

Національний авіаційний університет
Міністерство освіти і науки України

Національний авіаційний університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КУЧМА ОЛЕНА СЕРГІЇВНА

УДК:656.07/078 (043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ
МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ В
УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

Спеціальність: 275 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)»

Галузь знань – 27 «Транспорт»

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____ О. С. Кучма

Науковий керівник

Габрієлова Тетяна Юріївна,
кандидат економічних наук, доцент

Київ–2024

АНОТАЦІЯ

Кучма О. С. Методи та моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеню доктора філософії за спеціальністю 275 «транспортні технології (на повітряному транспорті)». Національний авіаційний університет. Київ, 2024.

Дисертація присвячена питанням підвищення ефективності мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, із реалізацією відповідних моделей та методів.

Мета дисертаційного дослідження полягає у науковому обґрунтуванні теоретико-методичних аспектів та розробленні практичних рекомендацій із організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

1. Провести критичний аналіз теоретичних засад раціональної організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

2. Запропонувати критеріальний метод щодо здійснення аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції.

3. Створити раціональні системи щодо організації комплексної механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту.

4. Вивчити комплексні проблеми щодо логістичного управління процесів перевезення, складування та обробки вантажних потоків у міжнародних транспортних системах.

5. Реалізувати системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного виду транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

6. Запропонувати комплексно-кластерний підхід щодо організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

7. Запропонувати та реалізувати моделі прийняття рішень для комплексного логістичного оператора, нішового оператора та транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок вантажів у мультимодальному сполученні за участю авіаційного транспорту.

Об'єктом дослідження виступають процеси мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту при міжнародній інтеграції.

Предметом дослідження є сукупність теоретичних, методичних та прикладних положень, а також методів та інструментів організації мультимодального перевезення вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в узагальненні теоретичних основ та розробці методичних підходів щодо організації процесів мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Вперше

– реалізовано комплексно-кластерний підхід до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції, який включає системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів, критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення, моделі прийняття рішень суб'єктами транспортно-логістичних ринків, математичні моделі організації мультимодальних перевезень, а також раціональні системи організації комплексної механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту;

удосконалено:

– системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції, що базуються

на загальних принципах консолідації для клієнта, консолідатора та перевізника при перевезенні консолідованих вантажів різними видами транспорту, визначенні особливостей консолідації вантажів, які можуть проявлятися як недоліки та як умови, характеризувати видів консолідованих вантажних відправлень на авіатранспорті;

– критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції, що на відміну від існуючих, базується на використанні групи теоретико-методичних принципів щодо наукового обґрунтування оптимізаційних процесів вантажних авіаперевезень, враховує аспекти у яких проявляються інтеграційні процеси, що протікають на авіаційному транспорті, а також фактори, які характеризують можливості кожного виду транспорту з точки зору організації вантажних перевезень;

– моделі прийняття рішень для комплексного логістичного оператора, нішового оператора та транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту, що на відміну від існуючих, базуються на принципі синергізму, використовують переваги комплексно-кластерного підходу, а також нові можливості, які забезпечує використання концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів;

набуло подальшого розвитку:

– розробка раціональних систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту із використанням універсальної схеми створення сучасних систем доставки вантажів та схеми класифікації навантажувально-розвантажувальних робіт за місцем виконання у процесі доставки, що на відміну від існуючих, орієнтовані на використання інноваційних технологічних рішень та сучасних вимог до процесів організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті;

– дослідження комплексних проблем логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних

транспортних системах, що включало визначення ключових завдань та інструментарію для забезпечення одночасної оцінки ціноутворення коридору та дизайну мережі обслуговування для інтеграторів логістичних послуг, опису та особливостей інструментів крос-докінгу та фулфілменту як елементів контрактної логістики.

Основні результати дисертаційної роботи були застосовані при організації технологічних процесів та прийнятті управлінських рішень – у роботі логістичного оператора ТОВ «ФТП», ТОВ «Міжнародний аеропорт „Одеса“», а також авіакомпанії ТОВ «БІЗ ЕЙРЛАЙН», що проявилися у реалізації комплексно-кластерного підходу організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту, удосконаленні систем транспортно-експедиторського обслуговування вантажів, використанні раціональних систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт, дослідженні комплексних проблем логістичного управління перевезення, складування та обробки вантажопотоків, моделей прийняття рішень учасників транспортно-логістичного ринку. Також результати досліджень використані у навчальній роботі Факультету транспорту, менеджменту і логістики Національного авіаційного університету при розробці навчальних дисциплін «Авіаційні вантажні перевезення», «Перевезення спеціальних вантажів повітряним транспортом» та «Транспортно-експедиторська діяльність».

Відповідно до теми дисертації опубліковано 13 наукових праць, з яких 1 стаття у виданні, яке включене до наукометричної бази Scopus, 5 статей (всі одноосібні), 7 статтях, матеріалах та тезах у збірниках міжнародних науково-практичних конференцій.

У *вступі* було загалом обґрунтовано актуальність обраної теми, сформульовано мету дисертаційної роботи, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження; представлено наукову новизну; показаний зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами; розкрито наукове та практичне значення отриманих результатів і перспективи їх подальшого впровадження. У

вступі також охарактеризовані публікації здобувачки, представлена апробація результатів досліджень за темою дисертації, її структура та обсяг.

У першому розділі дисертаційної роботи представлені теоретичні засади раціональної організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Було проаналізовано світовий досвід організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту. Відзначено, що лише у симбіозі автомобільно-авіаційного сполучення можна забезпечити доставку за принципом логістики «від дверей до дверей». Узагальнено нормативно-правове поле мультимодальних перевезень, проведений аналіз основних визначень які використовуються при організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту.

Було визначено теоретико-методичні принципи оптимізації вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. Були узагальнені існуючі визначення понять «збірний вантаж» та «консолідований вантаж» та надано авторські визначення. Охарактеризовані вимоги до вантажних одиниць на різних видах транспорту. Визначені різнорівневі фактори впливу на розвиток авіаційних перевезень як елементу системи мультимодальних перевезень в глобалізованому світі, а також охарактеризована система інтеграції авіатранспортної системи України до авіатранспортної системи ЄС.

Також були встановлені передумови удосконалення методів та розроблення моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту із формуванням відповідних підходів.

У другому розділі дисертаційної роботи здійснено дослідження принципів взаємодії, основ функціонування та розробки систем організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту.

Проаналізовано критеріальний вплив на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції, який засновано на групі теоретико-методичних принципів наукового обґрунтування оптимізаційних процесів вантажних авіаперевезень в умовах

міжнародної інтеграції, а також на встановлених аспектах у яких проявляються інтеграційні процеси, що протікають на авіаційному транспорті.

Було встановлено фактори, які характеризують можливості кожного виду транспорту з точки зору організації вантажних перевезень. У результаті охарактеризовано факторний вплив на процеси забезпечення взаємодії видів транспорту при організації доставки вантажів та визначені критерії впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів. Представлено структуру частки модального розподілу за країнами і за групами товарів, статистичні дані щодо авіаційних та транспортно-логістичних ринків.

Вивчено раціональні системи організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. Запропонована універсальна схема створення сучасних систем доставки вантажів, схема класифікації навантажувально-розвантажувальних робіт, технологічні схеми авіап перевезення вантажів на відправлення та на прибуття, технологічна схема організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті. Також визначені сучасні вимоги для процесів організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті.

Досліджені комплексні проблеми логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах, які представлені визначенням ознак крос-докінгу, його характеристик, а також переваг фулфілменту, які дієвих інструментів. Запропонована базова система граничних значень індексів основних логістичних показників для логістичних компаній.

Представлено системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, що визначаються перевагами та встановленими особливостями від консолідації вантажів, визначеними видами консолідованих вантажних відправлень на авіатранспорті, а також сформованою загальною схемою мультимодального перевезення консолідованих вантажів.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи запропонована реалізація комплексно-кластерного підходу до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Здійснено обґрунтування технологічних процесів вантажних перевезень за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції із формуванням зокрема загальної схеми мультимодального перевезення консолідованого вантажу за участю авіаційного транспорту при наявності складів консолідатора в аеропорту та удосконаленої схеми мультимодального трансферного перевезення, а також визначенням удосконаленої структурної схеми цілей, пріоритетних напрямів та завдань логістичного оператора в рамках міжнародної інтеграції.

Були визначені фактори, що впливають на терміни формування консолідованого вантажного відправлення, принципи, які мають бути дотримані для забезпечення ефективної консолідації вантажу, методи логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту, протиріччя при оптимізації логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення видів транспорту та шляхи їх вирішення, а також принципи та технології логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту.

Реалізовані моделі прийняття рішень для учасників транспортно-логістичних ринків із застосуванням концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів та деталізацією моделей прийняття рішень для транспортно-логістичного, нішового та комплексного оператора.

Запропоновані математичні моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, а саме модель мінімізації витрат на мультимодальну доставку вантажів за участю авіатранспорту логістичним оператором та модель максимізації доходів на доставку вантажів логістичним оператором.

У четвертому розділі дисертаційної роботи здійснюється програмна реалізація задачі оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Представлені методичні рекомендації щодо проведення обчислювальних експериментів математичних моделей мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції за конкретними доставками.

Надані практичні рекомендації щодо реалізації методів та моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту, із створенням зокрема схем авіаційно-автомобільної доставки вантажів у різні регіони світу.

Проведено оцінювання економічного ефекту від оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. Виявлено, що на основі даних транспортно-логістичного оператора ТОВ «Делівері» визначено можливість покращення показників вчасності доставки на 2,2–3%, непошкодження і невтрачання вантажів, а також кількості скарг – на 12–14%, а на основі даних АТ «Укрпошта» після оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту вдалося визначити можливість збільшення валового прибутку у найкращому сценарії на 17,6% із 924,6 тис. грн. до 1087,3 тис. грн на рік.

Ключові слова: мультимодальні перевезення, міжнародна інтеграція, моделювання, ефективність, управління, транспортно-експедиторське обслуговування, транспортна система, транспортне сполучення, міжнародна доставка, ланцюги постачання, транспортно-логістичний ринок, транспортно-складські послуги, механізація та автоматизація, мультимодальний оператор, мультимодальні маршрути, моделі прийняття рішень, математичні моделі, логістичне управління, оптимізація, ентропія, вантажні перевезення, авіаційний транспорт.

Список публікацій здобувача

Стаття у виданні, що входить до наукометричної бази Scopus:

1. Kuchma O., Kazak V., Shevchuk D., Yakushenko O., Shevchenko I. Influence of Wing Front Edge Damage on Integral Aerodynamic Characteristics of UAVs. *2021 IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development, APUAVD 2021 – Proceedings*. 2021. P. 95–98.
Особистий внесок автора: аналіз досліджень застосування безпілотної авіації при доставках.

Статті у фахових виданнях України:

2. Кучма О. С. Передумови раціональної організації процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. Том 34 (73). № 4. 2023. С. 251–255.

3. Кучма О. С. Критеріальний вплив на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції *Дороги і мости*. 2024. Вип. 29. С. 307–315.

4. Кучма О. С. Підходи до формування збірних відправлень у мультимодальних транспортних системах. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2024. 35 (74) № 2. С.

5. Кучма О. С. Раціоналізація систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2024. 35 (74) № 2. С. 298–303.

6. Кучма О. С. Передумови удосконалення методів та розроблення моделей доставки вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. Вип. 5 (42). С. 127–131. URL: https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/326/288

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

7. Kuchma O., Gabrielova T., Lytvynenko S., Viniukov-Proshchenko A. Generalising cases of insensitive queuing city traffic management systems and their impact on the delivery of goods by air and road. *MATEC Web of Conferences*. 2024. 390. 03005. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439003005>

Особистий внесок автора: встановлення ступеня впливу організації міського руху та системи організації авіаційного руху, на мультимодальну доставку вантажів у автомобільно-авіаційному сполученні.

8. Vasylenko I., Voitsehovskiy V., Novikova A., Kuchma O., Ozerova O., Borets I. Application of strategic planning methods in assessing the transport sector as a national economic system component. *MATEC Web of Conferences*. 2024. 390. 03007. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439003007>

Особистий внесок автора: аналіз змін явищ і процесів у транспортній системі України та визначення оптимальних методів її оцінки.

Наукові праці апробаційного характеру:

9. Кучма О. С. Теоретико-методичні принципи оптимізації вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика: матеріали ХІХ науково-практичної міжнародної конференції* (м. Харків, 1–2 червня 2023 р.). Харків, 2023. С. 89–91.

10. Кучма О. С. Особливості управління міжнародними системами доставки вантажів за участю авіаційного транспорту. *Інноваційні транспортні технології та транспортні системи: матеріали Міжнародної науково-технічної онлайн-конференції*. (м. Київ, 30 травня 2023 р.). Київ, 2023. С. 88–90.

11. Кучма О. С. Дослідження особливостей побудови організаційно-технологічних процесів вантажних авіаперевезень. *Політ. Сучасні проблеми науки. Секція «Організація перевезень і управління на транспорті»*: матеріали ХІІІ Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 4-7 квітня 2023 р.). Київ, 2023. С. 13–14.

12. Кучма О. С. Специфіка авіаційних перевезень вантажів як фактор міжнародної інтеграції. *Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування*: збірник матеріалів 15 Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 13-15 березня 2024 р.). Херсон, 2024. С. 160–162.

13. Кучма О. С. Сучасні вимоги до процесів організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті. *Автомобільний транспорт та інфраструктура*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 18-20 квітня 2024 р.) Київ, 2024. С. 29-31.

ABSTRACT

Kuchma O.S. Methods and models for organising multimodal cargo transportation involving air transport in conditions of international integration. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the PhD degree in specialty 275 “Transport Technologies (Air Transport)”. National Aviation University. Kyiv, 2024.

The thesis is devoted to the issues of increasing the efficiency of multimodal cargo transportation involving air transport in the context of international integration, with the implementation of relevant models and methods.

The purpose of the PhD research is to scientifically substantiate the theoretical and methodical aspects and develop practical recommendations for organising multimodal cargo transportation with air transport participation under international integration.

To achieve the purpose, the following tasks are being solved:

1. To carry out a critical analysis of the theoretical foundations of the rational organisation of multimodal cargo transportation involving air transport in the context of international integration.

2. To propose a criterion method for analysing the impact on the choice of transport connection in the organisation of cargo delivery under conditions of international integration.

3. To create rational systems for organising complex mechanisation and automation of loading and unloading operations at the points of connection of air and other modes of transport.

4. To study comprehensive problems of logistics management of the transportation, warehousing and processing of cargo flows in international transport systems.

5. To implement systems of freight forwarding services involving air transport in the context of international integration.

6. To propose an complex cluster approach to the organisation of multimodal cargo transportation with the participation of air transport in terms of international integration.

7. To propose and implement decision-making models for an integrated logistics operator, a niche operator and a transport and logistics operator when delivering cargo in a multimodal connection with the participation of air transport.

The object of the study is the processes of multimodal cargo transportation involving air transport in the context of international integration.

The subject of the study is a set of theoretical, methodical and applied provisions, as well as methods and tools for organising multimodal cargo transportation with air transport participation under conditions of international integration.

The scientific novelty of the obtained results is the generalisation of the theoretical foundations and development of methodical approaches to the organisation of multimodal cargo transportation processes involving air transport in terms of international integration.

For the first time:

– an complex cluster approach to the organisation of multimodal cargo transportation with the participation of air transport in the conditions of international integration, including freight forwarding systems, a criterion method for analysing the impact on the choice of transport connection, decision-making models for transport and logistics market participants, mathematical models for organising

multimodal transportation, and rational systems for organising complex mechanisation and automation of loading and unloading operations at the points of air and other transport modes connection, has been implemented.

Improved:

- systems of freight forwarding services involving air transport in international integration conditions, based on the general principles of consolidation for the client, consolidator and carrier in the transportation of consolidated cargo by various modes of transport, determining the specifics of cargo consolidation, which may manifest as shortcomings and conditions, characterising the types of consolidated cargo consignments by air;

- a criterion method for analysing the influence on the choice of a transport mode when organising cargo delivery in the conditions of international integration, which, unlike the existing ones, is based on the use of a group of theoretical and methodical principles for scientific substantiation of optimisation processes of air cargo transportation, takes into account aspects in which integration processes occurring in air transport are manifested, as well as factors that characterise the capabilities of each mode of transport in terms of organising cargo transportation;

- decision-making models for an integrated logistics operator, a niche operator and a transport and logistics operator in performing deliveries in multimodal connection involving air transport, which, unlike the existing ones, are based on the principle of synergy, use the advantage of the complex cluster approach, as well as new opportunities provided by the use of the conceptual decision-making model for the group of 3PL operators.

Were further developed:

- development of rational systems for organising complex mechanisation and automation of loading and unloading operations at points of connection of air and other modes of transport using a universal scheme for creating advanced cargo delivery systems and a scheme for classifying loading and unloading operations by place of performance during the delivery process, which, unlike the existing ones, are

focused on the use of innovative technological solutions and modern requirements to the processes of organising loading and unloading operations on air transport;

– study of complex problems of logistics management in respect of transportation, warehousing, and handling of cargo flows in international transport systems, including the identification of key tasks and tools to ensure simultaneous assessment of corridor pricing and service network design for logistics service integrators, description and features of cross-docking and fulfilment tools as elements of contract logistics.

The main results of the PhD thesis were used in the organisation of technological processes and managerial decision-making - in the operation of the logistics operator LLC “FTP”, LLC “Odesa International Airport”, as well as the airline LLC “BIZ AIRLINE”, which resulted in the implementation of a complex cluster approach to the organisation of multimodal cargo transportation with the participation of air transport, improving the systems of freight forwarding services, using rational systems for organising integrated mechanisation and automation of loading and unloading operations, studying comprehensive problems of logistics management of transportation, warehousing and processing of cargo flows, and decision-making models for transport and logistics market participants. The research results are also used in the educational work of the Faculty of Transport, Management and Logistics of the National Aviation University in the development of the subjects “Air Cargo Transportation”, “Transportation of Special Cargoes by Air” and “Transport and Forwarding Activities”.

In accordance with the topic of the thesis, 13 scientific papers were published, including 1 article in a publication included in the Scopus scientometric database, 5 articles (all single authored), 7 articles, materials and abstracts in the collections of international scientific and practical conferences.

In the *introduction*, the relevance of the chosen topic was generally substantiated, the purpose of the thesis was formulated, the object, subject and methods of research were defined; the scientific novelty was presented; the connection of the work with scientific programmes, plans, topics was shown; the

scientific and practical significance of the results obtained and the prospects for their further implementation were revealed. The introduction also describes the applicant's publications, presents the approbation of research results on the topic of the thesis, its structure and scope.

The *first part* of the thesis presents the theoretical foundations of the rational organisation of multimodal cargo transportation with the participation of air transport in the context of international integration.

The world experience of organising multimodal cargo transportation involving air transport was analysed. It was noted that only in the symbiosis of road and air transport can delivery be ensured on the principle of door-to-door logistics. The regulatory and legal field of multimodal transportation was generalised, and the basic definitions used in the of multimodal cargo transportation organisation with the participation of air transport were analysed.

The theoretical and methodical principles of optimising air cargo transportation in the context of international integration were defined. The existing definitions of the concepts of "groupage cargo" and "consolidated cargo" were summarised, as well as the author's definitions were given. The requirements for cargo units on different modes of transport were characterised. Multilevel factors of influence on the development of air transportation as an element of the multimodal transportation system in the globalised world were identified, and the system of integration of the air transport system of Ukraine into the EU air transport system was characterised.

The prerequisites for improving methods and developing models for organising multimodal cargo transportation with the participation of air transport with the formation of appropriate approaches were also determined.

In the *second part* of the thesis, the principles of interaction, the basics of functioning and the development of systems for organising multimodal cargo transportation with involving air transport were studied.

The criterion influence on the choice of the type of transport connection in the organisation of cargo delivery in the conditions of international integration was analysed, which is based on a group of theoretical and methodical principles of

scientific justification of optimisation processes of air cargo transportation under international integration, as well as based on the established aspects in which integration processes occurring in air transport are manifested.

The factors that characterise the capabilities of each mode of transport in terms of organising cargo transportation were identified. As a result, the factor influence on the processes of ensuring the interaction of transport modes in the organisation of cargo delivery was characterised, and the criteria for influencing the choice of transport connection in the organisation of cargo delivery were defined. The structure of the share of modal distribution by countries and by groups of goods, statistical data on the aviation and transport and logistics markets were presented.

Rational systems of organising complex mechanisation and automation of loading and unloading operations at points of connection of air and other modes of transport were studied. A universal scheme for creating modern cargo delivery systems, a classification scheme for loading and unloading operations, technological schemes for air cargo transportation for departure and arrival, and a technological scheme for organising loading and unloading operations on air transport were proposed. Modern requirements for the processes of organising loading and unloading operations in air transport were also defined.

The complex problems of logistics management in terms of transportation, warehousing, processing of cargo flows in international transport systems were studied, represented by identification of cross-docking features, its characteristics, as well as the advantages of fulfilment as effective tools. The basic system of limit values of indices of the main logistics indicators for logistics companies was proposed.

The systems of freight forwarding services involving air transport in the conditions of international integration were presented, which were determined by the advantages and defined features of cargo consolidation, particular types of consolidated cargo consignments on air transport, as well as the formed general scheme of multimodal transportation of consolidated cargo.

In the *third part* of the thesis, the implementation of a complex cluster approach

to the organisation of multimodal cargo transportation with the participation of air transport in the conditions of international integration was proposed.

The justification of technological processes of cargo transportation involving air transport in the context of international integration was carried out with the formation of, in particular, a general scheme of multimodal transportation of consolidated cargo with the air transport participation if the consolidator warehouses are available at the airport and an improved scheme of multimodal transfer transportation, as well as the determining of an improved structural scheme of goals, priority directions and tasks of a logistics operator in the framework of international integration.

The factors that affect the time frame for the formation of a consolidated freight consignment, the principles that must be followed to ensure effective consolidation of cargo, methods of logistics management of transport and warehouse processes at points of connection of air and other modes of transport, contradictions in optimising the logistics management of transport and warehouse processes at points of connection of transport modes and ways to resolve them, as well as the principles and technologies of logistics management of transport and warehousing processes at the points of connection of air and other modes of transport were determined.

Decision-making models for participants in transport and logistics markets were implemented using a conceptual decision-making model for a group of 3PL operators and detailing decision-making models for transport and logistics, niche and integrated operators.

Mathematical models of organising multimodal cargo transportation with the participation of air transport in the conditions of international integration were proposed, namely, a model for minimising the costs of multimodal cargo delivery with the participation of air transport by a logistics operator and a model for maximising the income for cargo delivery by a logistics operator.

In the *fourth part* of the thesis, the software implementation of the task of optimising the organisation of multimodal cargo transportation involving air transport in the context of international integration was carried out.

The methodical recommendations on conducting computational experiments of mathematical models of multimodal cargo transportation with the participation of air transport in the conditions of international integration for specific deliveries were given.

Practical recommendations on the implementation of methods and models for organising multimodal cargo transportation with the participation of air transport, including with the creation of schemes for air-road delivery of cargo to different regions of the world, were provided.

The economic effect of optimising the organisation of multimodal cargo transportation with the participation of air transport in the conditions of international integration was evaluated. It was found that, based on the data of the transport and logistics operator LLC “Delivery”, it is possible to improve the indicators of delivery time by 2.2-3%, cargo damage and loss, as well as the number of complaints – by 12-14%, and based on the data of JSC “Ukrposhta”, after optimising the organisation of multimodal cargo transportation with involving air transport, it was possible to determine the possibility of increasing gross profit in the best-case scenario by 17.6% from UAH 924.6 thousand to UAH 1087.3 thousand per year.

Keywords: multimodal transportation, international integration, modelling, efficiency, management, freight forwarding, transport system, transport connection, international delivery, supply chains, transport and logistics market, transport and warehousing services, mechanisation and automation, multimodal operator, multimodal routes, decision-making models, mathematical models, logistics management, optimisation, entropy, cargo transportation, air transport.

List of applicant’s publications

An article in a journal included in the Scopus scientometric database:

1. Kuchma O., Kazak V., Shevchuk D., Yakushenko O., Shevchenko I. Influence of Wing Front Edge Damage on Integral Aerodynamic Characteristics of UAVs. *2021 IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development, APUAVD 2021 – Proceedings*. 2021. P. 95–98.

Personal contribution: analysis of studies on the use of unmanned aerial vehicles in deliveries.

