центром (сервером) ланцюга дозволить своєчасно передавати і отримувати інформацію, що в свою черга зробить доступним оперативне планування всіма учасниками процесу, у тому числі у разі виникнення змін та збоїв на окремих ділянках ланцюга. Для кожної з перерахованих ланок ТЛС повинен бути розроблений регламент застосування систем радіочастотної ідентифікації з урахуванням технологічних обмежень застосування радіотранспондерів та зчитувального обладнання, виділено рівні радіочастотних діапазонів, що застосовуються для кожної ланки ланцюга. Застосування систем радіочастотної ідентифікації у процесах ТЛС регіону передбачає можливість масового відстеження вантажопотоків. При цьому може

проводитися реєстрація одиничних показників роботи системи по окремим критеріям та формуватися комплексні значення показників якості роботи системи.

Проте оперативне управління системою з десятками чи сотнями тисяч елементів у «ручному» режимі неможливе. Для цього завдання необхідно використовувати методологію «Індустрії 4.0», яка полягає у «цифровізації» процесів. Для успішного застосування методології необхідне включення наступних трьох елементів до системи, що оптимізується:

1. Big Data - джерела збору та передачі на всіх агрегатах обслуговування, необхідні формування статистичної бази з різною дискретністю оновлення, з допомогою якої у системі приймаються оптимізаційні рішення. До агрегатів обслуговування в транспортно-складській системі відносяться всі елементи, без яких неможливий рух матеріального потоку, насамперед транспортні засоби, персонал, підйомно-транспортне обладнання та ін. Кожен з цих елементів повинен бути оснащений датчиками або мітками радіочастотної ідентифікації, що дозволяють збирати та передавати всю необхідну статистичну інформацію (напрямки перевезення, структура вантажопотоку, швидкість руху, місце знаходження ТС і ін) в у тому числі в режимі реального часу.

2. Алгоритми, по яким відбувається обробка інформації. Ці алгоритми повинні в режимі реального часу дозволяти обробляти інформацію у форматі, достатньому для прийняття рішень.

3. Системи управління та моделювання, які дозволяють в автоматичному режимі генерувати рішення в динамічному форматі, тобто. у міру зміни ситуації.

Висновки до розділу

На сьогоднішній день найбільші світові компанії у сфері інформаційних технологій ведуть розробки щодо створення цифрової надбудови, що дозволяє здійснювати розподіл вантажів за вакантними потужностями складських комплексів. Однак ця робота є лише одним із елементів необхідної для впровадження системи, і здатна лише короткочасно справлятися з підсумками

проблем в вигляді підвищення заповнюваності складських об'єктів та зниження вартості обслуговування на них. Однак розміщення та організація ТСК без відповідної методологічної підтримки та обґрунтування через систему «цифровізації» генеруватиме новий обсяг неефективних витрат.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі на основі аналізу статистичних даних, огляду наукових досліджень та публікацій, а також нормативних документів:

1. **Визначено**, що важливим та малодослідженим напрямом скорочення логістичних витрат є використання цифрових технологій отримання оптимальних рішень між показниками транспортування та обсягами поставок продукції в автомобільних транспортних системах, які дозволять: ефективно керувати технологією транспортування вантажів, за величиною, складом та іншими показниками з метою оптимізації процесу транспортування вантажів; здійснювати інтегроване планування та прогнозування показників роботи транспортних підприємств і ТСК, а також процесів їх взаємодії.

2. **Обґрунтовано**, що можливість раціоналізації взаємодії об'єктів (інтеграції параметрів) логістичної інфраструктури ТСО та ВАП створює додаткові перспективи скорочення витрат при формуванні матеріальних потоків вантажів, при цьому очевидно, що для реалізації процесу оптимізації параметрів в ТЛС необхідна розробка відповідного математичного апарату, адаптованого до поставлених завдань.