Articles in professional journals in Ukraine:

2. Kuchma O. S. Prerequisites for the rational organisation of air cargo transportation processes in the context of international integration. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical sciences*. Issue 34 (73). № 4. 2023. P. 251–255.

3. Kuchma O. S. Criterion influence on the choice of the type of transport connection in the organisation of cargo delivery in the conditions of international integration. *Roads and Bridges*. 2024. Issue 29. P. 307–315.

4. Kuchma O. S. Approaches to the formation of groupage consignments in multimodal transport systems. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Economics and Management*. 2024. 35 (74) № 2. P.

5. Kuchma O. S. Rationalisation of systems for organising integrated mechanisation and automation of loading and unloading operations at points of connection of air and other modes of transport. *Scientific notes of Taurida National V.I. Vernadsky University. Series: Technical sciences*. 2024. 35 (74) № 2. P. 298–303.

6. Kuchma O. S. Preconditions for improving methods and developing models of cargo delivery involving air transport in the context of international integration. *Podilian Bulletin: agriculture, engineering, economics*. 2024. Issue 5 (42). P. 127–131. URL: https://journals.pdu.khmelnytskyi.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/326/288

Scientific works that additionally reflect the scientific results of the thesis:

7. Kuchma O., Gabrielova T., Lytvynenko S., Viniukov-Proshchenko A. Generalising cases of insensitive queuing city traffic management systems and their impact on the delivery of goods by air and road. *MATEC Web of Conferences*. 2024. 390. 03005. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202439003005>

Personal contribution: identification of the degree of influence of urban traffic organisation and air traffic management system on multimodal cargo delivery in road-air connection.

8. Vasylenko I., Voitsehovskiy V., Novikova A., Kuchma O., Ozerova O., Borets I. Application of strategic planning methods in assessing the transport sector as a national economic system component. *MATEC Web of Conferences*. 2024. 390. 03007. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439003007>

Personal contribution: analysis of changes and processes in the transport system of Ukraine and identification of optimal methods for its evaluation.

Scientific works of an approbation nature:

9. Kuchma O. S. Theoretical and methodical principles of optimisation of air cargo transportation in the conditions of international integration. *International transport infrastructure, industrial centres and corporate logistics: abstracts of the XIX International Scientific and Practical Conference (Kharkiv, 1-2 June 2023)*. Kharkiv, 2023. P. 89–91.

10. Kuchma O. S. Features of managing international cargo delivery systems involving air transport. *Innovative transport technologies and transport systems: abstracts of the International Scientific and Practical Online Conference (Kyiv, 30 May 2023)*. Kyiv, 2023. P. 88–90.

11. Kuchma O. S. The study of the features of building organisational and technological processes of air cargo transportation. *Polit. Modern problems of science. Section “Organisation of transportation and management in transport”*: abstracts of the XIII International Scientific and Practical Conference (Kyiv, 4-7 April 2023). Kyiv, 2023. P. 13–14.

12. Kuchma O. S. Specifics of air cargo transportation as a factor of international integration. *Modern power plants on transport, technologies and equipment for their maintenance: abstracts of the 15 International Scientific and Practical Conference (Kherson, 13-15 March 2024)*. Kherson, 2024. P. 160–162.

13. Kuchma O. S. Modern requirements to the processes of organising loading and unloading operations on air transport. *Road transport and infrastructure: abstracts of the VII International Scientific and Practical Conference (Kyiv, 18-20 April 2024)*. Kyiv, 2024. P. 29-31.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	24
ВСТУП	25
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ	32
1.1. Світовий досвід організації процесів мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту.....	32
1.2. Теоретико-методичні принципи оптимізації вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції.....	43
1.3. Передумови удосконалення методів та розроблення моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту..	58
Висновки до розділу 1.....	64
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ВЗАЄМОДІЇ, ОСНОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗРОБКИ СИСТЕМ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ	66
2.1. Критеріальний вплив на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції.....	66
2.2. Вивчення раціональних систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту.....	91
2.3. Дослідження комплексних проблем логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах.....	104
2.4. Розроблення систем транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.....	122
Висновки до розділу 2.....	131

**РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ КОМПЛЕКСНО-КЛАСТЕРНОГО ПІДХОДУ
ДО ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА
УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ
ІНТЕГРАЦІЇ.....133**

3.1. Обґрунтування технологічних процесів вантажних перевезень за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.....133

3.2. Удосконалення методів, принципів та технологій логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту.....141

3.3. Моделі прийняття рішень для учасників транспортно-логістичних ринків.....147

3.4. Математичні моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.....159

Висновки до розділу 3.....173

**РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ
ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА
УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ
ІНТЕГРАЦІЇ.....175**

4.1. Методичні рекомендації щодо проведення обчислювальних експериментів математичних моделей мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.....175

4.2. Практичні рекомендації щодо реалізації методів та моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту.....185

4.3. Оцінювання економічного ефекту від оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.....197

Висновки до розділу 4.....203

ВИСНОВКИ.....205

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....208

ДОДАТКИ.....237

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- ITF – Міжнародний транспортний форум
- UIC – Міжнародна союз залізниць
- ЄС – Європейський Союз
- ULD – авіаційні засоби пакетування
- IATA – Міжнародна асоціація повітряного транспорту
- TCC – контейнери з контрольованою температурою
- ЮНКТАД – Конференція ООН з торгівлі та розвитку
- МТП – Міжнародна торгівельна палата
- LCL – завантаження менше ніж контейнер
- LTL – завантаження менше ніж одна вантажівка
- COVID-19 – пандемія коронавірусної хвороби
- RFID – системи радіочастотної ідентифікації
- ITS – інтелектуальні транспортні системи
- ILU – міжнародні вантажні одиниці
- ВВП – валовий внутрішній продукт
- DTLF – Форум цифрового транспорту та логістики
- EFTI – регламент електронної інформації про вантажні перевезення
- HPP – навантажувально-розвантажувальні роботи
- ПС – повітряне судно
- CFS – склад контейнерних вантажів
- WMS – системи управління складом
- SCS – прості хмарні рішення
- NPS – індекс споживчої лояльності
- MAWB – основна авіаційна вантажна накладна
- HAWB – авіаційна вантажна накладна агента
- PL – рівні логістики
- GRG – метод узагальненого зведеного градієнта
- ЛО – логістичний оператор

ВСТУП

Актуальність теми дослідження визначається поглибленням процесів міжнародної транснаціоналізації, глобалізації та інтеграції, що вимагає активного пошуку нових шляхів забезпечення постачання вантажів. За останні десятиліття відбувся світоглядний перехід від звичайних разових доставок вантажів до побудови інтегрованих ланцюгів постачання.

Слід відзначити, що передусім повинні бути розроблені теоретико-методичні принципи оптимізації вантажних авіап перевезень в умовах міжнародної інтеграції, потребують удосконалення наукові основи організації та функціонування суб'єктів транспортно-логістичних ринків в нових умовах господарювання, при подальшому розвитку глобальних ланцюгів постачання. В рамках наукових досліджень потрібно провести якісний критичний аналіз існуючих принципів взаємодії різних видів транспорту при авіаційних перевезеннях вантажів, при цьому слід викристалізувати позитивний світовий досвід та встановити можливість реалізації найкращих практик у вітчизняних аеропортах та на інших об'єктах транспортно-логістичної інфраструктури.

Входження України в загальноєвропейську авіатранспортну мережу включає впровадження принципів Європейської авіатранспортної політики, з адаптацією їх до українських умов. Це сприяє утворенню єдиного ринку авіатранспортних послуг, підвищенню ефективності функціонування авіатранспортних підприємств і об'єктів авіатранспортної інфраструктури, підвищенню безпеки авіап перевезень, надійності та якості перевезень пасажирів та вантажів. Розвиток міжнародної інтеграції в сфері авіап перевезень вимагають відповідного розвитку наукових досліджень, які сфокусовані на виявленні тенденцій розвитку авіап перевезень, вдосконаленні організаційно-технологічних процесів перевезень, зокрема авіап перевезень вантажів, обґрунтуванні засобів підвищення ефективності вітчизняної авіатранспортної системи, дослідженні проблем логістичного управління, розробленні раціональних систем доставки вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Авіап перевезення вантажу та пов'язані з ними організаційно-технологічні та економічні процеси, розвиток супутніх послуг, мають значну актуальність та перспективу розвитку, що підтверджується поточною ситуацією в світі та даними міжнародних авіаційних організацій.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до науково-дослідних робіт кафедр організації авіаційних перевезень Національного авіаційного університету: «Методи забезпечення сталого розвитку авіатранспортної системи» (державний реєстраційний номер 0118U100050), де авторка охарактеризувала загальні принципи транспортної задачі та «Методи та моделі комплексного інноваційного розвитку авіатранспортної системи України» (державний реєстраційний номер 0121U114745), де авторкою охарактеризовані особливості мультимодальних перевезень.

Метою дисертаційного дослідження є обґрунтування теоретико-методичних аспектів та розроблення практичних рекомендацій щодо організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Досягнення поставленої мети зумовило визначення та вирішення наступних завдань:

- проаналізувати теоретичні засади раціональної організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції;
- запропонувати критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції;
- розробити раціональні системи організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту;
- дослідити комплексні проблеми логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах;

- сформуванати системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції;
- реалізувати комплексно-кластерний підхід до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції;
- запропонувати та реалізувати моделі прийняття рішень для комплексного логістичного оператора, нішового оператора та транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту.

Об’єкт дослідження – процеси мультимодального перевезення вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Предмет дослідження – сукупність теоретичних, методичних та прикладних положень, методів та інструментів організації мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Методи дослідження. У роботі використані статистичні дані Державіаслужби України, ІТФ, УІС, ЄС, підприємств транспортно-логістичного ринку, що були використані авторкою у дослідженні. Методичну основу дослідження становили методи теоретичного узагальнення, порівняння, систематизації – при аналізі теоретичних засад раціональної організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції; системного аналізу, абстрактно-логічний метод, експертних оцінок, методи факторного аналізу, в т.ч. метод головних компонент, ринкового аналізу, непараметричні статистичні методи – при дослідженні комплексних проблем логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах; критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення – при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції; методи кластерного аналізу, гібридизації моделей, комплексний підхід – при реалізації комплексно-кластерного підходу до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту та розробці моделей прийняття рішень

різними учасниками транспортно-логістичних ринків; методи дискретної оптимізації та інші методи математичного моделювання – при розробці математичних моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в узагальненні теоретичних основ та розробці методичних підходів до організації процесів мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Вперше

– реалізовано комплексно-кластерний підхід до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, який включає системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів, критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення, моделі прийняття рішень суб'єктами транспортно-логістичних ринків, математичні моделі організації мультимодальних перевезень, а також раціональні системи організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту, що дає змогу підвищити ефективність роботи суб'єктів транспортно-логістичних ринків з врахуванням сучасних трендів та можливостей;

удосконалено:

– системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції, що базуються на загальних принципах консолідації для клієнта, консолідатора та перевізника при перевезенні консолідованих вантажів різними видами транспорту, визначенні особливостей консолідації вантажів, які можуть проявлятися як недоліки та як умови, характеризуванні видів консолідованих вантажних відправлень на авіатранспорті, що дозволило узагальнити схему мультимодального перевезення консолідованих вантажів та забезпечує можливість максимально якісно інтегрувати авіатранспорт до міжнародних систем доставок;

– критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції, що на відміну від існуючих, базується на використанні групи теоретико-методичних принципів щодо наукового обґрунтування оптимізаційних процесів вантажних авіап перевезень, враховує аспекти у яких проявляються інтеграційні процеси, що протікають на авіаційному транспорті, а також фактори, які характеризують можливості кожного виду транспорту з точки зору організації вантажних перевезень, що дає можливість провести оцінку факторного впливу на процеси забезпечення взаємодії видів транспорту при організації доставки вантажів за відповідними критеріями;

– моделі прийняття рішень для комплексного логістичного оператора, нішового оператора та транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту, що на відміну від існуючих, базуються на принципі синергізму, використовують переваги комплексно-кластерного підходу, а також нові можливості, які забезпечує використання концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів, що дозволяє зосередити основні зусилля на створенні унікальних продуктів із виключною цінністю для клієнтури та забезпеченням підґрунтя для вибудовування партнерських відносин із іншими учасниками міжнародних доставок вантажів;

набуло подальшого розвитку:

– розробка раціональних систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту із використанням універсальної схеми створення сучасних систем доставки вантажів та схеми класифікації навантажувально-розвантажувальних робіт за місцем виконання у процесі доставки, що на відміну від існуючих, орієнтовані на використання інноваційних технологічних рішень та сучасних вимог до процесів організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті, що дозволяє забезпечити максимально ефективне обслуговування вантажопотоку в різних технологічних процесах;

– дослідження комплексних проблем логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах, що включало визначення ключових завдань та інструментарію для забезпечення одночасної оцінки ціноутворення коридору та дизайну мережі обслуговування для інтеграторів логістичних послуг, опису та особливостей інструментів крос-докінгу та фулфілменту як елементів контрактної логістики, що дало можливість сформувати загальну схему оцінювання основних логістичних показників та базову систему граничних значень індексів для цих показників логістичних операторів в умовах міжнародної інтеграції.

Практичне значення одержаних результатів. Системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів та моделі прийняття рішень для логістичних операторів використані у діяльності ТОВ «ФТП» (довідка про впровадження № ВИХ/05-24/10520 від 06.05.2024 р.); вивчення раціональних систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту та дослідження комплексних проблем логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах були реалізовані у практичній діяльності ТОВ «Міжнародний аеропорт „Одеса“» (довідка про впровадження від 03.05.2024 р.); комплексно-кластерний підхід організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту, удосконаленні системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, а також раціоналізація систем щодо забезпечення комплексної механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт ТОВ «БІЗ ЕЙРЛАЙН» (довідка про впровадження від 10.05.2024 р.);

Ряд теоретичних положень було використано в навчальній роботі факультету транспорту, менеджменту і логістики Національного авіаційного університету при викладанні дисциплін «Авіаційні вантажні перевезення», «Перевезення спеціальних вантажів повітряним транспортом» та «Транспортно-експедиторська діяльність» (довідка про впровадження від 16.04.2024 р.).

Особистий внесок здобувача. Представлена дисертаційна робота є самостійно виконаною та завершеною науковою працею. Наукові розробки та пропозиції, що містяться у роботі належать авторці. У наукових публікаціях авторки, які виконані у співавторстві у дисертації використані тільки ті положення і пропозиції, що становлять індивідуальний внесок авторки.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Основні наукові результати, а також висновки дисертаційного дослідження обговорювалися на конференціях: XIX Міжнародній науково-практичній конференції «Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика» (м. Харків, 1–2 червня 2023 р.); Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні транспортні технології та транспортні системи» (м. Київ, 30 травня 2023 р.); XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Політ. Сучасні проблеми науки». Секція «Організація перевезень і управління на транспорті» (м. Київ, 4-7 квітня 2023 р.); 15 Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування» (м. Херсон, 13-15 березня 2024 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура» (м. Київ, 18-20 квітня 2024 р.).

Публікації. Основні результати наукового дослідження опубліковано в 13 наукових працях загальним обсягом 5,2 друк. арк., зокрема у 1 статті у виданні, яке включене до наукометричної бази Scopus, 5 фахових наукових працях (всі є одноосібними); 7 статтях та тезах в інших виданнях та збірниках матеріалів науково-практичних конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних літературних джерел, який нараховує 289 найменування та додатків. Основний текст дисертації викладено на 180 сторінках. Робота містить 71 рисуноків та 29 таблиць, у тому числі 6 ілюстрацій викладені на окремих сторінках.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ РАЦІОНАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

1.1. Світовий досвід організації процесів мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту

Авіаційне перевезення вантажів – найскладніший вид перевезень серед усіх видів транспорту, який потребує особливої уваги від усіх учасників транспортного процесу: вантажовідправників, вантажоодержувачів, агентів, авіакомпаній, аеропортів, експедиторів, логістичних операторів. Авіаперевезення характеризується підвищеними вимогами до безпеки перевезень, жорстко регламентуються міжнародними і національними нормативно-правовими актами, мають місце значні обмеження щодо вантажів, їх об'ємно-масових характеристик, існує потреба у ретельному плануванні. Крім того, неможливо до кінця передбачити зміни стану деяких вантажів, наприклад це стосується живих тварин в процесі їх доставки за участю авіаційного транспорту.

При авіаперевезенні вантажів враховують зовнішні та внутрішні фактори, що діють на вантаж в процесі перевезення. Крім того часто вантажі, що здебільшого перевозяться повітряним транспортом мають внутрішні властивості, які можуть призвести до виходу їх з транспортбельного стану в процесі перевезень. Зокрема це стосується небезпечних вантажів, живих тварин, вантажів, чутливих до часу та температури тощо.

При перевезенні вантажів авіатранспортом велика увага приділяється процесу планування перевезення та підготовки вантажу до перевезення, оскільки це закладає основу для безпечного та цілісного перевезення вантажів. Повітряний транспорт має найбільш жорсткі обмеження порівняно з іншими видами транспорту щодо номенклатури перевезених вантажів, їх властивостей, обмеження з об'ємно-масових характеристик вантажних одиниць, забезпечення

транспортбельного стану, вимог та тари, упакування, засобів пакування, оформлення документації, завантаження транспортних засобів.

Авіаційний вид транспорту загалом є магістральним видом транспорту, який залежить від сполучення із іншими видами транспорту, особливо автомобільним. Це зумовлено тим, що лише у симбіозі автомобільно-авіаційного сполучення можна забезпечити доставку за принципом логістики «від двері до двері».

Як вірно відзначається у [1, с. 79–80] при повітряному перевезенні на вантаж діють такі фактори, як: шум, вібрація, зміни температури, барометричного тиску, перевантаження, знаходження у замкнутому просторі, наявність персоналу, засобів механізації, різких запахів, вплив властивостей інших вантажів, які перевозяться сумісно та багато іншого. Це зумовлює потребу у розробці відповідних підходів до організації процесів доставки за участю авіатранспорту, які будуть мати свої характерні відмінності та унікальні особливості.

Залучення авіаційного транспорту до міжнародних перевезень пережило значну еволюцію. Першим значним поштовхом для такої активізації послужило поширення використання авіаційних засобів пакування (ULD). Загалом активна контейнеризація кардинальним чином змінила ландшафти усіх транспортних ринків, особливо морського та авіаційного. На відміну від інших видів транспорту на авіаційному значні вантажопотоки перевозяться на пасажирських літаках, у їх вантажних відсіках, що зумовлює необхідність врахування цієї особливості і при побудові схем доставки вантажів за участю авіаційного виду транспорту.

Першою ластівкою, яка ознаменувала доставку ULD на пасажирському рейсі став маршрут між Нью-Йорком і Лондоном та це мало місце у січні 1970 року. В цей же час активізується робота у межах Міжнародної асоціації повітряного транспорту (IATA), яка знайшла вихід у створенні Interline ULD User Group (IULDUG). У 80-ті роки XX століття використання ULD стає все більш поширеним, значено збільшилася сфера аеропортового наземного

обслуговування та обробки вантажів, а також активізується використання ULD за межами авіаційного транспорту експедиторами та брокерами у інтермодальних та мультимодальних сполученнях [3].

Наприкінці 80-х років спостерігався швидкий розвиток кур'єрських доставок, що зумовило створення ULD, які підходять для цих конкретних операцій. Всі 90-ті роки пройшли під знаком розширення ролі аутсорсерів, як постачальників послуг для наземних операцій у аеропортах, авіаперевізники створили парки ULD та ефективно організовували їх оборот – пулінг. У 2000-х роках основним трендом стає інформатизація всіх аспектів авіаційної доставки вантажів, в тому числі і ULD. В цей же час починають активно використовуватися композитні матеріали у авіації, зокрема і у ULD [3].

Необхідно відзначити, що 2010-ті роки стають революційними у транспортно-логістичному секторі загалом. В тому числі кардинально збільшується використання складніших продуктів, таких як контейнери з контрольованою температурою (ТСС) [3]. Загалом специфіка використання ТСС дуже складна та продовжує поглиблюватися із кожним днем. Цьому приділено дуже багато уваги у науковій та спеціалізованій літературі, найбільш цікавими з публікацій є [4–7].

Поточне десятиліття з точки зору контейнеризації на авіаційному транспорті продовжує революційний тренд 2010-х років. Рішення Bluetooth Low Energy (BLE) покликане нарешті вирішити проблему визначення розташування та стану ULD в реальному часі, також значно активізувалося використання технології блокчейн, крім цього використання доповненої реальності (AR) та віртуальної реальності (VR) на мобільних пристроях стає трендом [3]. Різноманітні проблеми сучасного використання ULD проаналізовані у [8–10], в той же час специфіка цього ринку представлена у роботах [11–13].

Підсумовуючи історичні тенденції варто зазначити, що під час планування перевезення вантажів авіатранспортом необхідно враховувати ряд аспектів (рис. 1.1) [1, с. 78–80; 2, с. 52–53].

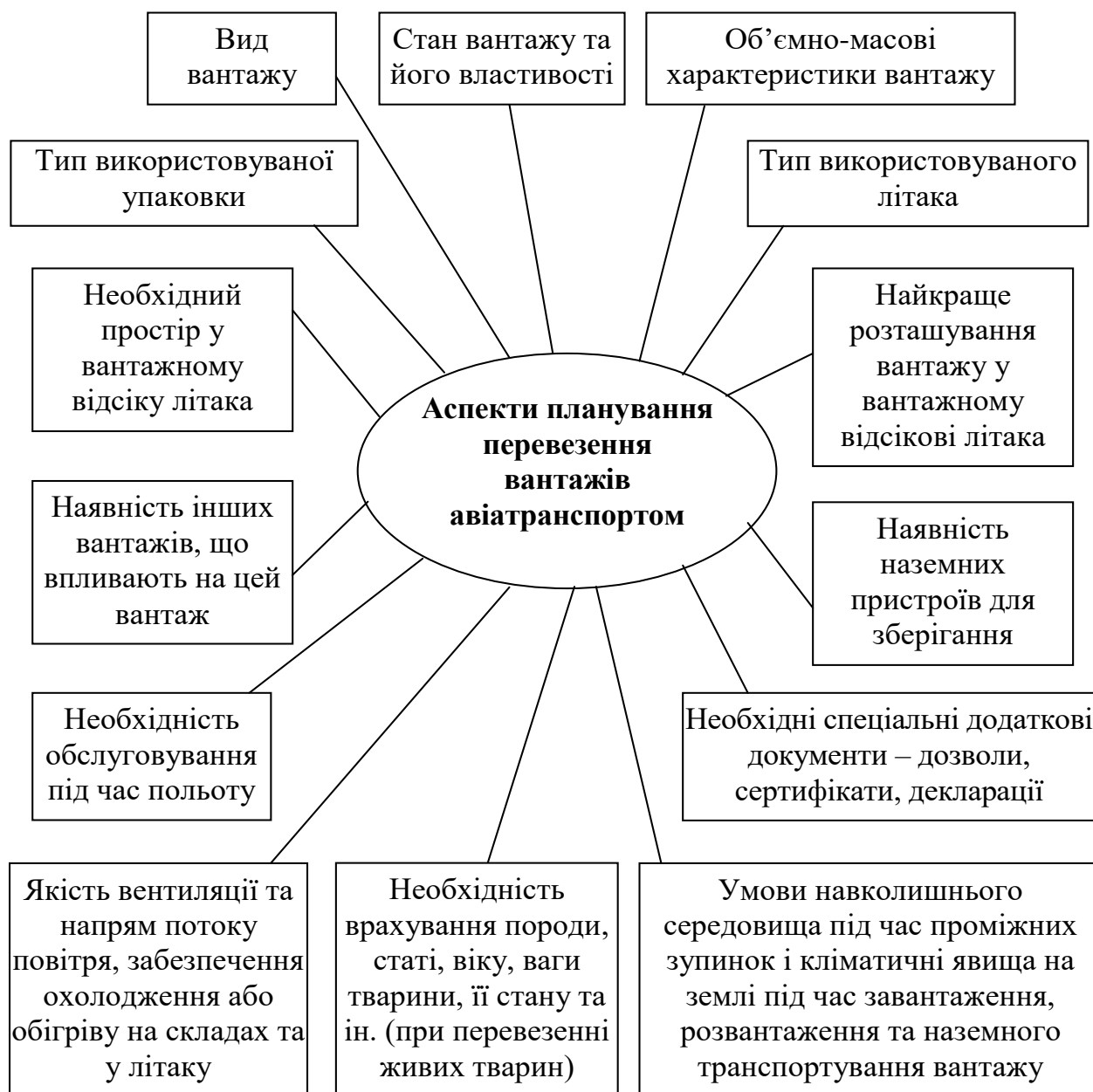


Рис. 1.1. Аспекти планування перевезення вантажів авіатранспортом

Джерело: розроблено авторкою на основі [1, с. 78–80; 2, с. 52–53]

Характеризуючи представлені на рис. 1.1 аспекти планування перевезення вантажів авіатранспортом слід наголосити, що кожен із них є важливим та хибність вибору серед альтернатив хоча б по одному із них може спричинити зрив авіаційного перевезення. Загалом вид вантажу, його стан та властивості, а також об'ємно-масові характеристики є тими аспектами із яких починається планування авіаційного перевезення. Це важливо особливо для спеціальних категорій вантажів, які наряду із генеральними формують загальну множину

вантажних відправок. Тип упакування багато в чому визначається фінансовими можливостями, хоча головним чином залежить від вимог, які пред'являються для тих чи інших категорій вантажів. Знову ж таки, спеціальні категорії вантажів вимагають більш дорогого та специфічного упакування. Тип використовуваного літака, необхідний простір у ньому, розташування у його відсіках вантажу, а також наявність інших вантажів ключовим чином впливають на процес планування авіаційного перевезення.

Однією із перших робіт, що присвячена проблемам формування вантажних одиниць при перевезенні вантажів авіаційним транспортом слід визнати дослідження Т. Ю. Габрієлової та С. Л. Литвиненка [14], де авторами описано практичний приклад неправильного формування вантажної одиниці, коли не були враховані параметри транспортних засобів на всіх етапах перевезення, що призвело до затримки перевезення. В той же час, однією із останніх наукових робіт, яка присвячена вирішенню проблеми сумісності вантажів при їх авіаційному перевезенні присвячено дослідження Д. Л. Маляренко [15, с. 150–166], де авторкою, зокрема, запропоновано проводити консолідацію вантажопотоків за категоріями вантажів у аеропорту, тим самим збільшуючи використання вантажної ємності літаків через відсутність обмежень по сумісності вантажів.

Безумовно важливість обслуговування вантажів під час польоту стає визначальним аспектом при перевезенні спеціальних категорій вантажів, особливо тих, які обов'язково потребують цього. Значно складнішими у такому випадку, як правило, стає і документальний супровід перевезення, що передбачає одержання додаткових дозволів, сертифікатів та декларацій. Наявність спеціалізованих наземних пристроїв для зберігання вантажів також є визначальною при перевезенні спеціальних вантажів. Як і три останні описані аспекти.

Отримавши запит на бронювання місця для вантажу при перевезенні авіаційним видом транспорту, авіакомпанія повинна розглянути всі пов'язані з цією справою нюанси, рис. 1.2 [1, с. 117–120].



Рис. 1.2. Нюанси, які повинна розглянути авіакомпанія при отриманні запиту на бронювання місця для вантажу при перевезенні авіатранспортом

Джерело: розроблено авторкою на основі [1, с. 117–120]

Нюанси, які повинна розглянути авіакомпанія при отриманні запиту на бронювання місця для вантажу при перевезенні авіатранспортом загалом частково подібні до описаних раніше аспектів планування перевезення, проте є і певні відмінності. Дотримання правил охорони здоров'я, урядових вимог та міжнародних нормативів є одним із тих визначальних чинників, які аналізують вантажні агенти та брокери при бронюванні місця для вантажу.

У деяких випадках авіакомпанії відмовляються від доставки окремих категорій вантажів, на обслуговування яких вони мають відповідні дозволи. Це пов'язано головним чином із описаною раніше проблемою сумісності вантажів у обмеженій ємності літака, навіть незважаючи на те, що ці вантажі у більшості своїй відносяться до спеціальних та перевозяться за значно вищими тарифами.

Нормативно-правове поле мультимодальних перевезень представлено на рис. 1.3. Загалом конкретні ключові нормативно-правові акти України системно поєднано із різними типами угод, законів та кодексів наднаціональних органів та інших країн.



Рис. 1.3. Нормативно-правове поле мультимодальних перевезень

Джерело: систематизовано авторкою

Аналіз основних визначень у нормативно-правових документах України, вітчизняній науковій та професійній літературі, які використовуються при організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту представлено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Аналіз основних визначень, які використовуються при організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в Україні (сформовано авторкою за [16–27])

Визначення	Джерело
«...підприємства транспорту здійснюють перевезення та надання послуг на основі державних контрактів, державних замовлень і договорів на перевезення пасажирів, вантажів, багажу, пошти з урахуванням економічної ефективності провізних та переробних можливостей транспорту...».	Закон України Про транспорт [16]
Авіаперевізник є «...суб'єктом господарювання, що надає послуги з перевезення пасажирів, вантажу, пошти повітряним транспортом...».	Повітряний кодекс [17]
«...Мультимодальне перевезення – перевезення вантажів двома або більше видами транспорту на підставі договору мультимодального перевезення, що здійснюється за документом мультимодального перевезення...».	Закон України Про мультимодальні перевезення [18]

Закінч. табл. 1.1

«...Декларування транзиту вантажів, що переміщуються авіаційним транспортом, здійснюється за авіаційною вантажною накладною (Air Waybill) та/або вантажною відомістю (Cargo Manifest) з поданням митним органам вантажної митної декларації.»	Закон України Про транзит вантажів [19]
«...Експедитори для виконання доручень клієнтів можуть укласти договори з перевізниками, портами, авіапідприємствами, судноплавними компаніями тощо, які є резидентами або нерезидентами України...». «...Транспортно-експедиторську діяльність можуть здійснювати як спеціалізовані підприємства (організації), так і інші суб'єкти господарювання...».	Закон України Про транспортно-експедиторську діяльність [20]
«...Авіаперевізник – будь-яка юридична чи фізична особа, що виконує повітряні перевезення та має права експлуатанта авіаційної техніки...». «...Мультимодальні перевезення – перевезення вантажів двома або більше видами транспорту...».	Словник основних транспортних і суміжних термінів [21]
«...Мультимодальні перевезення – це вид доставки вантажів різного типу, коли використовується декілька видів транспорту, також інколи використовуються пункти перевалки...».	[22]
«...Мультимодальні перевезення визначаються як перевезення, які використовують багато видів транспорту, але регулюються одним договором...».	[23]
«...Концепція мультимодального перевезення фактично охоплює два терміни: інтермодальні перевезення і комбіновані перевезення...».	[24]
«...Мультимодальні перевезення – це інтегрована та взаємозв'язана транспортна система, завданням якої є прискорення, здешевлення та спрощення технологічних процедур упродовж повного ланцюга доставки «від дверей до дверей» за умов організаційно-технологічної взаємодії всіх ланок перевізного процесу...».	О.Є. Соколова [25]
«...Мультимодальні перевезення – перевезення вантажу, що одночасно виконується двома або більше видами транспорту, організовано одним оператором, який бере на себе відповідальність доставки вантажу «від дверей до дверей» на підставі єдиного договору як на міждержавному, так і на регіональному рівнях...»	О.Г. Кухарчик [26]
«...Міжнародне мультимодальне перевезення це вантажне перевезення двома або більше видами транспорту, за одним контрактом (з наскрізною тарифною ставкою), за одним документом (наскрізним коносаментом) та однією відповідальною стороною – оператором мультимодальних перевезень...».	П. І. Підлісний та ін. [27]

Ряд важливих аспектів мультимодальних перевезень досліджено у наукових роботах Н. В. Шраменко [28]; Д. В. Ломатька та Г. О. Примаченко [29]; Р. В. Вернигори, А. М. Огорокова, П. С. Цупрова та О. І. Павленка [30]; Г. І. Кириченко та ін. [31]; О. М. Гуцалюк та Н. А. Ремзіної [32]; С. В. Ширяєвої [33]; М. В. Харченко, Є. В. Юденка та О. С. Черніхової [34].

В той же час і міжнародні організації також пропонують свої визначення поняття «мультимодальні перевезення» та інших суміжних термінів. Їх систематизований аналіз представлено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2

Аналіз основних визначень даних міжнародними організаціями для мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в світі (сформовано авторкою за [35–38])

Визначення	Джерело
<p>Мультимодальні перевезення – це перевезення вантажів двома і більше видами транспорту.</p> <p>«...Міжнародні мультимодальні перевезення означають перевезення вантажів принаймні двома різними видами транспорту на основі договору про змішане перевезення з місця в одній країні, де товари приймаються мультимодальним транспортним оператором, до місця, призначеного для доставки. знаходиться в іншій країні...».</p>	Європейська економічна комісія ООН, Європейська конференція міністрів транспорту та Європейська Комісія [35], Конвенція ООН про міжнародні мультимодальні перевезення вантажів 1980 року [36].
<p>Інтермодальне транспортування – це випадки, коли товари перевозяться від дверей до дверей в одній і тій самій інтермодальній транспортній одиниці (ІТУ), як правило, у контейнері, але це також можуть бути змінні кузови або контрейлерні причепа.</p> <p>Інтермодальні перевезення також визначаються як використання принаймні двох різних видів транспорту комплексним чином у транспортному ланцюзі «від дверей до дверей».</p>	Міжнародне бюро контейнерних та інтермодальних перевезень і Міжнародна торгова палата [35], Термінологія комбінованих перевезень [37].
<p>«...Договір мультимодального перевезення означає єдиний договір перевезення вантажу принаймні двома різними видами транспорту...».</p> <p>«...Оператор мультимодального транспорту означає будь-яку особу, яка укладає договір мультимодального транспортування та бере на себе відповідальність за його виконання як перевізник...».</p>	Конвенція ООН про міжнародні мультимодальні перевезення вантажів [36], Правила ЮНКТАД/МТП для мультимодальних перевезень [38].

У міжнародних рецензованих наукових журналах зарубіжні та вітчизняні дослідники також вирішували чимало проблем, які стосуються організації мультимодальних перевезень вантажів. Найбільш цікаві із цих досліджень нами систематизовано та представлено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Аналіз досліджуваних проблем, які стосуються організації мультимодальних перевезень вантажів у міжнародних рецензованих наукових журналах (сформовано авторкою за [39–55])

Вирішувана проблема, задача	Автор, джерело
Дослідження переваг консолідації відправлень та оцінка її впливу на витрати. Порівняння між двома транспортними моделями – з консолідацією та без неї.	Н. А. Мостафа і О. Елдебайкі [39]
Реалізація двоетапної моделі стохастичного програмування щодо реалізації системи планування авіаперевезень вантажів у контейнерах з урахуванням процесу консолідації в аеропорту-хабі при завантаженні вантажів.	Л. Чжу та ін. [40]

Формування та реалізація двох моделей для експедиторів щодо планування оборотності авіаконтейнерів від авіакомпаній при детермінованому попиті та стохастична модель із невизначеністю попиту для нерегулярних поставок.	Ч. Чан [41]
Розробка оптимізаційної моделі оцінки впливу розумної динамічної контейнерної консолідації на скорочення очікуваного загального часу доставки в логістичній мережі.	С. Кабуванд та ін. [42]
Дослідження проблеми формування партій масових вантажів у мультимодальному сполученні диференційовані за способом транспортування внутрішніми водними шляхами та технологію контейнеризації.	Х. Фенг та ін. [43]
Вирішення ряду аспектів проблеми багатомаршрутного планування мультимодальних перевезень великогабаритних і великовагових вантажів.	Ю. Ло та ін. [44]
Визначено передумови виникнення розумного логістичного оператора, встановлено уніфіковану схему його мислення та контексту, типи смарт-технологій, які він впроваджує та ін.	А. Орозонова та ін. [45]
Створення та реалізація моделі збалансованої лінійної перевалки для оцінювання оптимізації мережі мультимодальних вантажних перевезень із Боготи (Колумбія) до семи національних пунктів призначення.	А. Гаррідо та ін. [46]
Формування та реалізація моделі програмування для оптимізації морського-залізничного транспортного коридору Японія-Європа за критерієм максимізації прибутку для мультимодальної системи.	Д. Чен та ін. [47]
Дослідження проблеми розташування консолідаційного центру, яка є двоцільовою ієрархічною мультимодальною проблемою при мінімізації загальносистемних витрат та часу доставки.	Х. Шан та ін. [48]
Реалізація двофазної математичної моделі для логістичних операторів при мінімізації вартості, часу, забруднення та шуму, а також підвищенні надійності.	Н. Діні та ін. [49]
Формування механізму національного субсидування вантажних залізничних перевезень у рамках мультимодальної системи, за мультифакторною ознакою на основі дворівневої моделі програмування.	Ц. Інъ та ін. [50]
Системний аналіз сучасного стану оптимізації мультимодальних вантажних перевезень для різних комбінацій видів транспорту.	К. Аркетті та ін. [51]
Інструменти для планування розподілу швидкопсувних вантажів за умов доступності у мультимодальній транспортній мережі в умовах невизначеності.	Ю. Панг та ін. [52]
Запропоновано об'єднання п'яти типів вантажів у модель вантажних перевезень, на прикладі Бельгії, із додаванням вибору до процесу оптимізації.	К. Момменс та ін. [53]
Авторське бачення реалістичної проблеми мультимодального планування перевезень логістичними операторами з підвищенням конкурентоспроможності.	З. Лі та ін. [54]
Запропоновано модель програмування для покращення сталої транспортної політики системи контейнерних перевезень у наземному і водному сполученні.	З. Янг та ін. [55]

В рамках колективної монографії щодо реалізації науково-технічних досліджень у галузі транспорту авторами вирішено цілу низку проблем мультимодального сполучення, які необхідно більш детально висвітлити. Засади інтегрування транспорту в мультимодальних системах досліджувалися В. В. Клименко [56], де авторкою наголошено на комплексності забезпечення ефективності функціонування мультимодальних транспортних систем на основі

критеріїв відношення отриманих ефектів до витрат, а також за наслідком створення системи економічної безпеки мультимодальної системи.

Логістичне забезпечення мультимодального сполучення запропоноване Г.О. Примаченко [57], транспортно-термінальні системи доставки вантажів при управлінні ланцюгами постачання [58] та визначені засади моделювання процесу доставки вантажів у змішаному сполученні [59] становлять значний практичний інтерес.

Критичний аналіз наукових досліджень щодо вирішення проблем оптимізації роботи аеропортів та авіакомпаній при організації вантажних авіаперевезень представлено у табл. 1.4.

Таблиця 1.4

Критичний аналіз наукових досліджень щодо вирішення проблем оптимізації роботи аеропортів та авіакомпаній при організації вантажних авіаперевезень (сформовано авторкою за [60–65])

Вирішувана проблема, задача	Автор, джерело
Встановлення пріоритетності факторів, що впливають на ефективність завантаження вантажів в літаки у аеропорту. Застосовуються метод переваги замовлення за схожістю з ідеальним рішенням.	Х.-А. Лу та Ч.-Ш. Чун [60]
Методологія оптимізації кількості транспортно-розвантажувального обладнання в аеропортах та факторного впливу на його кількість.	Д. Сурек [61]
Комплексне вирішення проблеми планування вантажних авіаперевезень у аеропорту із врахуванням специфіки конфігурації літака, особливостей завантаження, комплектування вантажів та інших обмежень.	Ф. Брандт [62]
Реалізована мультимодальна модель мережі наземно-авіаційного сполучення із перевалкою для доставки експрес-вантажів із зберіганням.	Б. Йїлдиз та ін. [63]
Створено зокрема модель проектування мережі з кількома товарами щодо авіаперевезення у ULD.	Р. Ейлер та ін. [64]
Визначення стратегій розширення для експедиторів, які працюють на авіаційному ринку Туреччини	Ф. Мізрак та Г. Р. Аккартал [65]

Можемо також відзначити ще ряд найбільш цікавих останніх наукових досліджень, які стосуються перевезення вантажів авіаційним транспортом та за його участю. Зокрема у [66-69] вирішено цілу низку наукових задач пов'язаних

із проектуванням інтегрованих систем доставки вантажів за принципами логістики, створення моделі оперативного управління вантажопотоками авіаперевізника, аналізу факторного впливу на умови мультимодальної доставки спеціальних категорій вантажів за участю авіатранспорту. Також слід відзначити цікаві рішення при проведенні Д. Л. Малярєнко аналізу зміни вантажопотоків на авіаційному транспорті в умовах невизначеності [70].

Загалом проблемам організації процесів доставки вантажів за участю авіаційного транспорту приділяється явно недостатня увага та вони потребують подальшого розвитку.

1.2. Теоретико-методичні принципи оптимізації вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції

Розвиток транспортних систем в умовах сьогодення повинен враховувати активну міжнародну інтеграцію, яка реалізується через ті чи інші інтеграційні процеси. Інтеграція втілюється через розвиток та поглиблення техніко-технологічних та організаційно-економічних зв'язків національних систем на макро-, мезо- та мікрорівнях, а також процеси переформатування ринків, конкурентної боротьби, спрощення торгових та правових процедур, оптимізацію ринкових інструментів та ін. Глобалізаційні процеси у міжнародних транспортних системах передбачають реалізацію принципів доступності, надійності, схоронності, адекватності, системності, екологічності та безпечності.

Проблеми міжнародної інтеграції активно досліджувалися, як вітчизняними, так і зарубіжними науковцями. Дослідження І. В. Приходько [71] присвячено обґрунтуванню теоретичних концепцій міжнародної економічної інтеграції, в той же час С. В. Мариніною у [72] аналізується розвиток форм міжнародної економічної інтеграції. Науковці О. А. Князєва та Н. Д. Маслій досліджують мотиви та цілі інтеграційних процесів на різних економічних рівнях [73]. Серед іноземних досліджень, які стосуються вивчення проблем

інтеграційних процесів у світовій економіці слід особливо відзначити наступні. Значення системи Hub-and-Spoke у глобальній торговій мережі досліджували П. Х. Юнг та Дж.-К. Тіл у [74].

Одним із інструментів реалізації міжнародної інтеграції слід визнати запропонований С. Ок'єре та ін. у [75] оптимізаційний механізм стійкої мультимодальної вантажно-транспортної та логістичної системи на основі генетичного алгоритму. Інтеграцію мультитоварної мережі потоку для аналізу впливу квот на автотранспорт на міжнародну торгівлю запропонована у роботі Б. Чекай та ін. [76] є одним із дуже цікавих економіко-нетарифних методів. Проектування мультимодальної вантажної транспортної мережі морських портів-хабів у аспектах розвитку регіональної інтеграції запропонована Ч. Ін та ін. [77] повинна стати новим етапом у інтеграції транспортного сполучення Китаю. Регіоналізація та міжрегіональна інтеграція в системі автомобільних міжнародних торгових мереж досліджена М. Руссо та ін. у [78] є оригінальним підходом до забезпечення міжнародно-регіонального співробітництва.

Вітчизняні дослідники також вивчали чимало проблем, які з'являються в умовах міжнародної інтеграції. Загальні основи та проблеми розвитку транспортної системи України в умовах міжнародних інтеграційних процесів охарактеризувала Н. В. Орлова у [79]. У якості висновку автором відзначається, що забезпечення тісного міжнародного економічного співробітництва України з країнами ЄС через розвиток транспортно-логістичної галузі дасть можливість забезпечити пришвидшення інтеграції України до європейської та світової транспортно-логістичної системи і економіки загалом.

Проблеми маркетингового управління логістичним потенціалом підприємств досліджені К. З. Стасюк [80] стали однією із перших подібних робіт у нашій країні. Модель організації мультимодальних вантажних перевезень у міжнародному сполученні, яка запропонована Г. С. Прокудіним та ін. у [81] дозволила авторам висунути робочу гіпотезу, що наявність більш якісних автомобільних комунікацій сприяє інтеграції транспортних вузлів у єдине ціле – транспортну систему.

В рамках дослідження [82] О. А. Чупайленком та ін. запропонована серед іншого удосконалена методика вибору оптимального використання різних видів транспорту для міжнародного перевезення вантажу. Особливості логістичного та інформаційного управління при доставці вантажів за участю авіаційного транспорту досліджені В. С. Войцеховським у [83]. Проте, залишаються недослідженими ціла низка наукових проблем що стосуються забезпечення організації та управління міжнародними системами доставки вантажів за участю авіаційного транспорту.

Вивченням проблем організаційно-технологічного забезпечення авіаційних перевезень присвячені наукові праці вітчизняних дослідників, зокрема, І. В. Борець, Д. О. Бугайка, І. В. Василенка, І. І. Висоцької, В. С. Войцеховського, Т. Ю. Габрієлової, М. Ю. Григорак, В. Ю. Іваннікової, О. К. Катерної, О. В. Карпунь, В. С. Коновалюк, В. А. Кулика, Л. Л. Литвиненко, С. Л. Литвиненка, К. В. Марінцевої, К. М. Разумової, О. Є. Соколової, Д. В. Шевчука, Є. В. Юденка та багатьох інших. Найбільш цікавими є роботи [84–87].

Чимало іноземних авторів працювали над означеними проблемами, зокрема, К. Барц, А. Бомбеллі, Д. Гартнер, Г. Мартіні, П. Малігетті, Р. Редонді, Б. Сантос, Д. Скотті, Л. Тавасі, що і знайшло відображення у наукових роботах [88–90]. Відзначаючи вагомий внесок цих авторів варто відзначити, що чимало аспектів побудови організаційно-технологічних процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції досліджені недостатньо.

При організації доставки вантажів постає питання щодо вибору найбільш оптимального виду транспорту чи транспортного сполучення та побудова відповідних транспортно-логістичних ланцюгів та схем міжнародної доставки. Міжнародні транспортно-логістичні системи загалом передбачають значний рівень інтеграційної взаємодії. З кожним роком ці процеси поглиблюються, а логістичні оператори створюють все більш складні схеми перевезення та доставки.

Проте, значною проблемою залишається характеристика єдиних критеріїв вибору із альтернатив, як для видів транспорту та транспортного сполучення,

так і для конкретних альтернативних транспортно-технологічних схем доставки, що і надалі досліджена явно недостатньо та потребує відповідного дослідження.

Проблематику вибору транспортного сполучення у різних аспектах досліджували чимало вітчизняних та зарубіжних науковців. Наукове значення роботи Ж. Шахназарова та ін. [91] полягає у виборі із альтернативних варіантів сполучення з-поміж контейнерних, контрейлерних, автомобільних та залізничних перевезень в критих вагонах за критерієм мінімізації витрат.

Система багатокритеріального вибору вантажовідправниками видів транспорту за економіко-екологічним впливом із використанням симбіозу кількісно-якісної методології оцінювання запропонована К.-Х. Чанг та В. В. Тай у [92] є оригінальним підходом та потребує подальшої розробки. Оригінальне рішення щодо створення моделей аналізу оптимальних рішень щодо кількості орендованих порожніх контейнерів за умов невизначеного попиту в рамках вирішення завдання контейнеризації сипучих вантажів та переміщення порожніх контейнерів запропоноване Х. Фенг та ін. у [93] здатне значно вплинути на екологічний аспект міжнародної доставки при цьому значно оптимізувавши і економічну його складову.

Ще одним із ключових моментів оптимізації перевезень слід визначити проблеми організації навантажувально-розвантажувальних робіт, які також досліджувалися вітчизняними та зарубіжними науковцями.

На основі визначених у [94] М. А. Полтавцем та О. Д. Омельченком ключових інструментів та залежностей транспорту за критеріями прогресивності для вдосконалення роботи та функціонування поточних ліній і комплексів запропоновано удосконалені схеми вантажопотоків від виробника до споживача, що є актуальними для більшості магістральних видів транспорту, проте для авіаційного транспорту та випадків взаємодії із ним необхідно ці схеми суттєво доопрацювати.

Спираючись на результати досліджень, які представлені у [95–98], погоджуємося із тим, що найбільш оптимальним підходом слід вважати

комплексну механізацію та автоматизацію, як найбільш прогресивні та ефективні. Різні оптимізаційні задачі щодо розподілу навантажувально-розвантажувальних ресурсів та оптимізації планів роботи засобів НРР, що були успішно вирішені авторами у [99–100] дозволяють говорити про значну актуальність цих завдань, як для теоретичних досліджень, так і для практичної роботи.

Найбільш цікаві наукові публікації щодо навантажувально-розвантажувальних робіт у міжнародних рецензованих наукових журналах узагальнені у табл. 1.5.