3. **Підтверджено актуальність та затребуваність вирішення проблеми** системної нерозвиненості автомобільних транспортних систем та відсутності їх комплексного розвитку на основі інтеграції параметрів ТЗН і ВАП, що в кінцевому підсумку збільшує транспортну складову в собівартості продукції, а саме, не дозволяє повною мірою забезпечувати потребу регіону в транспортних та складських послугах і не забезпечує необхідний рівень транспортно-експедиційного обслуговування всіх учасників руху руху, стримує реалізацію зовнішньоторговельного і транзитного потенціалу регіону, що призводить до великих як прямих, так і непрямих втрат у вигляді втраченої вигоди.

4. **Визначено шляхи вирішення проблеми**, як сукупності рішень обґрунтованого безлічі приватних завдань, пов'язаних спільною метою – організації функціонування ТСК у ТЛС, яка була б здатна забезпечити координацію

роботи вантажного рухомого складу АТП, самих ТСК та кінцевих споживачів (вантажовласників) з метою скорочення часу та витрат при транспортуванні, зберіганні та переробці вантажів, тим самим підвищивши ефективність роботи системи.

5. **Обґрунтовано**, що необхідним засобом вирішення проблеми є багатокритеріальний підхід для вирішення завдань, які раціоналізують процес визначення параметрів ТСО та ВАП у ТЛС. Знаходження збалансованого рішення, що задовольняє ряду основних параметрів системи, має бути основним заходом, спрямованим підвищення її ефективності функціонування.

6. **Виявлено**, що відмінною особливістю перевізних систем (комплексів) є здатність вибирати напрямок діяльності, відповідальність за яку може бути розподілена між компонентами системи на основі їх функції, а ефективність системи тією чи іншою мірою може залежати від будь-якого з елементів системи. Іншими словами, ефективність виробництва або загальна продуктивність перевізної системи залежить від вибору варіанта дій з багатьох можливих. Дані системи є складним багаторівневим і багатокомпонентною освітою, кожному рівню притаманні його специфічні критерії ефективності. Тому рішення про вибір варіантів дії доводиться приймати рішення в умовах багатокритеріальності.

7. **Визначено**, що ТСК сьогодні - це невід'ємна частина ТЛС виконує роль об'єкта, що впливає показники матеріального потоку вантажів. Він є основним перетворювачем матеріального потоку вантажів в ТЛС від виробників сировини та матеріалів до постачання кінцевому споживачеві готової продукції. Тому рішення будь-який завдання, виникла в результаті тих чи інших змін у аналізованій системі, а саме в технології та організації перевізного процесу вантажним автомобільним транспортом без наявності науково-обґрунтованої методології, що враховує ТСК як обов'язковий елемент транспортного циклу, не можна.

8. **Розроблено** ієрархічну структуру транспортної галузі з елементами ТЛС, яка відрізняється від традиційної: високим ступенем динамізму; безперервною зміною стану процесу; можливим зміною складу елементів; можливістю зміни циклів окремих процесів перевезення вантажів у часі залежно та

умовами середовища експлуатації. При цьому цикл транспортного процесу в ТЛС слід розглядати не як систему багатофазного масового обслуговування дискретного типу з кінцевою кількістю станів, а як дискретну динамічну систему, що функціонує в умовах недостатності інформації або невизначеного стану середовища, що вимагає для оцінки її ефективності застосування апарату методів багатокритеріального динамічного програмування

Підбиваючи підсумки роботи можна констатувати, що у автомобільних ТЛС та інших різновидах транспортних систем об'єднує принципова спільність, обумовлена: змінними умовами середовища експлуатації; динамічним розвитком процесів у самій системі; відсутністю достатнього ступеня визначеності інформаційного стану під час вирішення завдань підвищення ефективності системи. Інтегрування в єдину елементарну одиницю транспортного циклу елементів ВАП та ТСК дозволить оптимізувати процес взаємодії об'єктів логістичної інфраструктури (ТБК та ВАП) і створює стратегічні перспективи підвищення продуктивності системи та скорочення витрат при формуванні матеріальних потоків вантажів. Тому ТЛС та їх елементи (ОЛІ) можна обґрунтовано створювати і модернізувати, застосовуючи і поєднуючи моделі динамічних систем та методи багатокритеріальної оптимізації в інтегрованих динамічних системах. У той же час ТЛС як сукупність об'єктів ВАП і ТСК характеризується наявністю ряду параметрів (показників), які необхідно враховувати в вигляді специфічних критеріїв при оптимізації роботи системи.