Таблиця 1.5

Аналіз досліджуваних проблем, які стосуються організації навантажувально-розвантажувальних робіт у міжнародних рецензованих наукових журналах (сформовано авторкою за [101–107])

Вирішувана проблема, задача	Автор, джерело
Вирішення проблеми встановлення розміру парку роботів, які здатні забезпечити виконання транспортних операцій на логістичному складі.	А.Реб та ін. [101]
Застосування IoT і додатка Android для водіїв, щоб керувати навантажувально-розвантажувальними операціями на автотранспорті.	Б. Ройо та ін. [102]
Розв'язання проблеми гнучкого планування завантаження та розвантаження в системі автоматизації палет з урахуванням часових аспектів.	Ю. Чжоу [103]
Запропоновано модель змішаного цілочисельного програмування та дискретний диференціальний алгоритм еволюції з лінійним програмуванням для мінімізації витрат на навантажувально-розвантажувальні роботи у цеху.	Д. Джи та ін. [104]
Вирішення ряду аспектів проблеми багаторазового завантаження контейнерів для оптимізації їх розвантаження в кожній точці доставки.	Г. Боне Фіелла, та ін. [105]
Вирішення задачі оптимізації обслуговування повітряних вантажних перевезень в аеропорту, із врахуванням послідовності їх прибуття та навантаження і розвантаження в межах призначеного ангару.	Ю. Цинь та ін. [106]
Реалізація дієвої структури управління наземним обслуговуванням в аеропорту, яка дозволила автоматизувати операції з метою задоволення динамічно зростаючого попиту.	Д. А. Табарес та ін. [107]

Особливості організації навантажувально-розвантажувальної роботи на авіаційному виді транспорту були явно недостатньо досліджені у науковій літературі. Можна відзначити наукові роботи С. Л. Литвиненка [108] та К. В. Марінцевої [109] у яких автори вирішують окремі специфічні задачі щодо

організації навантажувально-розвантажувальних робіт при авіаційному перевезенні надважких та негабаритних вантажів і визначення оптимальної кількості пунктів для навантаження та розвантаження у вантажному складі аеропорту відповідно. Проте, було виявлено, що потребують подальшого вирішення завдання раціоналізації систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту.

Необхідно також визначитися із термінологічним апаратом щодо збірних та консолідованих вантажів. Деякі дослідники вважають ці поняття спорідненими, інші ж відзначають їх тотожність. У табл. 1.6 нами зроблена спроба узагальнити існуючі визначення понять «збірний вантаж» та «консолідований вантаж» та дати своє визначення.

Існуючі визначення надаються транспортно-логістичними компаніями, які займаються перевезенням збірних вантажів, вони є не повними, та не відображають усіх аспектів перевезення збірних вантажів. Зокрема збірна відправка не завжди надається перевізникові у контейнері, маршрути перевезення збірних вантажів можуть бути різними, та не завжди збірні вантажі транспортуються на одному й тому ж транспортному засобі, останнім чином активно застосовується доставка збірних вантажів у мультимодальному сполученні.

У рамках дослідження І. О. Хоменко та ін. [119] авторами відзначається, що стримуючими факторами розвитку транзитного потенціалу України є податкова система, логістичні аспекти роботи, інфраструктурні обмеження, а також інші фінансово-економічні фактори.

Науковці Н. В. Іванова та О. В. Мініна, в рамках дослідження представленого у [120], приходять до висновку, що вирішення проблеми методології та інструментального забезпечення і, як наслідок, кардинальне покращення ситуації у галузі транскордонного співробітництва для України можливо шляхом створення транскордонних кластерів, які активно створюються у прикордонних регіонах країн ЄС.

Узагальнення існуючих визначення понять «збірний вантаж» та
«консолідований вантаж» та авторські визначення
(сформовано авторкою за [110–118])

Визначення	Джерело
При перевезенні вантажу двох і більше компаній відправник товару має затвердити масу вантажу та надати цю інформацію перевізнику, який формує та заповнює ТТН.	[110]
Збірні вантажі – це вантажі, які призначені для транспортування збірними партіями і комплектуються за рахунок штучних одиниць, а так само тарних обсягів різних замовників.	[111]
Збірний вантаж являє собою комбінацію невеликих партій товарів від різних виробників, замовників, підприємців, що транспортується в одному контейнері, по одному маршруту за допомогою одного і того ж транспортного засобу.	[112]
Збірні вантажі LCL (Less than Container Load) – це перевезення невеликих вантажів від різних покупців, зібраних в один контейнер і відправлених на єдиному транспортному засобі.	[113]
Спільний (збірний) вантаж – це автоперевезення малих партій чи одиничних товарів у одному загальному транспортному засобі, доставка яких здійснюється за одним маршрутом.	[114]
Збірні, або консолідовані вантажі – вантажі, що включають об'єднання декількох однотипних вантажів невеликої ваги та розміру в загальному обсязі. Головна умова - треба, щоб вантажі йшли в одному напрямку.	[115]
LTL (Less than Truck Load) – це перевезення, які передбачають доставку збірних вантажів у складі одного автомобіля.	В. Ю. Король [116, С. 185]
Термін LTL є більш точним для позначення вантажів, які можуть перевозитися за допомогою консолідаційної технології. Термін «збірний вантаж» більше передає кінцевий результат підготовки вантажу до перевезення, а саме – збір транспортної партії з декількох LTL вантажів.	Л. В. Савченко, С. І. Гриценко [117]
Консолідація – це ефективний шлях для здешевлення вартості доставки вантажів для всіх учасників ланцюга поставок, а також ефективний інструмент для збільшення прибутковості логістичних компаній.	Т. В. Наконечна, В. Я. Кіщук [118]
<i>Авторські визначення:</i>	
Збірний вантаж – це об'єднаний (консолідований) вантаж, коли в одну вантажну відправку об'єднують декілька більш дрібних вантажних відправлень від різних вантажовідправників, які прямують на адресу одного або різних вантажоодержувачів. Перевезення консолідованих вантажів здійснюються різними видами транспорту, зокрема автомобільним, залізничним, авіаційним та морським.	
Less than Container Load (LCL) – це завантаження менше ніж контейнер, коли кожна вантажна відправка за вагою та обсягом менше, ніж один контейнер та один контейнер заповнюється відправками декількох вантажовідправників.	
Less than Truck Load (LTL) це – вантаж, за обсягом та вагою менше, ніж завантаження однієї вантажівки, коли однієї вантажної відправки за вагою та об'ємом недостатньо для завантаження однієї вантажівки. У цьому разі вантажівку повністю завантажують декількома вантажними відправками від різних клієнтів.	

На рис. 1.4. представлено вимоги до вантажних одиниць на різних видах транспорту. У представленій схемі авіаційний транспорт має найбільш жорсткі вимоги до безпеки, найсильніші обмеження за об'ємно-масовими характеристиками вантажних одиниць, достатньо вузьку спеціалізацію на сегментах термінових перевезень та доставках високоцінних вантажів, специфічні засоби пакування, при цьому рівень тарифів на ньому значно більший ніж на інших видах транспорту.



Рис. 1.4. Вимоги до вантажних одиниць на різних видах транспорту

Джерело: розроблено авторкою

У науковій роботі [121] А. Ю. Платонов відзначає, що виникає гостра потреба у формуванні комплексної системи протидії перешкодам виконання міжнародних вантажних перевезень в рамках взаємодії держави та бізнесу.

У фундаментальному дослідженні Інституту регіональних досліджень [122, с. 23–63] запропоновані шляхи розвитку транспортно-логістичної інфраструктури України в рамках дії міжнародних транспортних коридорів, а також засади розбудови митного кордону України. Проте, не було виявлено характеристики раціональної організації процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. Також не було виявлено наукових робіт які стосуються дослідження специфіки авіаційних перевезень вантажів як фактору міжнародної інтеграції.

В умовах поширення міжнародних глобалізаційних та інтеграційних процесів ключове значення для розвитку національних економік країн, підвищення рівня конкурентоздатності компаній, забезпечення інтересів суспільства має розвиток авіаційного транспорту. Сучасна, максимально адекватна поточним викликам, ефективно функціонуюча, гнучка, адаптивна авіаційна транспортна система стає ключовим завданням для нашої держави.

На основі аналізу досліджень [71; 80; 123–124] можемо стверджувати, що загалом на розвиток авіаперевезень в умовах глобалізації впливають різні групи факторів, зокрема макро- та мікроекономічні, а також техніко-технологічні, які в свою чергу здійснюють стримуючий або стимулюючий вплив. Розвиток авіаційних перевезень як елементу системи мультимодальних перевезень в глобалізованому світі передбачає обов'язковість врахування різнорівневих факторів, які можуть чинити як позитивний так і негативний вплив, при цьому стимулюючи чи стримуючи галузь (рис. 1.5).

До макроекономічних факторів можна віднести: зростання або зниження ВВП, коливання вартості авіаційних перевезень та перевезень іншими видами транспорту, зміна платоспроможного попиту населення та галузей економіки, пом'якшення валютних обмежень, поява нових сегментів ринку, а також лібералізація ринку.



Рис. 1.5. Різномірні фактори впливу на розвиток авіаційних перевезень як елементу системи мультимодальних перевезень в глобалізованому світі

Джерело: сформовано авторкою

До мікроекономічних факторів можна віднести: експлуатаційні витрати, витрати на забезпечення екологічної безпеки, здешевлення капіталу, а також держрегулювання. До техніко-технологічних факторів можна віднести: розширення мережі польотів, рівень завантаженості аеропортів, впровадження нових технологій та засобів контролю та комунікацій.

Стримуючими факторами для розвитку авіаперевезень можна вважати: низькі інвестиції у транспортну інфраструктуру, протекціонізм держав, недосконалість міжнародних норм і правил регулювання міжнародних перевезень, а також невідповідність техніко-технологічної бази сучасним стандартам. Стимулюючими факторами можна вважати: формування спільного

авіаційного простору, зростання відкритості національних ринків авіаперевезень, активна діяльність авіатранспортних альянсів, розвиток інформаційних технологій, а також підвищення мобільності населення.

Одним з головних питань забезпечення функціонування світової та європейської авіатранспортної мережі є забезпечення відповідного рівня безпеки авіаперевезень. Саме це є одним з головних завдань міжнародних авіаційних організацій та національних органів влади, що регулюють цю сферу діяльності. Проблема безпеки має вирішуватися на глобальному рівні з формуванням спільної політики безпеки, яка потім повинна проваджуватися на рівні окремих держав. Інтеграція авіатранспортної системи України до європейської включають такі основні напрями: правовий, економічний, технічний, соціальний, безпековий. Інтеграція включає: гармонізацію правової системи та стандартів функціонування національної авіатранспортної мережі зі стандартами ЄС; лібералізацію авіаперевезень та відкриття національного авіатранспортного ринку України та держав-членів ЄС; приведення правових та технологічних стандартів функціонування авіатранспортної галузі до європейських стандартів; впровадження міжнародних стандартів безпеки авіаперевезень.

Реалізація політики єдиного європейського повітряного простору також буде сприяє розвитку авіатранспортної системи шляхом створення міжнародних та регіональних авіаційних хабів, розширення євроінтеграційної стратегії України.

Здійснення подальшої інтеграції авіатранспортної системи України до загальноєвропейської та світової транспортної системи буде також сприяти розвитку міжнародних транспортних коридорів, надходженню іноземного капіталу в розвиток транспортних технологій та транспортної інфраструктури нашої країни.

Специфікою саме авіаційної галузі є максимальна наскрізна інтеграція, оскільки авіаційний транспорт є глобальним та доступним у найвіддаленіших куточках нашої планети. Ключовим питанням щодо забезпечення

функціонування світової та європейської авіатранспортної мережі є додержання відповідного рівня щодо забезпечення безпеки авіаційних перевезень, що визначається як одне із головних завдань міжнародних авіаційних організацій та національних органів влади.

Проблеми безпеки авіаперевезень мають вирішуватися на глобальному рівні, з формуванням спільної політики безпеки, ключові аспекти якої потім проваджуються на рівні окремих держав.

Інтегрування авіатранспортної системи нашої держави до загальноєвропейської передбачають реалізацію спільних правових, економічних, технічних, технологічних, організаційних, соціальних, безпекових та інших стандартів. Система інтеграції авіатранспортної системи до авіатранспортної системи ЄС представлені на рис. 1.6.

Створення єдиного європейського повітряного простору також буде сприяти розвитку авіатранспортної системи шляхом створення міжнародних та регіональних авіаційних хабів, розширення євроінтеграційної стратегії України.

Активний розвиток міжнародних інтеграційних процесів в сфері авіаційних перевезень вимагає відповідного розвитку наукових досліджень, сфокусованих на виявленні тенденцій розвитку авіаперевезень, вдосконаленні організаційно-технологічних процесів перевезень, зокрема авіаперевезень вантажів, обґрунтуванні засобів підвищення ефективності вітчизняної авіатранспортної системи, дослідженні проблем логістичного управління, розробленні раціональних систем доставки вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Авіаційні перевезення вантажів, а також пов'язані з ними організаційно-технологічні та економічні процеси, розвиток супутніх послуг, мають надзвичайно велику актуальність та перспективу розвитку, що підтверджується поточною ситуацією в світі, а також даними міжнародних авіаційних організацій.



Рис. 1.6. Система інтеграції авіатранспортної системи України до авіатранспортної системи ЄС

Джерело: сформовано авторкою

Основні перспективи розвитку вантажних авіаперевезень пов'язані із необхідністю постійного вдосконалення організаційно-технологічних процесів діяльності авіакомпаній, аеропортів, логістичних операторів та експедиторів, оптимізацію роботи всієї транспортно-логістичної системи доставки вантажів.

Сучасні тенденції розвитку вантажних авіаперевезень у світі в останні роки вимагають від учасників ринків забезпечення можливості швидко переорієнтувати діяльність з одного напрямку на інший, наприклад розширити вантажні перевезення в пасажирських літаках чи розширити сегмент доставки

тих чи інших категорій спеціальних вантажів. А отже, для досягнення більшої ефективності діяльності авіатранспортних підприємств на ринку авіаційних перевезень необхідне впровадження комплексу заходів задля удосконалення технологічних процесів перевезення та обслуговування вантажів.

Міжнародні авіаційні перевезення є невід'ємною часткою зовнішньоторговельних угод, а отже глобалізаційні та інтеграційні процеси на них впливають надзвичайно сильно. Авіаційні вантажні перевезення – це одна з найважливіших ланок інфраструктурного забезпечення розвинених держав у світі, тому що саме з використанням авіаційного транспорту доставляється майже 35% від усіх вантажів у вартісному вимірнику, що забезпечує планомірність виконання міжнародних торгових угод на різних рівнях.

Управління міжнародними системами доставки вантажів за участю авіаційного транспорту стає елементом системи управління логістичною ланкою підприємств транспортно-логістичної сфери. Управління міжнародними авіатранспортними операціями допомагає авіапідприємствам суттєво знизити витрати та підвищити якість обслуговування клієнтів. Система управління міжнародними операціями при авіаперевезенні вантажів має включати відповідні технології обробки вантажу, інформаційні системи контролю за авіаційними перевезеннями, оптимізацію комплектування вантажного завантаження, вибір оптимального режиму транспортування вантажів, а також забезпечення комплексної взаємодії транспортно-логістичних підприємств між собою.

З метою підвищення рівня обслуговування авіаційних вантажних перевезень до середньоєвропейського рівня, необхідно усунути «вузькі місця» в організації та технології обробки вантажів, підвищити загальну швидкість перевезення, суттєво зменшити непродуктивні витрати, а також підвищити рівень взаємодії підприємств. Це також забезпечується підвищенням ефективності використання логістичного потенціалу підприємств, які приймають участь у міжнародних доставках вантажів в яких використовується авіаційний транспорт у межах транспортної системи.

Зміст технологічних процесів перевезення та обробки вантажів визначається характерними особливостями конкретного вантажу, видом авіатранспортного засобу, що використовується, розкладом руху, а також процедурами контролю. За своєю суттю авіаційні перевезення вантажів представляють собою складний комплекс заходів, який включає в себе ряд послідових етапів.

Розвиток ринкових відносин, лібералізація, дерегуляція та глобалізація призвели до подрібнення перевізного процесу на велику кількість окремих операцій, кожна з яких виконується окремим підприємством: авіакомпаніями-перевізниками, вантажними агентами, хендлінговими компаніями, аеропортами, транспортно-експедиторськими підприємствами та логістичними операторами. Синхронізація та координація їх роботи при цьому стає значною проблемою.

Також значною перешкодою у системі сучасного процесу доставки вантажів, в тому числі і спеціальних, є достатньо велика роздрібненість по окремим операціям, а також нечітко визначена юридична та фінансова відповідальність за їх виконання учасниками транспортного процесу.

Слід пам'ятати про обмеження, які разом із безумовними перевагами несе у собі використання авіаційного виду транспорту, що пов'язано передусім із його інфраструктурними лімітуваннями у системі магістральної доставки «аеропорт-аеропорт».

Вивченням проблем оптимізації вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції займалося чимало науковців. Особливо слід відзначити роботу О. В. Брусакової [125], де автор спробувала розкрити сутність галузі авіаційного транспорту як об'єкта державного регулювання. У роботі автором відзначається важливість інтеграційної взаємодії між вітчизняними учасниками авіаринку та їх європейськими та світовими партнерами.

Значна увага у наукових дослідженнях приділена розбудові аеропортового комплексу України. Так у [126] І. В. Василенком та ін., зокрема, запропоновано концептуальну процесну модель організаційно-технологічного забезпечення

діяльності міжнародних аеропортів та відзначається необхідність вдосконалення роботи міжнародного аеропорту, активізація його участі у глобальних туристичних ланцюгах та глобальних ланцюгах постачання, як суб'єкта міжнародних інтеграційних процесів. В науковій роботі Д. Л. Маляренко [127], серед іншого, запропонована схема створення та реалізації інструментарію управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажопотоків аеропорту в умовах невизначеності, яку також доцільно враховувати при міжнародній інтеграції за участю авіатранспорту. У роботах [128] та [129] авторами відзначається безумовна важливість міжнародної інтеграції, яка позитивно вплинула на авіаційний ринок України із відміною віз та іншими подібними кроками.

Інтеграція втілюється із розвитком технічних, технологічних та економічних зв'язків національних систем на різних рівнях, із розширенням та злиттям ринків, вільною конкуренцією, зняттям торгових та правових бар'єрів, а також із вдосконаленням ринкових механізмів. Глобалізація міжнародних транспортних систем передбачає їх вдосконалення на засадах доступності, екологічності та безпечності. Вирішенню аспектів проблематики оптимізації роботи різних видів транспорту в умовах міжнародної інтеграції приділяли значну увагу також А. П. Науменко та Д. О. Макаревич у [123], Х. М. Дорофєєва [124]. Так само як і згадані раніше К. З. Стасюк [80] в рамках своїх дисертаційних досліджень, а також І. В. Приходько у [71].

1.3. Передумови удосконалення методів та розроблення моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту

Процес доставки вантажів за участю авіаційного транспорту з кожним роком ускладнюється, а саме: створюються все більш складні системи доставки, з'являються нові технологічні рішення, поглиблюється взаємодія між учасниками логістичного ланцюга та багато іншого. Все це вимагає не лише створення відповідних практичних рішень, які б дозволили оптимізувати

процес доставки вантажів за участю авіаційного транспорту, а й розробки та реалізації сучасних теоретико-методичних інструментів. До цих інструментів передусім можна віднести відповідні методи та моделі, чому і буде присвячене дане дослідження. Проблеми транспортно-логістичного забезпечення доставки вантажів достатньо багато досліджувалися вітчизняними та зарубіжними науковцями. При аналізі наукової літератури нами зосереджена увага саме на інтеграційних особливостях побудови взаємодії та наявності мультимодального сполучення між видами транспорту (табл. 1.7).

Таблиця 1.7

Аналіз досліджуваних проблем, які стосуються побудови взаємодії та наявності мультимодального сполучення між видами транспорту у міжнародних рецензованих наукових журналах (сформовано авторкою за [130–134])

Вирішувана проблема, задача	Автор, джерело
Наукова робота вирізняється дослідженням двійності ролі транспорту у системі логістики, а також визначенням регіональних балансів, як одного із ключових факторів управління транспортним забезпеченням за умов євроінтеграції.	Л. Болдирева та ін. [130]
Запропоновано надзвичайно цікавий метод логістичного підходу до системи контейнерних перевезень на основі кібернетичної моделі «білий ящик». Унікальність запропонованого методу визначається множинністю схем доставки, які розглядаються як альтернативні із врахуванням комбінаторики операцій.	В. Аулін [131]
Пропонована інтегрована модель симбіозу вибору парку літаків та конфігурації мережі повітряних ліній є надзвичайно цікавим рішенням та може бути адаптованою до роботи у сполученні авіаційного та інших видів транспорту при взаємодії авіакомпанії та логістичного оператора	С.К.М. Лі та ін. [132]
Наукова цінність полягає у виробленні науково-практичних рекомендацій управління технологією доставки вантажів у глобальних ланцюгах поставок на основі врахування інтересів різних сторін, що здатне забезпечити збалансованість процесу доставки в цілому.	С. Литвиненко та ін. [133]
Дослідження інтеграційних процесів в рамках морського та авіаційного видів транспорту. Визначено групу факторів, які найбільше впливають на створення інтегрованого повітряно-морського логістичного центру. Визначені методи інтеграції, заміни та комплементарності. Також новизна наукового дослідження характеризується визначенням ваг факторів впливу при встановленні оптимального методу інтеграції та факторної оцінки за чотирма квадрантами.	А. Карунатілаке та В. Адікаріваттаге [134]

Аналізовані роботи не дають можливості комплексно оцінити існуючі методи та моделі доставки вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, що і спонукало авторку провести більш глибоке дослідження. Загалом визначення ефективного механізму при розриві теоретико-практичної парадигми для учасників процесу авіаційної доставки вантажів базуються на комплексному управлінні прибутком від послуг авіаперевезення при реалізації моделі, яка характеризується протиріччям критеріїв часу та дохідності авіаперевізників та аеропортів [135]. Використання математичної моделі для управління адаптаційним потенціалом авіаперевізника за критерієм оптимальності дисконтованого фінансового результату, яка детально охарактеризована у [136], при ряді обмежень фінансового характеру, попиту, нальоту та рейсів, загалом є виправданим та повинно бути адаптовано до новітніх умов на авіаційних ринках. Має місце активне використання абстрактних моделей, що містить управління доходами вантажних авіаперевізників за допомогою формулювання динамічного програмування [137], а також відзначається складність адаптації методів ціноутворення на пасажирських перевезеннях безпосередньо до вантажних перевезень через багатовимірні ємності.

Одним із ефективних інструментів забезпечення ефективності перевезень визначається поєднання пасажирських і вантажних потоків [138]. І якщо ця ідея є лише бажаною на більшості видів транспорту, то авіаційним видом транспорту спільно доставляються майже $\frac{1}{4}$ всього світового авіаційного вантажопотоку. Хоча, за умови поширення COVID-19, цей тренд дещо змінився, нині має місце повернення до практики дозавантаження пасажирських авіарейсів вантажами, що активно практикують т.зв. мережеві авіаперевізники.

Оцінка можливостей та загроз процесу глобалізації та їх вплив на ефективність авіакомпаній загалом дуже актуальне. Найбільш ефективним інструментом для цього у [139] визначено множинний регресійний аналіз із застосуванням дизайну панельних даних. Результати оцінки показали, що

лоукостери отримали ефекти від глобалізації у зростанні фінансових показників, тоді як мережеві авіакомпанії та інші перевізники із повним набором послуг – у операційних показниках.

Як відзначено у звіті світового банку щодо авіаційного транспорту [140], він відіграє важливу роль у сприянні розвитку, зокрема у сприянні економічній інтеграції. Безумовно із цією тезою слід погодити і розвинути. З кожним роком значення авіаційного транспорту для економічної інтеграції тільки посилюється. А із подальшим розвитком глобальних логістичних ланцюгів його значущість взагалі буде важко переоцінити.

Інтеграційні процеси на повітряному транспорті продовжують розвиватися. Можна виділити наступні види інтеграційних процесів на повітряному транспорті: зовнішні та внутрішні; міжурядові та неурядові; вертикальні та горизонтальні.

Слід відзначити, що одним із достатньо ефективних інструментів мінімізації невизначеності у транспортно-логістичних системах є оптимізація ентропії.

Зовнішні інтеграційні процеси проявляються у розширенні застосування повітряного транспорту у мультимодальних ланцюгах поставки вантажів, де повітряне перевезення є частиною мультимодального ланцюгу доставки вантажів за участю декількох видів транспорту. Особливо часто застосовують авіаційно-автомобільне перевезення вантажів. Внутрішні інтеграційні процеси мають місце всередині повітряного транспорту.

Міжурядові інтеграційні процеси на повітряному транспорті характеризуються прийняттям двосторонніх та багатосторонніх угод на урядовому рівні. Зокрема такими прикладами можуть слугувати угоди про повітряне сполучення та угоди «Про відкрите небо». Неурядові інтеграційні процеси протікають, наприклад у рамках неурядових міжнародних авіаційних організацій або у рамках укладань різних угод між авіаційними підприємствами, як суб'єктами транспортної системи.

Вертикальними видами інтеграції можна вважати наприклад регулювання діяльності авіаційного транспорту у межах країни по вертикалі влади. Наприклад, імплементація резолюцій Європейського Союзу Державіаслужбою України, впровадження Авіаційних правил України, обов'язкових для виконання усіма видами авіапідприємств. Горизонтальною інтеграцією можна вважати укладення різних видів комерційних угод між авіапідприємствами та підприємствами різних видів транспорту однієї країни.

Багатокритеріальна задача мінімізації транспортних витрат, витрат на запаси як у виробника, так і у замовника авіаційної доставки вантажів може бути задачею тактичного рівня [141]. При цьому це може бути модель змішаного цілочисельного лінійного програмування із спільним використанням концепції цінності інтеграції перевезень на прибуткових та збиткових плечах. Цей підхід може активно використовуватися, як мережевими вантажними авіаперевізниками, так і чартерними вантажними перевізниками. Перші його реалізують на різних плечах трансферного рейсу, тоді як другі – компенсуючи холості нальоти.

Доведення у дослідженні вірності твердження, що вантажовідправник, який має продукти із значною чутливістю до часу, більш готовий витримувати вищий тариф, а отже чутливі до часу продукти і надалі сприятимуть зростанню ринку вантажних авіаперевезень, що представлено у [142] цілком корелюється із дослідженнями інших авторів, зокрема, [143–145]. Крім цього це у повній мірі підтверджується практикою роботи авіаперевізників на різних ринках авіаперевезень. Проте, необхідні подальші більш поглиблені дослідження, оскільки ці сегменти авіаційних ринків продовжують активно розвиватися, а також вони дедалі активніше інтегруються у міжнародні мультимодальні доставки та глобальні ланцюги постачання.

Модель обслуговування експедиторів повітряних перевезень запропонована у [146] дозволяє вибрати найкращі варіанти в широкому асортименті транспортних послуг для мінімізації витрат в рамках визначених термінів доставки. Новизна цієї моделі також зумовлена існуючим трендом

щодо подальшого розширення доставок вантажів з обмеженим терміном зберігання за участю авіаційного виду транспорту.

З огляду на все вищевикладене нами зроблена спроба узагальнити попередні наукові дослідження та запропонувати підходи до удосконалення методів та розроблення моделей мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. Графічно це представимо на рис. 1.7.



Рис. 1.7. Підходи до удосконалення методів та розроблення моделей мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції

Джерело: сформовано авторкою

Підходи удосконалення методів мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції повинні обов'язково враховувати: зростаючі вимоги до підвищення надійності мультимодального перевезення вантажів, потребу у скороченні часу перевезення вантажів, необхідність створення новітніх техніко-технологічних засобів щодо організації мультимодального перевезення вантажів, а також реалізацію новітніх економічних принципів організації перевезення вантажів.

В той же час підходи до розроблення моделей мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції повинні загалом враховувати багатокритеріальність задачі перевезення вантажів у мультимодальному сполученні за участю авіаційного транспорту, а також враховувати інтереси всіх учасників перевезення на основі компромісів та вибудовування партнерських відносин, що дозволить отримати ефект синергії.

1.4. Висновки за розділом 1

1. Визначенню аспектів, які необхідно враховувати під час планування перевезення вантажів авіатранспортом передував історичний екскурс із визначенням тенденцій розвитку. Визначені нюанси, які повинна розглянути авіакомпанія при отриманні запиту на бронювання місця для вантажу при перевезенні авіатранспортом також дозволив уточнити теоретичні засади для раціоналізації процесів мультимодальних перевезень вантажів.

2. На основі аналізу основних визначень та ширини досліджуваних проблем при організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту, в світовій науковій думці та практичній роботі, визначено частини невирішеної проблеми. Критичний аналіз наукових досліджень щодо вирішення проблем оптимізації роботи аеропортів та авіакомпаній при організації вантажних авіаперевезень також дозволив сфокусуватися на актуальній проблематиці, яка потребує вирішення.

3. У результаті дослідження щодо визначення передумов раціональної організації процесів вантажних авіап перевезень в умовах міжнародної інтеграції було визначено різнорівневі фактори, які впливають на розвиток авіаційних перевезень в глобалізованому світі, а також складові інтеграції авіатранспортної системи до авіатранспортної системи ЄС. Відзначено при цьому важливість урахуванням особливостей управління міжнародними системами доставки вантажів за участю авіаційного транспорту.

4. Встановлення необхідних кроків, реалізація яких вимагають сучасні тенденції розвитку вантажних авіап перевезень, в тому числі післяковідні обмеження, а також військові дії на території України сприяло теоретичному обґрунтуванню проблеми в теперішніх умовах. Охарактеризування управління міжнародними системами доставки вантажів за участю авіаційного транспорту, дало можливість ґрунтовніше підійти до вирішення поставлених у науковій роботі завдань.

5. При визначенні існуючих методів та моделей мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, було детально проаналізовано існуючі наукові роботи у цій сфері та здійснено їх критичний аналіз. Це дало можливість розробити підходи до удосконалення методів та розроблення моделей мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, які врахували б основні вимоги збоку вантажної клієнтури та замовників – підвищення рівня надійності та пришвидшення перевезення, а також сприяли б реалізації новітніх техніко-технологічних засобів та економічних принципів, в рамках багатокритеріальної задачі доставки та врахування інтересів компаній партнерів із досягнення ефекту синергії.

Основні результати дослідження по цьому розділу було опубліковано в працях авторки [147–157].

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ВЗАЄМОДІЇ, ОСНОВ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА РОЗРОБКИ СИСТЕМ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ

2.1. Критеріальний вплив на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції

В умовах міжнародної інтеграції надзвичайно важливе значення для розвитку національної економіки, підвищення конкурентоспроможності підприємств, забезпечення потреб населення має розвиток саме повітряного транспорту. Побудова сучасної, ефективно функціонуючої авіатранспортної системи стає актуальним національним стратегічним завданням для нашої держави. Проте ціла низка наукових завдань не була достатньо досліджена, зокрема, відсутні теоретико-методичні принципи оптимізації вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. Для наукового обґрунтування оптимізаційних процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції використано групу теоретико-методичних принципів, рис. 2.1.

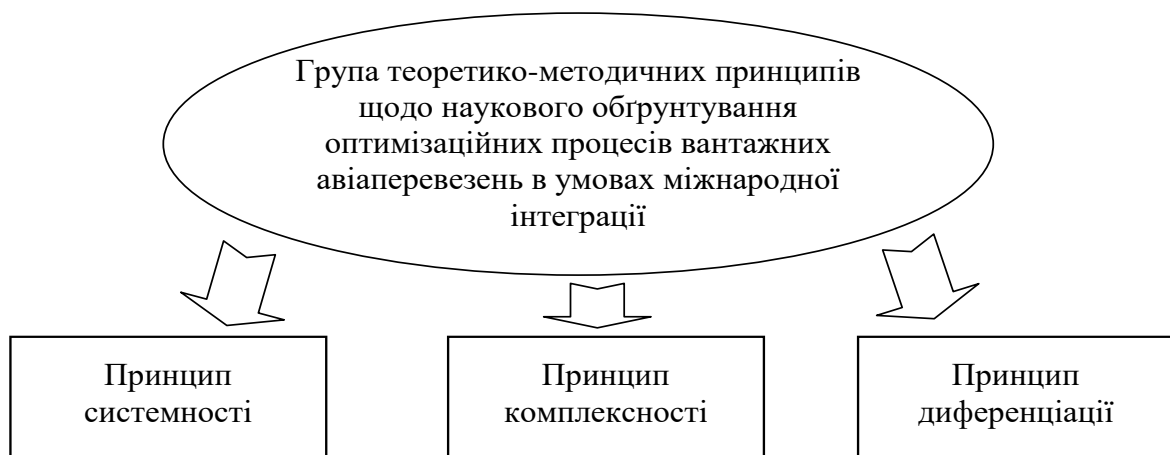


Рис. 2.1. Група теоретико-методичних принципів щодо наукового обґрунтування оптимізаційних процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції

Джерело: сформовано авторкою

Одним із ключових є принцип системності, що визначає необхідність розгляду авіаційного транспорту як основи для забезпечення міжнародної мультимодальної доставки вантажів, з необхідністю врахування інтересів всіх учасників транспортно-логістичного ланцюга. Безумовно важливість авіаційного транспорту, як ключового елементу міжнародних мультимодальних доставок та глобальних ланцюгів постачання буде лише зростати, а отже вкрай важливо забезпечити системність цього процесу, що буде зробити вкрай непросто враховуючи глобалізаційні зміни та нерівномірність розвитку транспортно-логістичних систем різних країн та регіонів.

Принцип комплексності характеризується спільністю та взаємною узгодженістю розвитку системи міжнародної мультимодальної доставки вантажів за участю авіаційного виду транспорту. Цей принцип є безумовно продовженням принципу системності та повинен реалізовуватися паралельно із ним. Важливо відзначити, що головним проявом комплексності стає створення логістичних кластерів із ключовим елементом аеропортом.

Ще одним із фундаментальних принципів є принцип диференціації, який передбачає можливість врахування особливостей окремих елементів системи доставки, що є особливо важливим при формуванні індивідуалізованих ланцюгів обслуговування доставки спеціальних категорій вантажів. Це безумовно не означає, що кожна доставка таких вантажів буде унікальною та повністю індивідуалізованою, просто будуть максимально враховані ті особливості які характерні для конкретних вантажів. На цьому напрямку активізувалися, як учасники транспортно-логістичного ринку, особливо організатори процесу доставки – логістичні оператори, так і профільні асоціації, зокрема IATA, як організатори авіаційної транспортної системи.

Розглядаючи інтеграційні процеси, що протікають на авіаційному транспорті слід відзначити, що вони проявляються ряді аспектів, які було узагальнено та представлено на рис. 2.2. Зрештою можемо стверджувати, що інтеграційні процеси на авіаційному транспорті мають загалом техніко-технологічні, організаційно правові та соціально-економічні аспекти.



Рис. 2.2. Аспекти у яких проявляються інтеграційні процеси, що протікають на авіаційному транспорті

Джерело: сформовано авторкою

Описуючи пропонувані аспекти у яких проявляються інтеграційні процеси, що протікають на авіаційному транспорті можемо відзначити наступне:

1. *Розвиток комерційного співробітництва між авіакомпаніями.* До цього відноситься широке розповсюдження комерційних угод, таких як Інтерлайн угоди, код-шерінгові угоди, прорейтові угоди, пульні угоди тощо. Це сприяє

взаємному признанню перевізних документів різних авіакомпаній, а також розширяє ринки авіаційних послуг.

2. *Створення альянсів авіаперевізників.* Це укріплює позиції авіакомпаній на ринку авіаційних перевезень.

3. *Розвиток угод про «відкрите небо».* Це з одного боку посилює конкуренцію на ринку авіаційних послуг, з іншого боку робить ці послуги більш доступними для авіаційного клієнтури.

4. *Впровадження правил, стандартів та рекомендації міжнародних авіаційних організації, зокрема ICAO та IATA.* Це призводить до підвищення якості авіаційних послуг для клієнтури, а також дотримання єдиних умов та вимог до авіаційних перевезень у різних країнах та авіапідприємствах.

5. *Більш широке залучення авіаційного транспорту до участі в мультимодальних ланцюгах постачань.* Цьому сприяє діяльність логістичних інтеграторів, які можуть організувати перевезення за участю різних видів транспорту та часто оперують транспортними засобами різних видів транспорту.

6. *Розширення спектра послуг авіакомпаній та аеропортів.* Збільшення вимог клієнтури до авіаційних послуг призведе до появи цілого спектру додаткових послуг авіакомпаній та аеропортів, пов'язаних з авіаційним перевезенням. Авіакомпанії та аеропорти стали пропонувати своїй клієнтури не тільки авіаційне перевезення та наземне обслуговування, а й комплекс інших послуг, зокрема, доставка в та з аеропорту, упакування та переупакування вантажу, оформлення супровідної документації, митне очищення тощо.

7. *Розширення участі авіакомпаній у глобальних дистрибуційних системах, системах взаєморозрахунків.* Це значно спрощує процеси продажу авіаційних перевезень, а також проведення розрахунків між авіапідприємствами. Крім цього це розширюється спектр послуг, що надаються глобальними дистрибуційними системами за рахунок супутніх послуг.

8. *На розвиток інтеграційних процесів на авіатранспорті значний вплив здійснила глобалізація світової торгівлі.* Зокрема, розвиток електронної

торгівлі призвів до зростання обсягів перевезень цих товарів авіаційним транспортом, зростання ринку авіаційних експрес-перевезень вантажів та пошти.

9. *На інтеграційні процеси на авіаційному транспорті значний вплив останнім часом здійснює цифровізація галузі.* Процеси надання авіаційних послуг в авіакомпаніях та аеропортах включають технології Інтернету речей, блокчейну, BigData, віртуальної реальності, мобільних додатків, RFID, інформатизації операції обслуговування пасажирів та обробки вантажів, розширення можливостей автоматизованих систем, які застосовуються на різних етапах процесів обслуговування, розвиток принципів самообслуговування тощо.

10. *Розвиток «зелених» технологій.* Авіаційний транспорт активно підключився до рішення проблем декарбонізації, зокрема цьому сприяє прийнята програма CORSIA.

Техніко-технологічні аспекти включають урахування особливостей техніки та технологій авіаційного транспорту при організації мультимодальних перевезень. Зокрема на авіаційному транспорті найбільш жорсткі вимоги до безпеки перевезень, що впливає на об'ємно-масові характеристики авіаційних вантажних одиниць та їх тару та упакування. Також існує широкий перелік вантажів, заборонених до повітряного перевезення. Авіаційні транспортні засоби мають обмежену вантажопідйомність та вантажомісткість у порівнянні з іншими видами транспорту. Авіаційні засоби пакування (ULD) мають специфічний трапецевидний профіль і застосовуються тільки на авіаційному транспорті, що потребує переформування їх та перевантаження вантажів у процесі мультимодального перевезення. Авіаційний транспорт є магістральним та потребує взаємодій з іншими видами транспорту при доставці «від дверей до дверей».

Організаційно-правові аспекти потребують узгодження вимог авіаційних правил та стандартів при організації мультимодального перевезення. Соціально-економічні аспекти відображаються в організації значущих для

суспільства перевезень. Авіаційний транспорт використовується при організації доставки вантажів та пасажирів у віддалені та важкодоступні регіони, доставці гуманітарних вантажів, вантажів за програмами ООН, тощо. Але авіаційні тарифи є найбільш високими серед тарифів інших видів транспорту тому він частіше використовується при доставці вантажів чутливих до часу та температури та високоцінних вантажів.

Основні перспективи розвитку вантажних авіаперевезень пов'язані із необхідністю постійного вдосконалення організаційно-технологічних процесів діяльності авіакомпаній, аеропортів та логістичних підприємств, оптимізацію роботи всієї логістичної системи доставки вантажів. Надзвичайної ваги надійність доставок вантажів набуває в умовах забезпечення функціонування глобальних ланцюгів постачання, що активно розвивається по всьому світу.

Поточна ситуація з вантажними авіаперевезеннями у світі в останні роки, а також поглиблення міжнародної інтеграції потребує забезпечення можливості швидко переорієнтувати діяльність з одного напрямку на інший, наприклад забезпечити можливість збільшення доставок вантажів через більш повне використання вантажних ємностей пасажирських літаків, або розширити сегмент перевезення спеціальних категорій вантажів. Тому для досягнення більшої ефективності діяльності авіатранспортних підприємств на ринку авіаційних перевезень необхідне впровадження комплексу заходів задля удосконалення технологічних процесів перевезення та обслуговування вантажів. Міжнародні авіаперевезення також є частиною транспортної системи та зовнішньоторговельних угод.

Управління міжнародними системами доставки вантажів за участю авіаційного транспорту є елементом системи управління логістичною ланкою підприємств, з одного боку, а з іншого – це елемент процесного управління на рівні міжфірмових взаємодій, тобто на мезорівні. Управління міжнародними авіатранспортними операціями допомагає авіапідприємствам знизити витрати та підвищити якість обслуговування клієнтів. Система управління міжнародними операціями при авіаперевезенні вантажів має включати

відповідні технології обробки вантажу, інформаційні системи контролю за авіап перевезеннями, оптимізацію комплектування вантажного завантаження, а також вибір оптимального режиму транспортування вантажів та взаємодії транспортних підприємств.

Щоб підвищити рівень обслуговування авіаційних вантажних перевезень до світового рівня, необхідно усунути «вузькі місця» в організації та технології обробки вантажів, підвищити швидкість перевезення, зменшити непродуктивні витрати, підвищити рівень взаємодії підприємств тощо. Це також забезпечується підвищенням ефективності використання логістичного потенціалу підприємств, які приймають участь у доставці вантажу за участю авіаційного транспорту.

Зміст технологічних процесів перевезення та обробки вантажу визначається особливостями вантажу, видом авіатранспортного засобу, розкладом руху, а також процедурами контролю. За своєю суттю авіаційні перевезення вантажів представляють складний комплекс заходів, який включає в себе кілька основних етапів. Розвиток ринкових відносин, лібералізація, дерегуляція та глобалізація призвели до роздрібнення перевізного процесу на велику кількість окремих операцій, кожна з яких виконується окремим підприємством: авіап перевізниками, вантажними агентами, хендлінговими компаніями аеропортами, транспортно-експедиторськими підприємствами та логістичними операторами.

Проблемою процесу доставки вантажів, в тому числі і спеціальних, на сучасному етапі розвитку є достатньо велика роздрібненість за окремими операціями, а також нечітко визначена юридична та фінансова відповідальність за їх виконання учасниками транспортного процесу, що несе за собою значні ризики для учасників.

Розроблення раціональних систем доставки вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції, а також моделей прийняття рішень щодо раціональної організації вантажних авіап перевезень суб'єктами транспортно-логістичних ринків неможливе без активного вивчення

практичних аспектів діяльності та узагальнення позитивного досвіду щодо обслуговування різних категорій спеціальних вантажів. Активне залучення авіаційного транспорту до глобальних ланцюгів постачання створює нові можливості для розвитку авіаперевізникам, аеропортам, логістичним операторам, вантажним агентам, експедиторам та іншим активним учасникам ринків. Програмна реалізація задачі оптимізації організаційно-технологічних процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції повинна спиратися на методичні рекомендації щодо проведення обчислювальних експериментів моделі логістичного управління транспортно-складськими процесами в аеропорті, практичні рекомендації щодо реалізації задачі оптимізації організаційно-технологічних процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції, а також оцінювання економічного ефекту від забезпечення оптимізації організаційно-технологічних процесів вантажних авіаперевезень у аеропортах.

Доставка вантажів різними видами транспорту має свої особливості як з точки зору вимог до вантажних одиниць, так із точки зору провізної здатності видів транспорту. Спираючись на попередні наукові дослідження, зокрема [158; 159, с. 203; 160; 161, с. 140-144, 327-328], було узагальнено та доповнено фактори, що характеризують провізну здатність окремих видів транспорту.

При доставці вантажів водним транспортом (морським та річковим) транспортом можна відмітити ряд факторів, які характеризують його можливості з точки зору організації вантажних перевезень (рис. 2.3). Серед них можна виділити чинники, як позитивного, так й негативного характеру.

Очевидно, що морський вид транспорту є просто незамінним при контейнерних перевезеннях та такі доставки саме цим видом транспорту із кожним роком зростають. Конкуренцію у тарифному аспекті також морський транспорт виграс. Головними недоліками визначено невелику швидкість доставки та не дуже високу регулярність. Морським та річковим транспортом перевозиться найбільш широка номенклатура вантажів, в тому числі масові вантажі у великій кількості.



Рис. 2.3. Фактори, які характеризують можливості водного транспорту з точки зору організації вантажних перевезень

Джерело: сформовано авторкою за [158; 159, с. 203; 160; 161, с. 140-144, 327-328]

При перевезенні вантажів морським транспортом висуваються жорсткі вимоги до їх тари, упакування та кріплення. Вимоги до об'ємно-масових характеристик вантажних одиниць на морському транспорті менш жорсткі, що пов'язано з великою вантажопідйомністю та вантажомісткістю транспортних засобів та можливостями навантажувально-розвантажувальних механізмів у порту. Також морським транспортом перевозиться велика кількість контейнеропридатних вантажів.

При організації доставки вантажів залізничним транспортом також слід враховувати ряд факторів, що характеризують його провізну здатність (рис. 2.4). Тут так само робимо градацію на фактори позитивного та негативного впливу. При перевезенні вантажів залізничним транспортом номенклатура вантажів також включає широкий перелік масових, генеральних та особливорежимних вантажів. Але оскільки вантажопідйомність та вантажомісткість залізничних транспортних засобів менше ніж морських, вже висуваються певні обмеження щодо об'ємно-масових характеристик окремих вантажних одиниць.



Рис. 2.4. Фактори, які характеризують провізну здатність залізничного транспорту з точки зору організації вантажних перевезень

Джерело: сформовано авторкою за [158; 159, с. 203; 160;

161, с. 140-144, 327-328]

Також залізничний транспорт забезпечує достатньо великий обсяг перевезень вантажів у контейнерах, в тому числі й при організації мультимодальних перевезень.

При доставці вантажів автомобільним транспортом також слід враховувати ряд факторів позитивного та негативного впливу з точки зору організації вантажних перевезень (рис. 2.5). Автомобільні транспортні засоби мають невелику вантажність, тому автомобільний транспорт часто використовують для доставки невеликих партій вантажів.

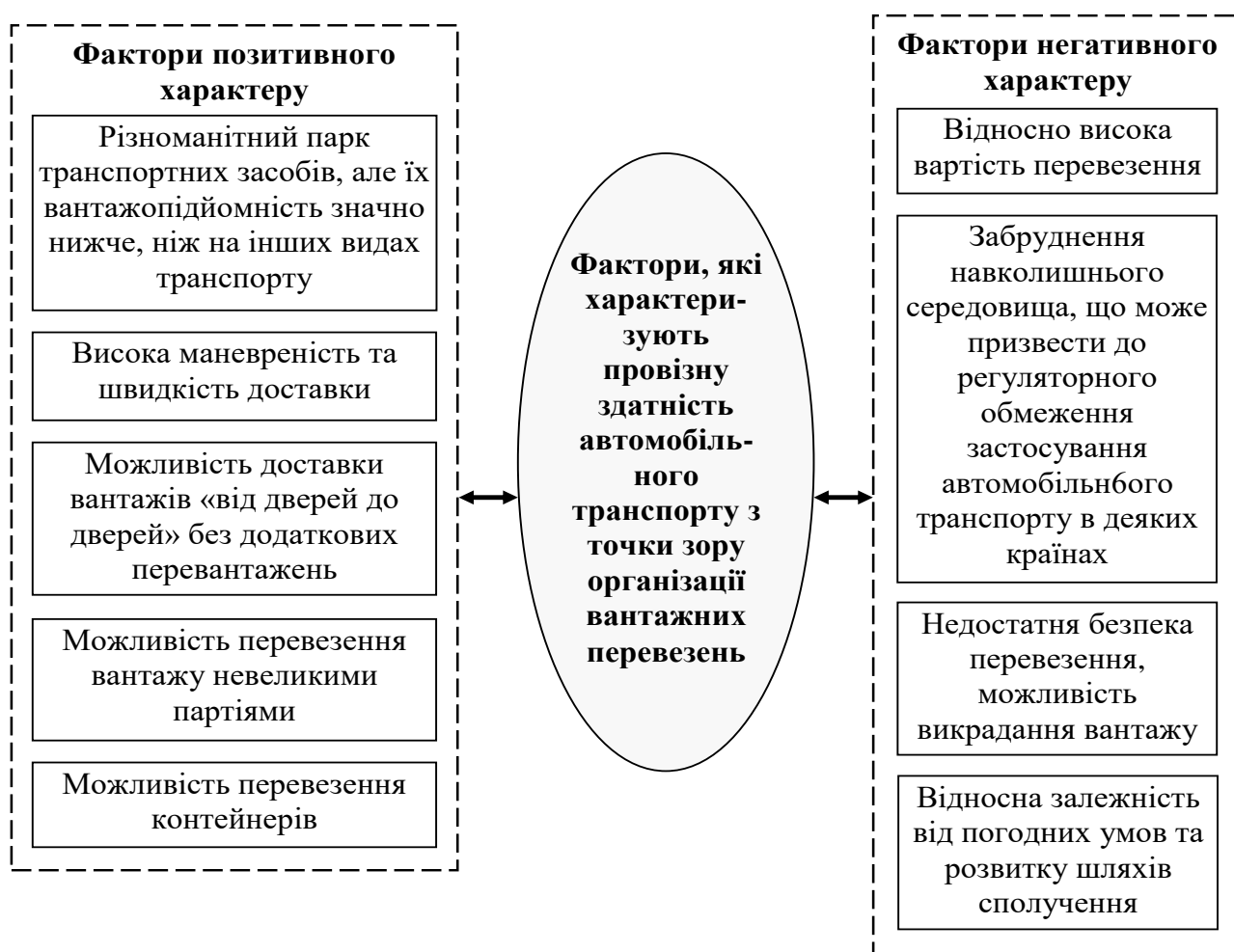


Рис. 2.5. Фактори, які характеризують провізну здатність автомобільного транспорту з точки зору організації вантажних перевезень

Джерело: сформовано авторкою за [158; 159, с. 203; 160;

161, с. 140-144, 327-328]

Вимоги до упакування вантажів на автомобільному транспорті менш жорсткі, обмеження за об'ємно-масовими характеристиками вантажних одиниць більш жорсткі, ніж на залізничному транспорті. Автомобільним транспортом також перевозяться вантажі у контейнерах.