Вивчені джерела на тему дослідження дозволяють говорити про те, що відбувається процес переходу від традиційних методів організації і управління у транспортних системах до методів ООМ і відповідно до ООП досліджуваних процесів, тобто до автоматизації процесів управління з урахуванням застосування цифрових технологій. Слід зазначити, що з даного представника класу транспортних систем відсутні науково-методологічні розробки, що дозволяють формувати процес організації і управління в ТЛС, заснованих на ЦООМУ .

Можна констатувати, що вирішення багатокритеріальної задачі оптимізації роботи ТЛС в сукупності із застосуванням як показників зворотного зв'язку даних,

отриманих за допомогою радіочастотних технологій ідентифікації дасть можливість розробити методологію планування, організації та управління функціонуванням ТСК у ТЛС, як аналітичну платформу застосування ЦООМУ, що відповідає сучасному науковому прогресу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кондратюк Ю. І. Рішення планування, організації і управління термінально-складськими комплексами в транспортно-логістичних системах : робота. – 2022.
2. Гармаш О. М., Овдієнко О. В. Складська логістика : навч. посіб. – Київ : Олді-Плюс, 2020. – 256 с.
3. Shyshkin V. Modern approaches to warehouse logistics management // Economics. – 2020. – № 2. – С. 45–52.
4. Аулін В. В. Формування та функціонування логістичних центрів : монографія. – Кременчук, 2024. – 220 с.
5. Устенко М. О. Логістика транспортних систем України // Вісник НТУ. – 2017. – № 35. – С. 112–119.
6. Безугла Л. С. Логістика : навч. посіб. – Харків : ХНЕУ ім. Кузнеця, 2021. – 312 с.
7. Тюріна Н. М., Колодізев О. М., Лисенко Н. В. Логістика : навч. посіб. – Київ : КНЕУ, 2019. – 368 с.
8. Богданюк О. В. Термінально-логістичні центри: структура та інфраструктура : матеріали доповіді. – Львів : НУ «Львівська політехніка», 2021.
9. Faber N., de Koster M. B. M., Smidts A. Organizing warehouse management // International Journal of Operations & Production Management. – 2018. – Vol. 38, No. 1. – P. 82–110.
10. Davarzani H., Norrman A., Olofsson M. A literature review of relevant warehousing research and future agenda // Logistics Research. – 2020. – Vol. 13. – P. 1–17.
11. Mason S. J. Integrating the warehousing and transportation functions // Journal of Business Logistics. – 2002. – Vol. 23, No. 2. – P. 90–116.
12. Zhen L., et al. A literature review of smart warehouse operations // European Journal of Operational Research. – 2022. – Vol. 301. – P. 1–20.
13. Tikwayo L. N., Oláh J., Popp J. Applications of Industry 4.0 Technologies

in Warehouse Management // Logistics. – 2023. – Vol. 7, No. 1. – P. 1–15.

14. Leung E. K. H., et al. Total Fulfillment Management: Principles, Practices and Use. – New York : Springer, 2025. – 350 p.

15. Sari K., Lee H. Warehouse management: Essential elements for its design – A proposed model // International Journal of Production Research. – 2019. – Vol. 57, No. 18. – P. 5821–5836.

16. О. Денисюк. Особливості транспортно-складського комплексу як компонента перевізного процесу / Тези V студентської науково-технічної конференції ФТМІ “Інноваційні технології в транспорті та механічній інженерії”. Луцьк: ЛНТУ – 2025р.– с.173-177