Доставка вантажів повітряним транспортом характеризується наступними особливостями (рис. 2.6).



Рис. 2.6. Фактори, які характеризують провізну здатність авіаційного транспорту з точки зору організації вантажних перевезень

Джерело: сформовано авторкою за [158; 159, с. 203; 160;

161, с. 140-144, 327-328]

Слід відзначити, що авіаційні контейнери та палети не можуть застосовуватися у мультимодальних перевезеннях. Номенклатура вантажів, що перевозяться повітряним транспортом більш обмежена, ніж на інших видах транспорту, оскільки масові вантажі повітряним транспортом не перевозяться. Переважну більшість вантажів складають генеральні та спеціальні вантажі, зокрема небезпечні, швидкопсувні, живі, цінні, чутливі до часу та температури вантажі, тощо.

На повітряному транспорті діють найбільш жорсткі вимоги, щодо тари та упакування вантажів задля забезпечення безпеки перевезення. Тара та упакування вантажів мають гарантувати безпеку перевезення не тільки на землі, але й у польоті.

Також, оскільки велика частка вантажів перевозиться на пасажирських повітряних суднах у порядку їхнього дозавантаження існують жорсткі вимоги до об'ємно-масових характеристик вантажних одиниць, зокрема, їх розмірів, ваги, навантаження на підлогу та бічну поверхню ПС, можливості швартування, можливості завантаження у авіаційні контейнері та піддони. Перевезення великовагових вантажів повітряним транспортом обмежено вантажопідйомністю вантажних літаків, вантажомісткістю їх вантажних відсіків та вантажної кабіни, розмірами вантажних відсіків, дверей та люків.

Особливості перевезення вантажів тим чи іншим видом транспорту накладають свої обмеження та висувають певні вимоги до формування вантажних одиниць, що транспортуються.

Трубопровідний транспорт, як елемент транспортної системи, в даному дослідженні не розглядається, оскільки має обмеження у застосуванні, малу номенклатуру вантажів, що придатні для транспортування, неможливість перевезення тарно-штучних вантажів.

Узагальнюючи наведені схеми факторного впливу можемо констатувати, що загалом на процеси забезпечення взаємодії видів транспорту при організації доставки вантажів впливають наступні фактори (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Факторний вплив на процеси забезпечення взаємодії видів транспорту при організації доставки вантажів

Джерело: сформовано авторкою за [158; 159, с. 203; 160; 161, с. 140-144, 327-328]

При організації доставки вантажів види транспорту не тільки конкурують, а й взаємодіють між собою, що впливає на організацію відповідних схем доставки вантажів. Достатньо велика частина перевезень вантажів у світі здійснюється з використанням декількох видів транспорту, особливо це стосується використання магістрального виду транспорту та доставки останньої милі. Наприклад автотранспорт здатний забезпечити заванезення та вивезення вантажів в та із залізничних станцій, морських портів та аеропортів і доставити їх від вантажовідправника або вантажоодержувачу.

Найчастіше авіаційний транспорт взаємодіє з автомобільним у процесах заванезення-вивезення вантажів в та із аеропорту. При цьому номенклатура та види вантажів, що доставляються автомобільним транспортом суттєво обмежуються вимогами їх перевезень авіаційним транспортом. Автомобільним

транспорт в аеропорт доставляються тарно-поштучні вантажі навалом або у пакетованому вигляді. За властивостями вантажів, у авіаційно-автомобільному сполученні переважно перевозяться генеральні та спеціальні вантажі. Масові вантажі, у зв'язку зі специфікою транспортних засобів, авіаційним транспортом не перевозяться.

При повітряному перевезенні існують також суворі обмеження щодо об'ємно-масових характеристик вантажних одиниць, які мають відповідати технічним характеристикам авіаційних транспортних засобів, на яких буде виконуватися перевезення. Оскільки значна частина вантажів перевозиться повітряним транспортом як дозавантаження пасажирських літаків, партій вантажів, що завозяться автомобільним транспортом в аеропорт є невеликими: від декількох сотень кілограмів до кількох тон.

Із зростанням використання широкофюзеляжних пасажирських літаків, з більшою провізною здатністю, розміри партій вантажів, що завозяться автомобільним транспортом в аеропорт, можуть збільшуватися до десятків тон. Це характерно також при перевезенні вантажів вантажними літаками, вантажопідйомність та вантажомісткість яких більше. Незначну частину обсягів вантажних авіаційних перевезень також складають перевезення вантажів в універсальних контейнерах, призначених для змішаних наземних, морських та повітряних перевезень.

Графіки завезення вантажів автомобільним транспортом в аеропорт суворо дотримуються та узгоджуються з розкладом руху літаків, часом на наземну обробку вантажу в аеропорту, режимом роботи аеропорту та режимом роботи органів державного контролю. Передача вантажів з автомобільного виду транспорту на авіаційний здійснюється через склади аеропорту.

Прямий варіант перевантаження з автомобілю на літак здійснюється у виключних випадках, наприклад при виконанні чартерних перевезень на необладнаних аеродромах, або в тому випадку, коли у аеропорту відправлення чи призначення немає відповідних транспортних та навантажувально-розвантажувальних засобів для транспортування цього вантажу до ПС. Із

розвитком логістичних терміналів в аеропортах, на яких здійснюється також обробка та комплектування вантажів, частота та обсяги завозу вантажів в аеропорт можуть значно збільшуватися. Особливо часто це проявляється при організації експрес-перевезень вантажів та пошти авіаційним транспортом.

Взаємодія авіаційного та залізничного транспорту в основному розвинена при перевезенні пасажирів. При перевезенні вантажів ця взаємодія утруднюється у зв'язку з різною провізною здатністю залізничних та авіаційних транспортних засобів, та більш широкою номенклатурою вантажів, що перевозиться залізничним транспортом.

Для техніко-технологічного забезпечення такої взаємодії необхідна наявність в аеропорту мультимодальних логістичних терміналів з відповідними під'їзними коліями та засобами перевантаження вантажів. Вантажопотік також обмежується тарно-штучними вантажами, або вантажами у засобах пакетування, в тому числі в універсальних контейнерах. Передача вантажів з одного виду транспорту на інший також здійснюється через мультимодальні транспортні термінали, де вантажопотік обробляється, сортується та розподіляється по рейсам. Такий вид взаємодії авіаційного та залізничного видів транспорту характерний для великих вузлових хабових аеропортів, які мають відповідне розташування, розвинені під'їзні колії різних видів транспорту та практикується у великих закордонних аеропортах. Контейнеризація сприяє появі терміналів, які можна назвати мега-шлюзами.

Взаємодія авіаційного та водного (морського та річкового) видів транспорту використовується не часто та суттєво залежить від географічного розташування аеропорту поблизу морського(річкового) порту та наявності мультимодального транспортного терміналу. Оскільки вантажопотоки, що обслуговуються морським та авіаційним транспортом мають суттєві відмінності, для забезпечення взаємодії такий транспортний термінал повинен мати добре розвинену інфраструктуру для обробки та зберігання певних категорій вантажу. Така взаємодія видів транспорту в основному має місце у великих аеропортах, які розташовані на узбережжі поблизу морських портів.

Спираючись на описаний факторний вплив і особливості організації сполучення видів транспорту, а також результати попередніх наукових досліджень, зокрема, [158; 161, с. 327-328; 162], було визначено критерії, які впливають на вибір виду транспортного сполучення (рис. 2.8).



Рис. 2.8. Критерії впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів

Джерело: сформовано авторкою за [158; 161, с. 327-328; 162]

При виборі виду транспортного сполучення та схеми перевезення вантажу, вантажовідправник, або експедитор чи логістичний оператор орієнтуються на найбільш важливі для них критерії. За критерієм мінімізації витрат враховують вантажні тарифи даного виду транспорту, собівартість перевезень, витрати на доставку вантажної одиниці, наприклад контейнера. Провізна здатність потребує оцінки можливості виду транспорту перевезти заданий обсяг вантажу. Критерій екологічності набув важливого значення останнім часом, коли законодавчо стали обмежувати шкідливий вплив транспортної системи на навколишнє середовище.

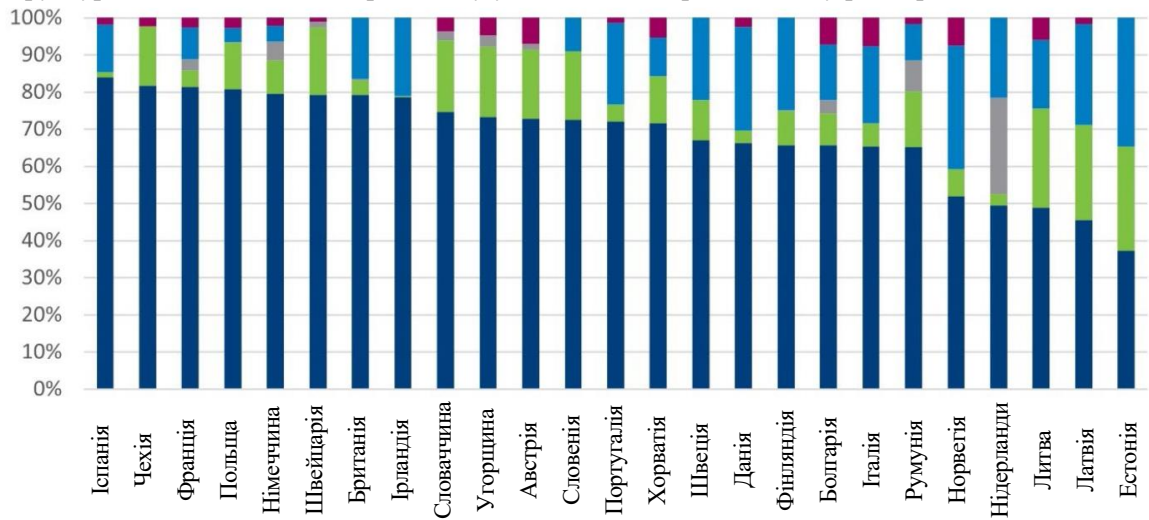
Види транспорту можуть конкурувати між собою на певних сегментах перевезень, зокрема, автомобільний транспорт може конкурувати із залізничним видом транспорту на певних відстанях перевезень. Перелік факторів, якій враховується при кожному конкретному перевезенні значно більше та враховує, окрім вибору виду транспорту та вибір компанії перевізника. Тобто може бути необхідність у вирішенні відповідної задачі математичного моделювання.

Як відзначено у [163, с. 10] усі елементи мультимодального перевезення мають узгоджуватися між собою для досягнення поставлених цільових змін, що вимагає відповідної координаційної взаємодії. Згідно аналізу представленого International Transport Forum (ITF) автомобільний транспорт, для 51 країни члена ITF, на даний момент становить приблизно 40% усього тонно-кілометражу та значно більше модальної частки, перевезень вантажів залізницею (24%), каботажним судноплавством (16%), внутрішніми водними шляхами (13%) і трубопровідним транспортом (7%).

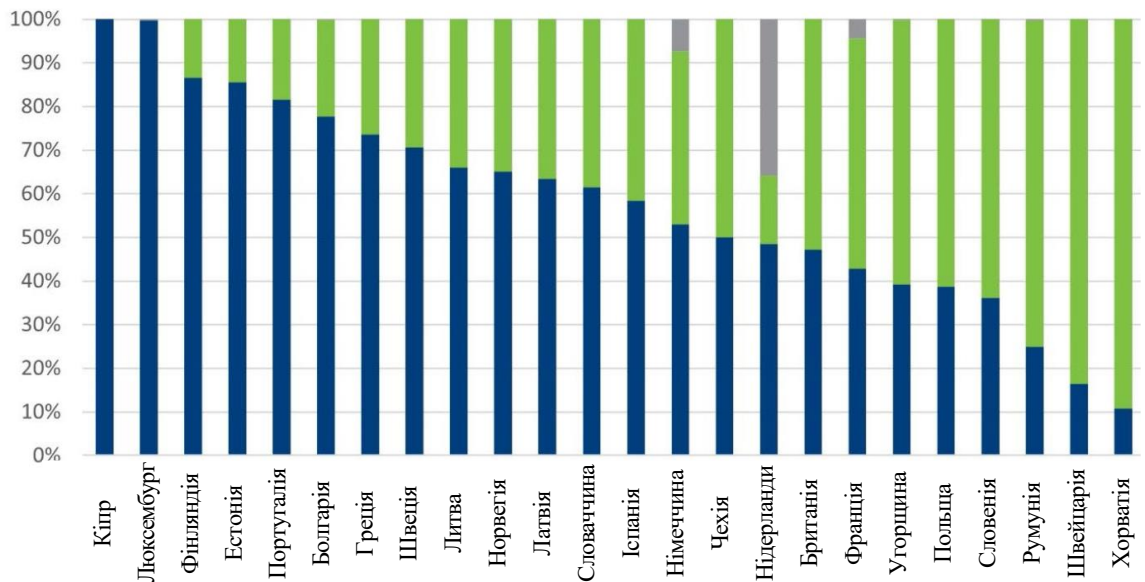
Аналізуючи представлені у [163, с. 15-18] дані можемо стверджувати, що різні країни ITF мають різну специфіку щодо тонно-кілометражу та тоннажу доставлених вантажів. Так за тонно-кілометражем автомобільні перевезення становлять частку у понад 90% у таких країнах як Ірландія, Албанія, Ісландія, Греція, Північна Македонія та Люксембург. Залізничні перевезення переважають у таких країнах як Австралія, Канада, Словенія, Чорногорія. Переважаюча частка внутрішніх водних перевезень є у Нідерландах, а значна – у Китаї, Бельгії та Румунії. Трубопровідний транспорт за тонно-кілометражем є переважаючим у Азербайджані та Вірменії, значна його частка – у Канаді, Австрії, Угорщині та Туреччині.

На рис. 2.9 представлено структуру частки модального розподілу у вантажних перевезеннях у ряді країн ITF за тоннажем, модальний розподіл у контейнерних вантажних перевезеннях у країнах Європи у 2019 році та порівняльний модальний розподіл у вантажних перевезеннях у Китаї, США та Європейському Союзі в 2018 році [163, с. 15-18].

Структура частки модального розподілу у вантажних перевезеннях у ряді країн ІТФ за тоннажем



Модальний розподіл контейнерних перевезень у країнах Європи у 2019 році за тонно-кілометражем



Порівняльний модальний розподіл у вантажних перевезеннях у Китаї, США та Європейському Союзі

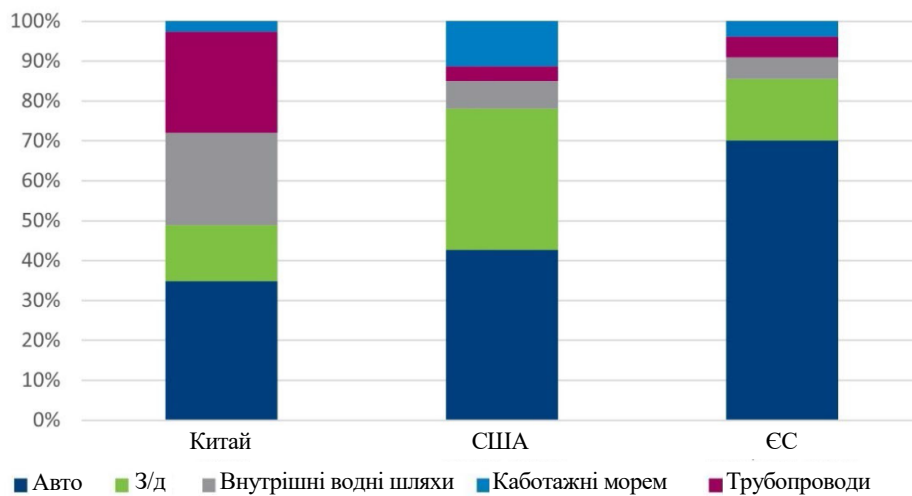


Рис. 2.9. Структура частки модального розподілу деяких країн-членів ІТФ у 2019 році та порівняльний аналіз Китаю, США та ЄС

Джерело: [163, с. 15-18]

За тоннажем [163, с. 16-17], що є менш характерним показником, ніж тонно-кілометраж, автомобільні перевезення становлять переважаючу частку у більшості аналізованих країн. Наприклад, у Іспанії, вони становлять понад 80%, а у Нідерландах, Литві та Латвії – менше 50%. У двох останніх країнах значною (у понад 22%) є частка залізничного сполучення. У Естонії розподіл між автомобільними перевезеннями та морськими перевезеннями на короткі відстані майже ідентичний, а також значна частка (майже 20%) припадає на залізничні перевезення вантажів.

Контейнерні перевезення вантажів обслуговуються автомобільним, залізничним та внутрішнім водним сполученням. Автомобільні перевезення, при доставках таких вантажів, безумовно, є домінуючими серед країн Європи. Так, майже всі контейнерні перевезення обслуговуються автомобілями на Кіпрі та у Люксембурзі, понад 80% – у Фінляндії, Естонії та Португалії. У Німеччині, яка є локомотивом ЄС, понад 50% припадає на автомобільні контейнерні перевезення, проте понад 40% становлять і залізничні перевезення контейнерів та майже 8% – контейнерні доставки внутрішніми водними шляхами. Переважаючим, при контейнерних перевезеннях, залізничний транспорт став у Чехії, Великобританії, Франції, Угорщині, Польщі, Словенії, Румунії, Швейцарії та Хорватії. У останній він становить майже 90%. Із аналізованих країн значна частка тонно-кілометражу (понад 35%) на контейнерні перевезення внутрішніми водними шляхами є у Нідерландах. Загалом у ЄС, на відміну від США і Китаю, переважає автомобільне сполучення.

Модальний розподіл вантажних перевезень за групами товарів у ЄС-28 за 2019 р. представлено на рис. 2.10 [163, с. 29-31]. Як можемо побачити у структурі вантажопотоку цих країн автомобільне сполучення переважає у більшості доставок, проте існують і виключення. Так, при доставках вугілля, сирої нафти та природного газу більшість перевезень здійснюється залізницями, а значна частка, яка переважає автомобільні, внутрішніми водними шляхами. Кокс і продукти переробки нафти у відносно рівній мірі доставляються залізничними та автомобільними шляхами.

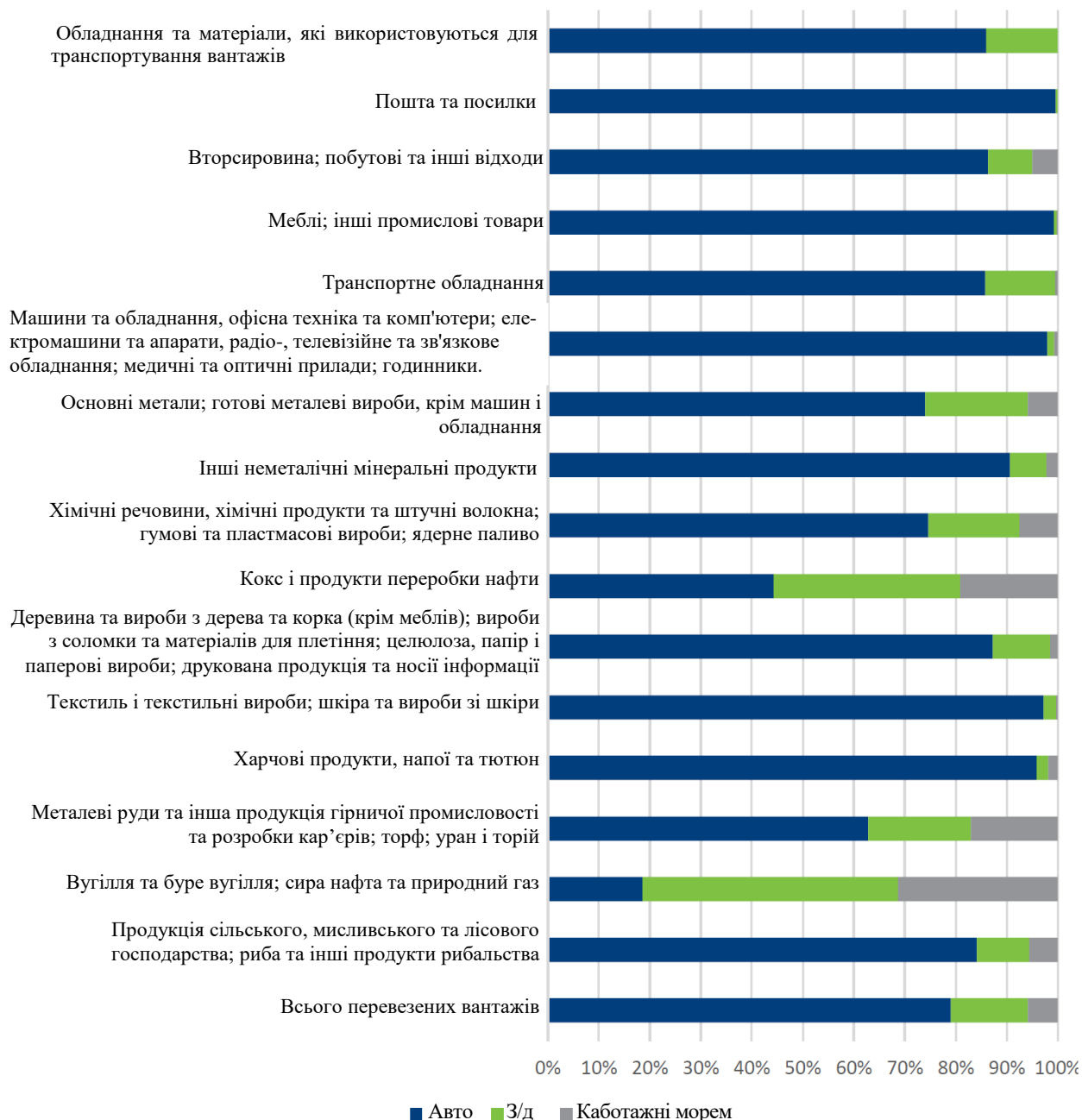


Рис. 2.10. Модальний розподіл вантажних перевезень за групами товарів у ЄС-28 за 2019 р.

Джерело: [163, с. 29-31]

ЄС наголошує, що після вторгнення Росії в Україну, блокади українських морських портів, неможливості авіаційного сполучення, Україна не може здійснювати експорт за сталими маршрутами [164]. Європейська Комісія запропонувала План дій Шляхів солідарності [165–167], щоб допомогти Україні експортувати та імпортувати її товари.

Серед проблем логістики у ЄС визначено наявність адміністративних перепон, неефективні транспортні ланцюги, недосконалість транспортної інфраструктури, а також неструктурованість внутрішнього транспортного ринку [168]. У зв'язку із тим, що вантажні перевезення у ЄС продовжують зростати (за прогнозами на майже 80% до 2050 року) транспортну політику ЄС спрямовано на зменшення його використання та використання у міжнародних доставках більш екологічних видів транспорту [169].

На основі описаних у [169] чотирьох типів дій, які підтримують більш широке використання мультимодальних рішень у межах політики ЄС запропонована відповідна схема реалізації, яка представлена на рис. 2.11.



Рис. 2.11. Схема реалізація чотирьох типів дій, які підтримують більш широке використання мультимодальних рішень у межах політики ЄС

Джерело: розроблено авторкою за [169] із врахуванням [170–172]

Інтелектуальні транспортні системи (ITS) стають ключовим засобом успішного розвитку при транспортному сполученні. ЄС цій проблемі приділяє особливо багато уваги. Одним із шляхів вирішення проблеми є впровадження законодавчих інструментів. ITS є дуже перспективними особливо у мультимодальному сполученні через розгортання Cooperative-ITS [173].

Розвитку торговельних зв'язків між ЄС та Україною сприяла також угода про автомобільний транспорт між ЄС та Україною. Загалом розширення транс'європейської транспортної мережі до України та Молдови має сприяти загальному покращенню сполучення в обидві сторони. Можливе отримання фінансування від ЄС з метою модернізації транспортної інфраструктури між Україною та ЄС [174].

У [175] автори цілком слушно приходять до висновку, що наша країна загалом та її прикордонні території зокрема мають значний невикористаний потенціал розвитку міжнародних вантажних перевезень.

На рис. 2.12 представлений обсяг торгівлі товарами за межами ЄС за видами транспорту, у 2002 та 2022 роках (% від загального) [176].

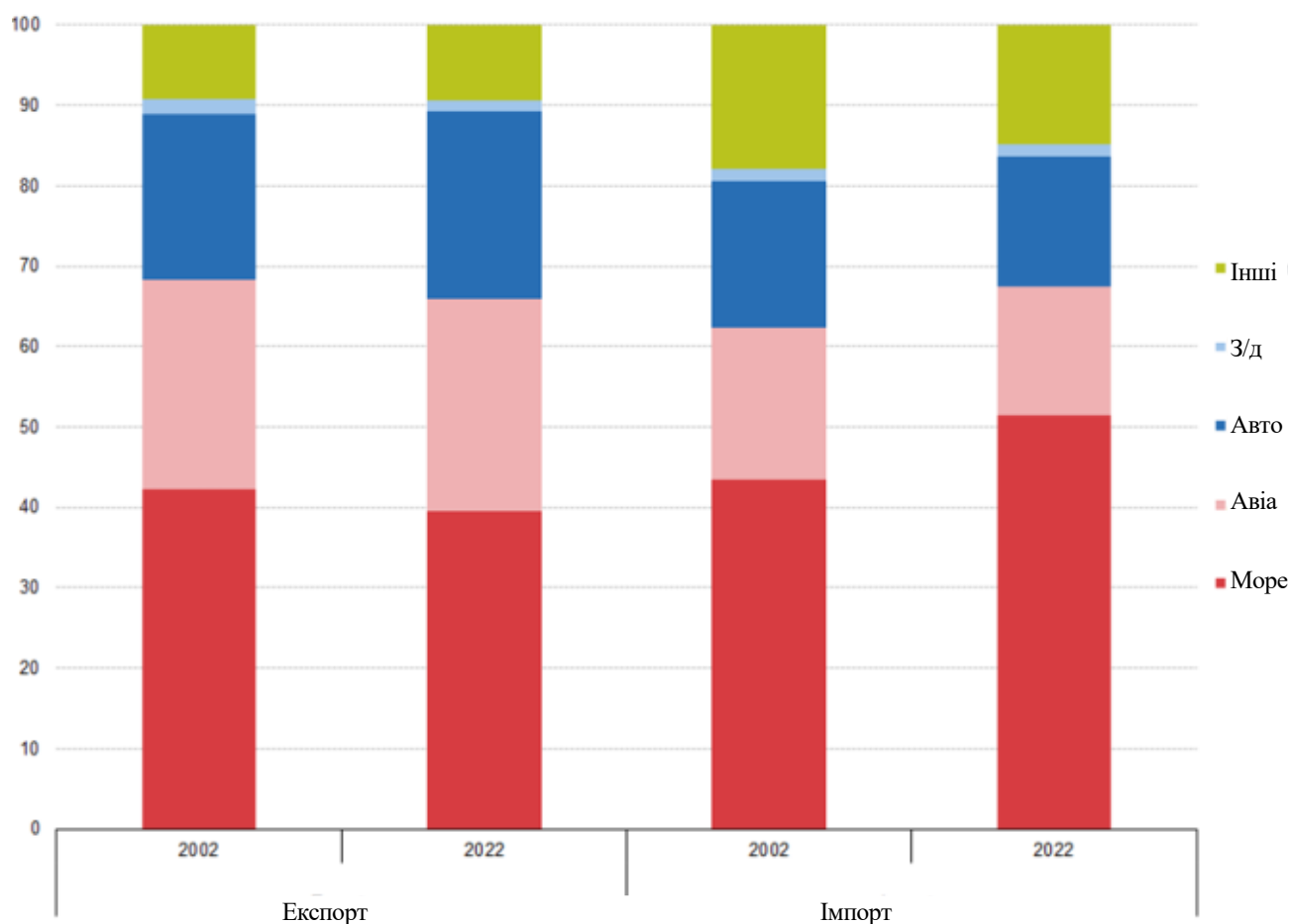


Рис. 2.12. Обсяг торгівлі товарами за межами ЄС за видами транспорту, у 2002 та 2022 роках (% від загального)

Джерело: [176]

Загалом ефективна транспортна інфраструктура забезпечує соціально-економічний розвиток національних економік через оптимізацію доступу до ринку та збільшення продуктивності, балансування регіонального розвитку, підвищення зайнятості та мобільності [177].

Загалом глобальний ринок мультимодальних вантажних послуг оцінюється в 193,77 млрд дол. США у 2023 році та за прогнозами досягне понад 283,5 млрд дол. США до 2028 року, маючи середньорічні темпи зростання у майже 8%. Значному розвитку ринку сприяє розвиток електронної комерції [178].

Загалом транспортні ринки реалізують здебільшого у залізничному сполученні, автомобільно-водному, а також автомобільно-авіаційному. Нерідко промислові товари вимагають надання спеціалізованих транспортних послуг. До них відносять рефрижераторне транспортування, експрес-доставку, охорону та інші послуги [178].

У якості аналітичного інструментарію у [178] запропоновано метод конкурентного квадранту для аналізу та оцінки позиції транспортно-логістичної компаній в галузі та ефективності на ринку. Ключовим ноу-хау цього інструменту є різнофакторна категоріальна класифікація із врахуванням стратегічного розвитку, продуктового різноманіття, інноваційності, інвестиційної забезпеченості, а також розширення ринкового охоплення. Також використовується матриця Ансоффа для аналізу глобальних ринків мультимодальних вантажних послуг та інструменти SWOT-аналізу.

Робоча група розвитку комбінованих перевезень [179] забезпечує відповідність усіх комбінованих перевезень унікальним особливостям залізничного сполучення з метою доставки вантажів у міжнародних вантажних одиницях (ILU) із залученням залізниці.

У [179] описані комбіновані транспортні засоби із залученням залізничного транспорту. Їх було згруповано та представлено у вигляді схеми. Загалом було описано чотири види сполучення: залізнично-автомобільне, залізнично-морське, залізнично-водне, а також залізнично-авіаційне.



Рис. 2.13. Схема використання комбінованих транспортних засобів із залученням залізничного транспорту

Джерело: згруповано авторкою за [179]

Як зазначається у [180] пропускна спроможність залізничної інфраструктури та на терміналах є періодично вузьким місцем.

У [181] наголошено, що спочатку оператор комбінованого транспорту був новим типом спеціалізованого постачальника логістичних послуг, який мав задовольнити потреби потенційних клієнтів (вантажовідправників, експедиторів, автоперевізників, судноплавних компаній) у доставках до залізниць і запропонувати можливості послуги залізничного ринку. З часом роль оператора комбінованого транспорту розширилася завдяки збільшенню участі в транспортних послугах. Очікуване зростання обсягів загального ринку комбінованих перевезень за участю залізниць у довгостроковій перспективі до 2030 року становитиме понад 2/3 від 2019 року [182; 183].

Як відзначено у [184] авіаційний транспорт стає стратегічно важливим у ЄС, забезпечуючи загалом до 5 млн робочих місць і акумулюючи понад 300 млрд євро, або 2,1% європейського ВВП. Авіаційний транспорт, як зазначається у [185], може діяти як «економічний мультиплікатор», при цьому сприяти та створювати ширшу економічну базу.

Існує проблема обміну даними при взаємодії вантажних авіаперевезень із іншими видами транспорту. На авіаційному транспорті таким інструментом став ONE Record Insights, що є стандартом обміну даними на основі Інтернет. Форум цифрового транспорту та логістики (DTLF) запропонував засади регламенту електронної інформації про вантажні перевезення (EFTI) та створив Концепцію інформаційних систем цифрового коридору, що повинна забезпечити обмін даними між зацікавленими сторонами міжнародних мультимодальних перевезень через підключення існуючих транскордонних ІТ-платформ і послуг [186].

2.2. Вивчення раціональних систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту

Навантажувально-розвантажувальні роботи (НРР) є невід'ємною частиною процесу доставки вантажів різними видами транспорту, зокрема й повітряним.

Вони забезпечують необхідне обслуговування вантажопотоку в різних технологічних процесах: формуванні вантажних одиниць, завантаженні, розвантаженні або перевантаженні транспортного засобу, складських операціях, операціях у аеропортах, портах, залізничних станціях та ін. Ці роботи мають достатню трудомісткість, напряду впливають на безпеку перевезень та цілість вантажу, тривалість простою транспортного засобу під вантажними операціями, пропускну здатність транспортних терміналів.

На різних видах транспорту НРР мають різну тривалість та вартість і, в залежності від схеми перевезення, можуть декілька разів повторюватися в рамках одного перевізного процесу.

Одним із цікавих інструментів, який підвищує аспект безпеки перевезення вантажів може стати протокол безпеки завантаження та розвантаження. Як зазначається у [187] цей засіб є актуальним передусім для автомобільних перевезень, проте в абсолютній більшості випадків для доставки першої та останньої милі в мультимодальному сполученні використовується саме цей вид транспорту.

Були описані передумови виникнення необхідності, профілактичні заходи, сутнісні особливості проколу безпеки, їх варіанти – одноразовий та повторювальний, із визначенням критеріїв застосування. Крім цього деталізовано випадок повторного транспортування, описані необхідні дані для водіїв та вантажоодержувачів, а також відповідальність. Наголошено на необхідності системи штрафних санкцій, порядок застосування протоколу та потреба у щорічному оновленні повторювальних постійних протоколів [187].

Також логістичні оператори, експедитори, складські оператори та перевізники по всьому світу використовують принцип найкращих практик стосовно різних аспектів перевізного процесу, на різних етапах процесу складування, при обслуговуванні міжнародних доставок вантажів, а також при управлінні глобальними ланцюгами постачання загалом. Проте, найкращі практики є дієвим інструментом і для процесів організації навантажувально-розвантажувальних робіт.

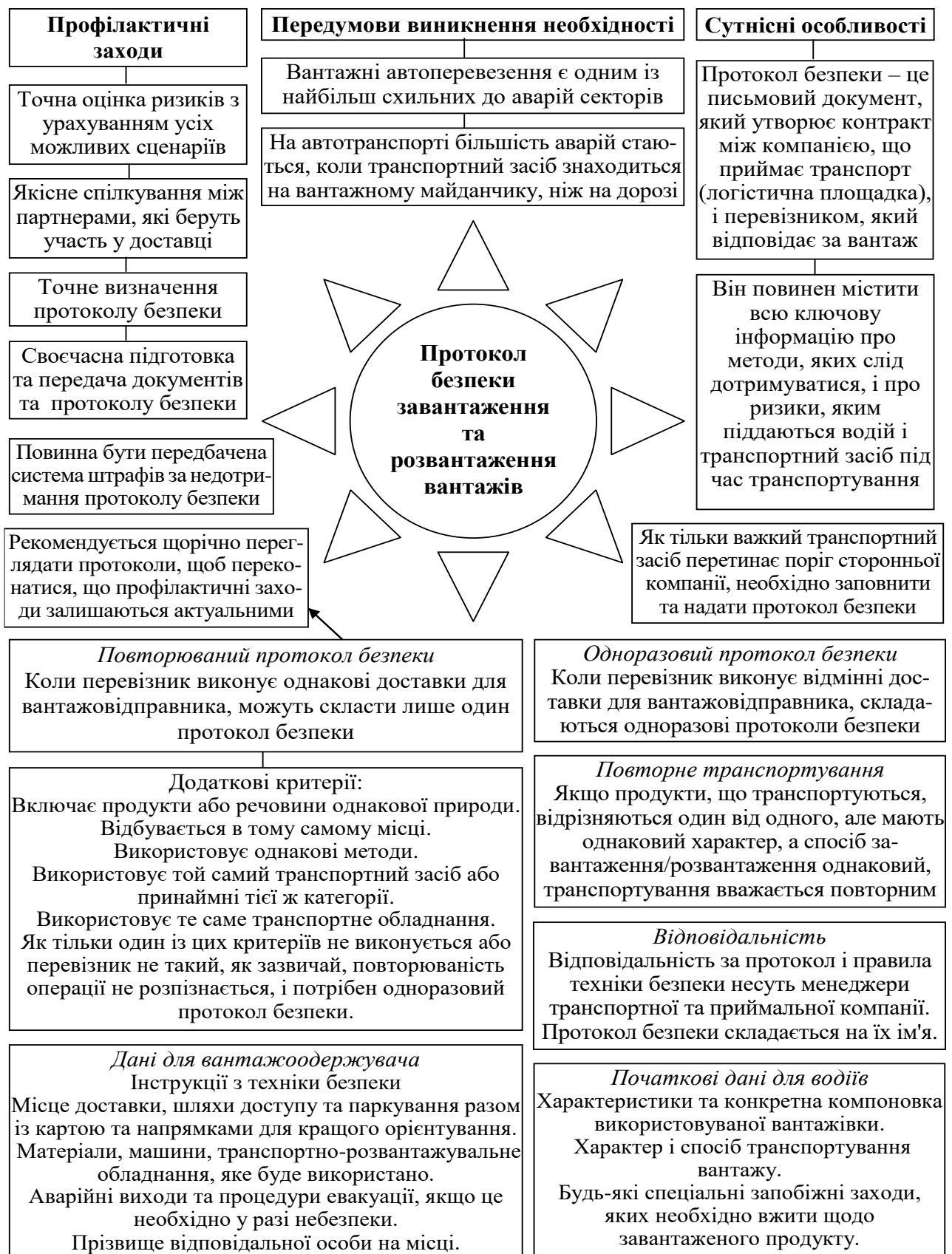


Рис. 2.14. Особливості використання протоколу безпеки завантаження та розвантаження вантажів

Джерело: згруповано авторкою за [187]

За результатами описаних у [188] семи найкращих практик, які потрібно застосувати для оптимальної безпеки навантажувально-розвантажувальних робіт на автотранспорті нами проведено відповідне групування із представленням на рис. 2.15.



Рис. 2.15. Найкращі практики, які потрібно застосувати для оптимальної безпеки навантажувально-розвантажувальних робіт на автотранспорті

Джерело: згруповано авторкою за [188]

Загалом при розробці сучасних систем доставки вантажів намагаються скоротити кількість, тривалість та вартість НРР. Наприклад, це можливо при доставці вантажів «від дверей до дверей», крос-докінгових операціях, перевезеннях в універсальних контейнерах, які активно використовуються в мультимодальних та змішаних перевезеннях. Тривалість проведення НРР також значною мірою залежить від структури вантажопотоку, виду вантажних одиниць та їх об'ємно-масових характеристик, вантажопідйомності та вантажомісткості транспортних засобів. Універсальна схема створення сучасних систем доставки вантажів наведена на рис. 2.16.

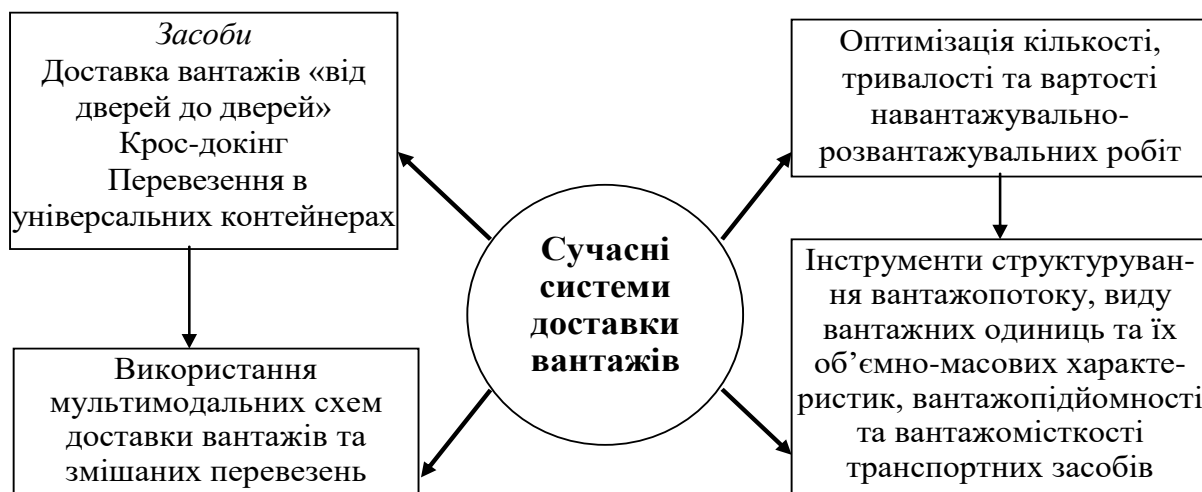


Рис. 2.16. Універсальна схема створення сучасних систем доставки вантажів

Джерело: розроблено авторкою

Схема класифікації навантажувально-розвантажувальних робіт за місцем виконання у процесі доставки представлена на рис. 2.17. Це може відбуватися у клієнтури та в транспортних вузлах. Логістичні оператори також можуть мати власні склади на території аеропортів, залізничних станцій, а також виконувати повний комплекс операцій з обробки вантажів в транспортних вузлах. НРР роботи в процесі перевезення є різноманітними та виконуються не тільки при безпосередньому завантаженні, розвантаженні та перевантаженні транспортного засобу, а й на складах, у вантажному дворі, на вантажному пероні.



Рис. 2.17. Схема класифікації навантажувально-розвантажувальних робіт за місцем виконання у процесі доставки

Джерело: розроблено авторкою

Також перед початком НРР із завантаження та вивантаження транспортного засобу іноді необхідно виконати підготовчі-заключні операції, наприклад, провести певну температурну обробку вантажу, обробку проти змерзання, або таку підготовку до розвантаження як відновлення сипкості вантажу. При завантаженні транспортного засобу тарно-штучними вантажами та засобами пакування обов'язково необхідно виконати швартування вантажів та закріплення засобів пакування, зокрема контейнерів.

На основі визначених у [189, с. 10] даних, що при перевезеннях вантажу автомобільним транспортом, витрати на виконання НРР складають біля 25–30 % від загальних витрат на доставку вантажу, а при невеликих відстанях перевезення вантажів більше 50%, доходимо висновку у необхідності створення більш оптимальних технологічних та організаційних рішень.

На основі визначених науковцями особливостей НРР визначимо особливості виконання НРР у процесі перевезення вантажу повітряним транспортом та за його участю. Технологічний процес перевезення вантажів за участю авіаційного транспорту включає різні технологічні схеми: на відправлення, на прибуття та трансфер, обробку вантажів навалом та у засобах пакування, а також окремими та консолідованими партіями. Також для різних

категорії спеціальних вантажів існують певні особливості у технології їх обробки та зберігання в аеропорту.

На рис. 2.18 представлено технологічну схему авіап перевезення вантажів на відправлення.

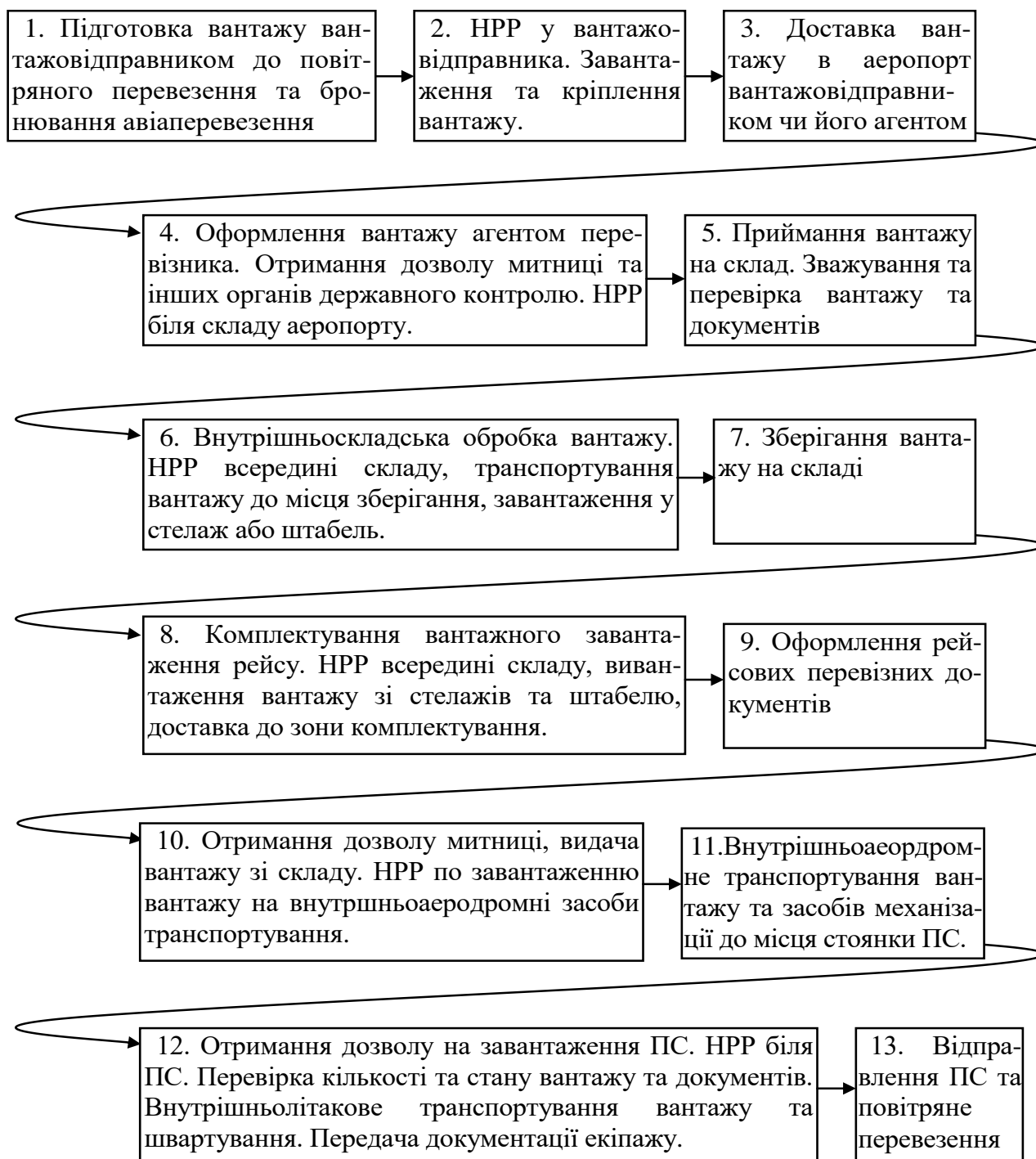


Рис. 2.18. Технологічна схема авіап перевезення вантажів на відправлення

Джерело: сформовано авторкою

Другий етап виконуються силами та засобами вантажовідправника, або уповноваженими ним експедитором, або логістичним оператором. Час доставки узгоджується з перевізником та службами аеропорту. Завезення вантажу в аеропорт виконується як правило автомобільним транспортом.

Час на завантаження ПС є обмеженим, НРР виконуються відповідно до технологічного графіку обслуговування ПС в аеропорту. НРР біля ПС виконуються силами та засобами аеропортів, перевізників, або хендлінгових агентів. За завантаження та розвантаження вантажу на ПС стягуються відповідні аеропортові збори.

В той же час технологічна схема при прибутті вантажу на повітряному транспорті включає технологічні операції, які наведено на рис. 2.19. НРР біля ПС виконуються силами та засобами аеропортів, перевізників, або хендлінгових агентів. Час на розвантаження ПС також є обмеженим. Розвантаження виконується у відповідності до технологічного графіку обслуговування ПС в аеропорту. НРР у вантажоодержувача виконуються силами та засобами вантажоодержувача або уповноважених ним осіб.

На інших видах транспорту при транспортуванні масових вантажів до цих технологічних процесів додаються процеси підготовки транспортного засобу до завантаження вантажу, що входить до обов'язків перевізника та процес очищення транспортного засобу після перевезення вантажу, що зазвичай входить до обов'язків вантажоодержувача.

Технологія обробки вантажів в трансферному аеропорту має свої особливості: вантаж обробляється спочатку по схемі прибулого вантажу, а потім як відправленого вантажу, за виключенням окремих технологічних операцій. Не виконуються операції видачі вантажу вантажоодержувачу та прийняття вантажу від вантажовідправника. Трансферний вантаж сортується, відокремлюється від прибулого вантажу та направляється на зберігання у трансферну зону, де чекає наступного рейсу. Потім трансферне завантаження об'єднується з початковим завантаженням та завантажується на наступний рейс.

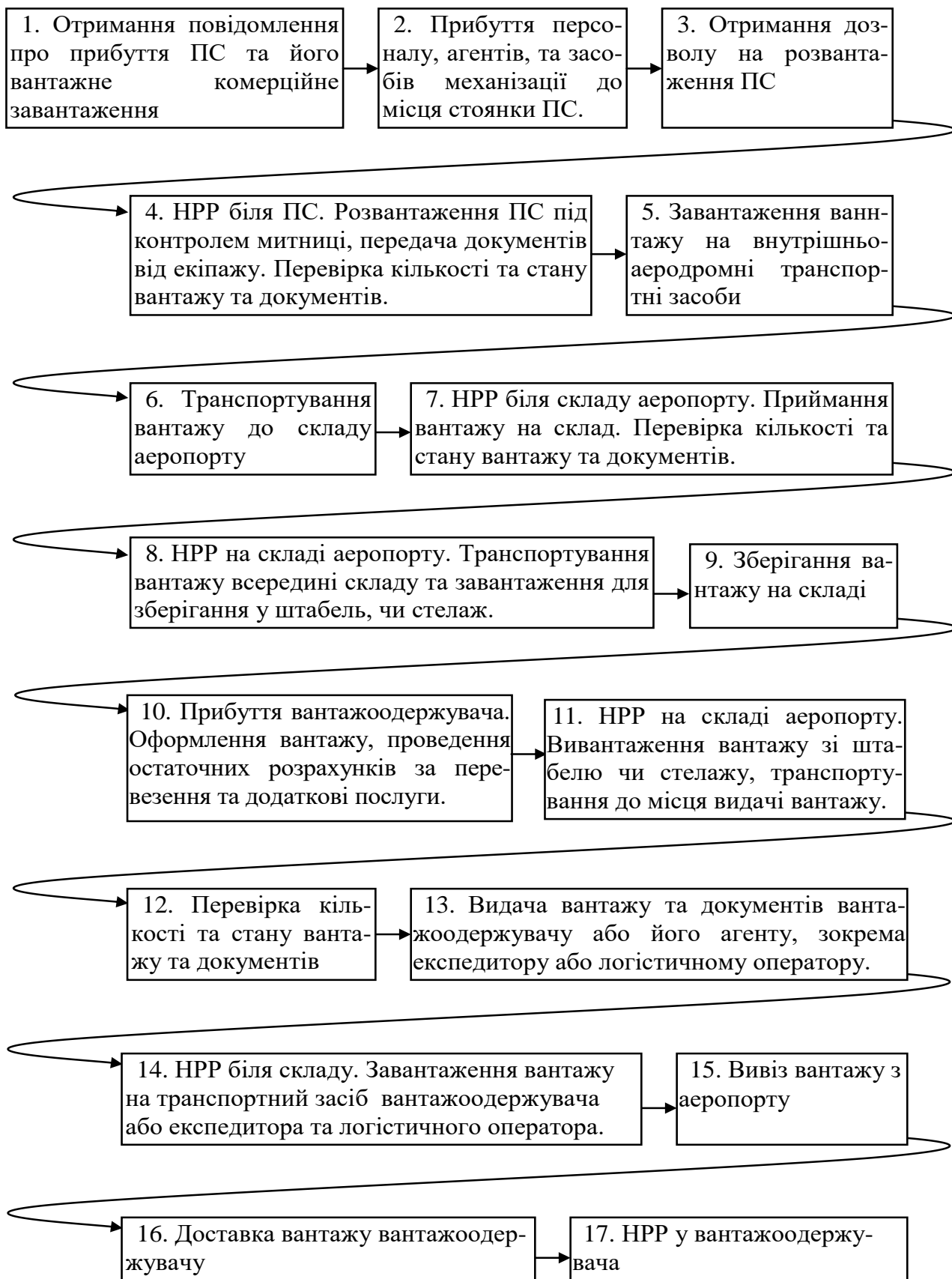


Рис. 2.19. Технологічна схема при прибутті вантажу на повітряному транспорті

Джерело: сформовано авторкою

Тобто процес обробки трансферного вантажу йде за схемою «ПС – склад аеропорту – ПС». Для забезпечення виконання цих процесів необхідний відповідний час стикування рейсів.

Мінімальний час трансферу залежить від технічних можливостей аеропорту трансферу, ступеню механізації та автоматизації технологічних процесів обробки вантажів та враховується при розробці маршруту авіаційного перевезення. Іноді в розвинених аеропортах світу обробка трансферних вантажів можлива за схемою «повітряне судно – повітряне судно».

При організації перевезення вантажу в авіаційних засобах пакетування (ULD) технологічна схема обробки вантажів на відправлення доповнюється додатковими операціями на складі вантажного терміналу: доставкою порожніх ULD в зону комплектування, завантаженням ULD. При завантаженні ULD враховуються пункти призначення вантажу, об'ємно-масові характеристики вантажу та його сумісність.

На ULD оформлюються відповідні документи, вони пломбуються, розробляється схема завантаження ULD у ПС. Потім вантаж в ULD перевантажується на внутрішньоаеродромні засоби механізації які призначені для транспортування ULD до ПС в тій послідовності, в якій вони будуть завантажені. Вантаж транспортується до місця стоянки ПС. При завантаженні перевіряються пломби, кількість ULD та документація. Завантаження ULD у ПС здійснюється за допомогою спеціальних засобів механізації.

Далі ULD переміщуються всередині вантажних відсіків ПС згідно зі схемою завантаження, встановлюються на певні позиції у ПС та закріплюються. В технологічній схемі обробці вантажів у ULD на прибуття всі операції виконуються у зворотній послідовності. Процес закінчується на складі аеропорту розвантаженням ULD та сортуванням вантажу та прийняттям його на зберігання.

Формування та розформування авіаційних ULD здійснюється на складах аеропорту. Вони мають специфічну форму та конструкцію, обмежене застосування та використовуються тільки для авіаційних перевезень.

Аеропорти мають спеціальні ділянки для зберігання ULD. Авіакомпанії, яким належать ULD, організують їх облік, своєчасний ремонт та організацію їх обігу.

Іноді повітряним транспортом також перевозиться вантаж у універсальних контейнерах, призначених для змішаних наземних, морських та повітряних перевезень. Ці перевезення можливі тільки на вантажних літаках достатньо великої вантажопідйомності. Такі контейнери обробляються без їх розформування та передаються одержувачу після перевірки цілісності пломб без перевірки кількості місць, стану й маси вантажу, що знаходиться у контейнері.

Повітряним транспортом вантаж перевозиться окремими та об'єднаними (консолідованими) партіями. Окрема партія вантажу – це одне або декілька місць вантажу, що перевозиться від одного вантажовідправника до одного вантажоодержувача та оформлена однією звичайною авіаційною накладною (AWB). Консолідацію, тобто об'єднання в одну партію різні більш дрібні партії вантажів окремих вантажовідправників зазвичай здійснює агент з обробки вантажу, або експедитор або логістичний оператор.

Слід відзначити, що за приналежністю засоби механізації можуть належати аеропортам, авіакомпаніям, хендлінговим агентам. Іноді, якщо у аеропорту або авіакомпанії чи хендлінгового агента немає відповідних засобів механізації, до НРР допускаються засоби механізації, які належать вантажовідправникам та вантажоодержувачам, після відповідного узгодження.

До засобів механізації для виконання НРР при перевезенні вантажів повітряним транспортом висуваються наступні вимоги:

- універсальність, тобто можливість транспортування та завантаження різних типів вантажних одиниць, включаючи авіаційні ULD та універсальні контейнери;
- можливість обслуговування різних типів ПС;
- швидкість та висока продуктивність;
- забезпечення цілості вантажу тари та упакування; економічність;
- зручність в експлуатації, ергономічність;

- екологічність;
- надійність, високий коефіцієнт технічної готовності;
- ремонтпридатність;
- тривалий термін експлуатації;
- дотримання вимог безпеки праці та пожежної безпеки.

Технологічна схема організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті представлена на рис. 2.20.

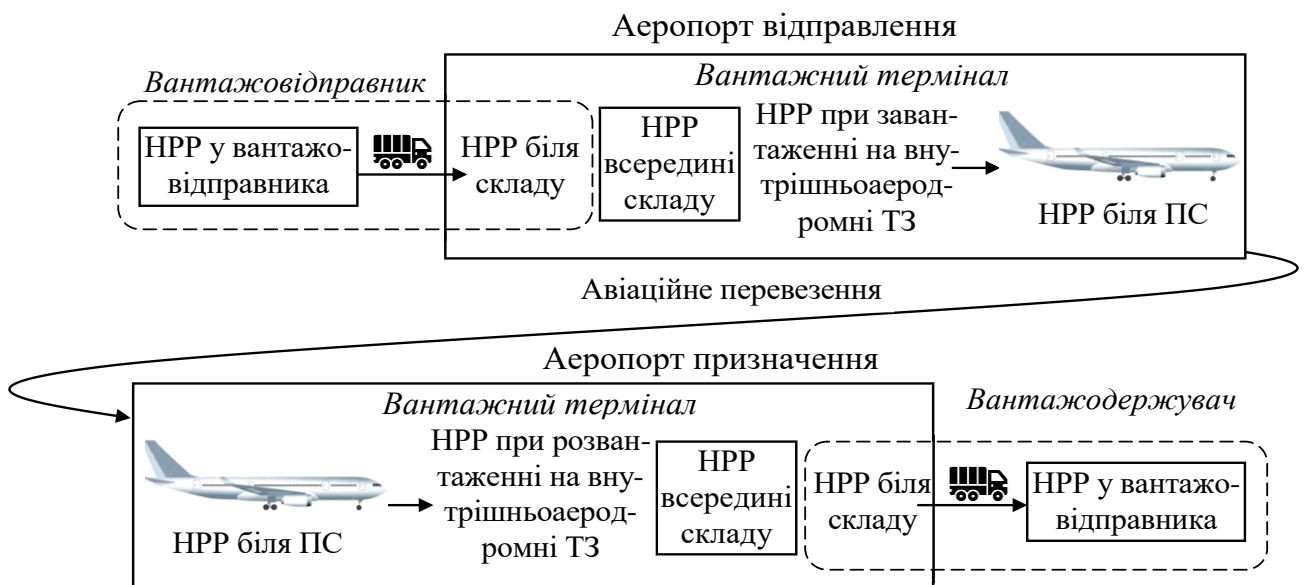


Рис. 2.20. Технологічна схема організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті
Джерело: сформовано авторкою

Технологія та засоби виконання НРР на транспортних терміналах, в тому числі й на повітряному транспорті також постійно вдосконалюються. Можна сформувані сучасні вимоги для процесів НРР на повітряному транспорті. Ці вимоги представлені на рис. 2.21.

Час стоянки ПС в аеропорту під навантажувально-розвантажувальними операціями обмежений та жорстко контролюється. Перевищення цього часу може призвести до затримки рейсу та претензіям збоку авіакомпаній до аеропорту.



Рис. 2.21. Сучасні вимоги для процесів організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті

Джерело: сформовано авторкою

Під час проведення НРР біля ПС та всередині ПС не повинно бути пошкоджено ПС або його обладнання, а також повинні бути дотримані усі вимоги міжнародних авіаційних організації до процесів обслуговування ПС в аеропорту, викладені, зокрема в документі IATA Airport Handling Manual (АНМ).

Вантажі не мають бути пошкоджені під час проведення НРР. НРР мають виконуватися відповідно до технології обробки вантажів, об'ємно-масових характеристик вантажних одиниць, особливостей тари та упакування. Несвоєчасне виконання однієї технологічної операції може призвести до збою в обслуговуванні ПС в цілому та затримки рейсу.

2.3. Дослідження комплексних проблем логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах

У нинішніх умовах виникає чимало проблем комплексного та системного характеру у проблемі логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах. Деякі дослідники, зокрема [190], наголошують на проблемі фрагментованості пропозиції мультимодальних перевезень в ряді країн, що вимагає обов'язкового залучення інтеграторів логістичних послуг. На рис. 2.22 представлено ключові завдання інтеграторів логістичних послуг.

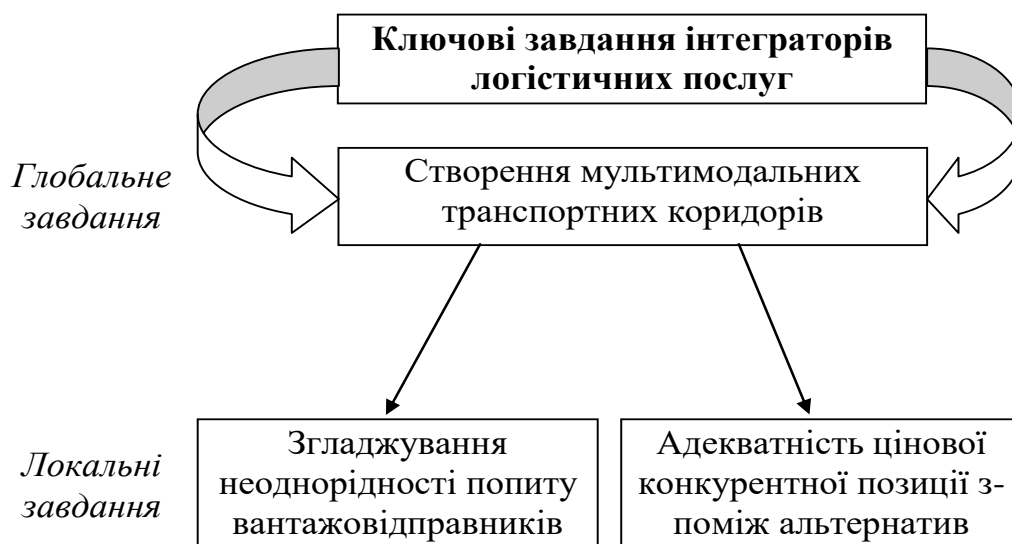


Рис. 2.22. Ключові завдання інтеграторів логістичних послуг

Джерело: згруповано авторкою за [190]

У якості інструментарію, який дозволив би вирішити загалом ключові завдання логістичних інтеграторів, як на глобальному, так і локальному рівні у [190] запропоновано дворівневу модель програмування для одночасної комплексної оцінки ціноутворення коридору та дизайну мережі обслуговування, рис. 2.23.

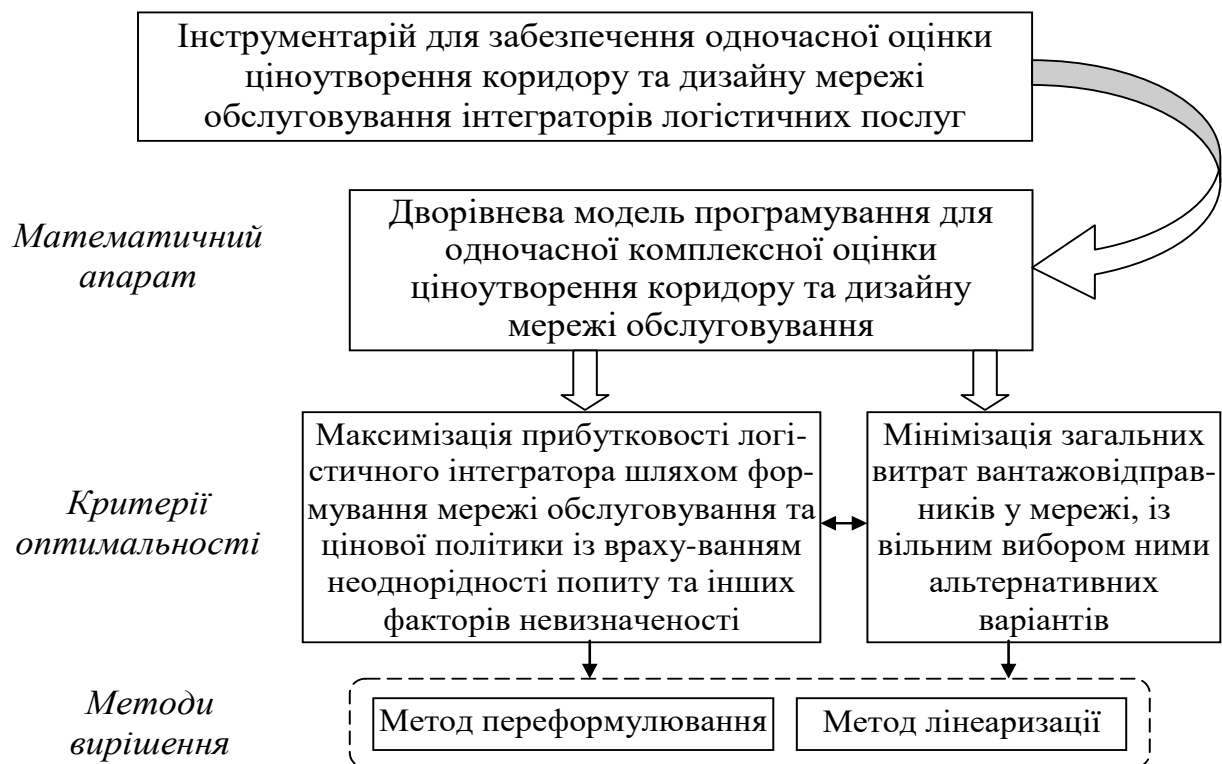


Рис. 2.23. Інструментарій для забезпечення одночасної оцінки ціноутворення коридору та дизайну мережі обслуговування інтеграторів логістичних послуг

Джерело: згруповано авторкою за [190]

Стимулювання розвитку мультимодальних вантажних перевезень повинно бути заснована на певних принципах. Так, у [191] запропоновані політики стимулювання розвитку мультимодальних вантажних перевезень. В багатьох аспектах можна погодитися із авторами, проте викликає сумніви пропонована політика зняття обмежень за максимальною масою дорожнього транспортного засобу для перевезень мультимодального вантажного перевезення, що може слугувати розвитку корупційної складової та руйнації дорожнього покриття.

Програми партнерської підтримки та грантів є загалом цікавим інструментом стимулювання розвитку мультимодальних вантажних перевезень та можуть бути активно реалізовані і у нашій країні. Нетарифні методи регулювання пов'язані із субсидуванням та звільненням від податків можуть бути дієвими лише за умови надзвичайно суворого контролю. Зняття обмежень на каботажні перевезення лежить у царині економічної безпеки країни і відповідно кожна країна має орієнтуватися на свої специфіки розвитку.



Рис. 2.24. Політики стимулювання розвитку мультимодальних вантажних перевезень

Джерело: згруповано авторкою за [191]

Обсяги перевезення збірних вантажів різними видами транспорту у світі постійно збільшуються. Цю послугу надають своїм клієнтам безліч транспортно-експедиторських підприємств та логістичних операторів. Поняття збірних вантажних відправлень існують майже на усіх видах транспорту, але в залежності від виду транспорту є свої особливості.

На зростання обсягів перевезень збірних вантажів різними видами транспорту та зростання популярності цієї послуги у експедиторів та логістичних операторів найбільше впливає зростання обсягів електронної торгівлі, коли виникає потреба в транспортуванні невеликих партій вантажів різним замовникам, навіть на великі відстані. Тобто обсяг партій поставок знижується, а транспорт та логістична галузь мають реагувати на потреби клієнтури. При чому дрібними відправками можуть транспортуватися товари як з низькою так із високою вартістю, а компанії постійно прагнуть вдосконалити свої ланцюги постачань.

Збірний вантаж може надаватися перевізникові не у вигляді окремих вантажних партій, а у вигляді консолідованої вантажної відправки, яка може бути непакетованою. Зокрема, це має місце на повітряному транспорті, коли консолідатор надає для перевезення перевізникові вже консолідовану та підготовлену для перевезення партію вантажу.

При виконанні контейнерних перевезень збірних вантажів існує таке поняття як Less than Container Load (LCL). Такий спосіб перевезення збірних вантажних відправлень найчастіше застосовуються на морському та залізничному видах транспорту, але може бути застосований й на автомобільному транспорті у разі організації контейнерних перевезень. На автомобільному транспорті при перевезенні збірних вантажів найчастіше застосовують таке поняття як Less than Truck Load (LTL).

Перевезення збірних вантажів мають свої переваги та недоліки як для перевізників так й для вантажної клієнтури. У [192] авторами, зокрема, визначені переваги доставки консолідованих вантажів для клієнтури при LTL перевезеннях вантажів автомобільним транспортом, але не приділена увага перевагам організації доставки консолідованих вантажів у консолідатора та перевізника та не враховані особливості інших видів транспорту.

Як відзначається у [193] у лютому 2024 року вперше на українському ринку доставка збірних вантажів відбувається централізовано через склад контейнерних вантажів (CFS), що дозволило її значно пришвидшити та здешевити.

Цікавим є досвід партнерської взаємодії на логістичному ринку України. В рамках партнерської взаємодії між компаніями Logist Office, Simple Cloud Solutions (SCS) та Логістичний ІТ Консалтинг (Logisticon) було запропоновано комплекс хмарних логістичних рішень. При цьому кожен із партнерів забезпечує свою частину роботи: Logist Office пропонує спеціалізовану платформу вибору вантажів та перевізників, Simple Cloud Solutions (SCS) запропонував нові хмарні рішення – Logisticon WMS, Logisticon Yard, Logisticon Kegelbahn та Logisticon Dashboard, а компанія Логістичний ІТ

Консалтинг (Logisticon) реалізовує ці хмарні рішення. Це одна із перших подібних альтернатив щодо реалізації єдиного робочого простору хмарних рішень для управління логістикою в Україні [194].

Один із розробників роботизованого обладнання та постачальник комплексних рішень для складу KAPELOU пропонує цілу низку інновацій. Зокрема, компанія запропонувала рішення для автоматизації фулфілмент-центрів, різні дворівневі конвеєрні системи, рішення для сортувальних центрів, складів, центрів та точок видачі замовлень [195].

Однією із ключових тенденцій останніх років стала централізація бізнесу для логістичних операторів. На початку 2024 року до цієї концепції прийшли і у одному із світових лідерів ринку «Kuehne+Nagel». Як очікується це дозволить підвищити загальну адаптивність компанії в умовах мінливості транспортно-логістичних ринків, в тому числі, і при реалізації системних інновацій, забезпечить глобальне фокусування та етапність, а також сприятиме кращій клієнтоорієнтованості [196].

Також існує що один спосіб консолідації та доставки збірних партій вантажів без довготривалого зберігання на складі як крос-докінг. У табл. 2.1 представлені опис та особливості крос-докінгу.

Таблиця 2.1

Опис та особливості крос-докінгу

Опис та особливості крос-докінгу	Джерело
Крос-докінг – це особливий спосіб обробки вантажопотоків, що дозволяє прискорити процес обробки вантажу на складі. Процеси приймання, сортування та відвантаження вантажів на складі здійснюються відразу без розміщення вантажу на зберігання. Іноді в процесі крос-докінгу здійснюється пряме перевантаження вантажу з одного транспортного засобу на інший.	Авторське визначення на основі [197– 199]
У більшості випадків готова продукція вивантажується з транспорту, що надходить (від постачальника) у приймальний док, сортується і комплектується на крос-докінговому терміналі й оперативно завантажується на транспортний засіб, що відбуває (покупцю або ритейлеру) у вихідний док.	Узагальнено авторкою за [198]
Склад для крос-докінгу створюється з точки зору оптимізації процесу обробки вхідних та вихідних товаропотоків, при наявності достатньої кількості наскрізних воріт. При цьому процес товароприймання повинен бути напряму пов'язаний із зоною експедирування, яка в свою чергу забезпечує безперебійний зв'язок із зоною відправлення для доставки клієнтурі.	Узагальнено авторкою за [199]

Існують різновиди схем крос-докінгу, які залежать від виду вхідних та вихідних вантажопотоків. В залежності від різних чинників можна класифікувати види крос-докінгу за різними ознаками, рис. 2.25.

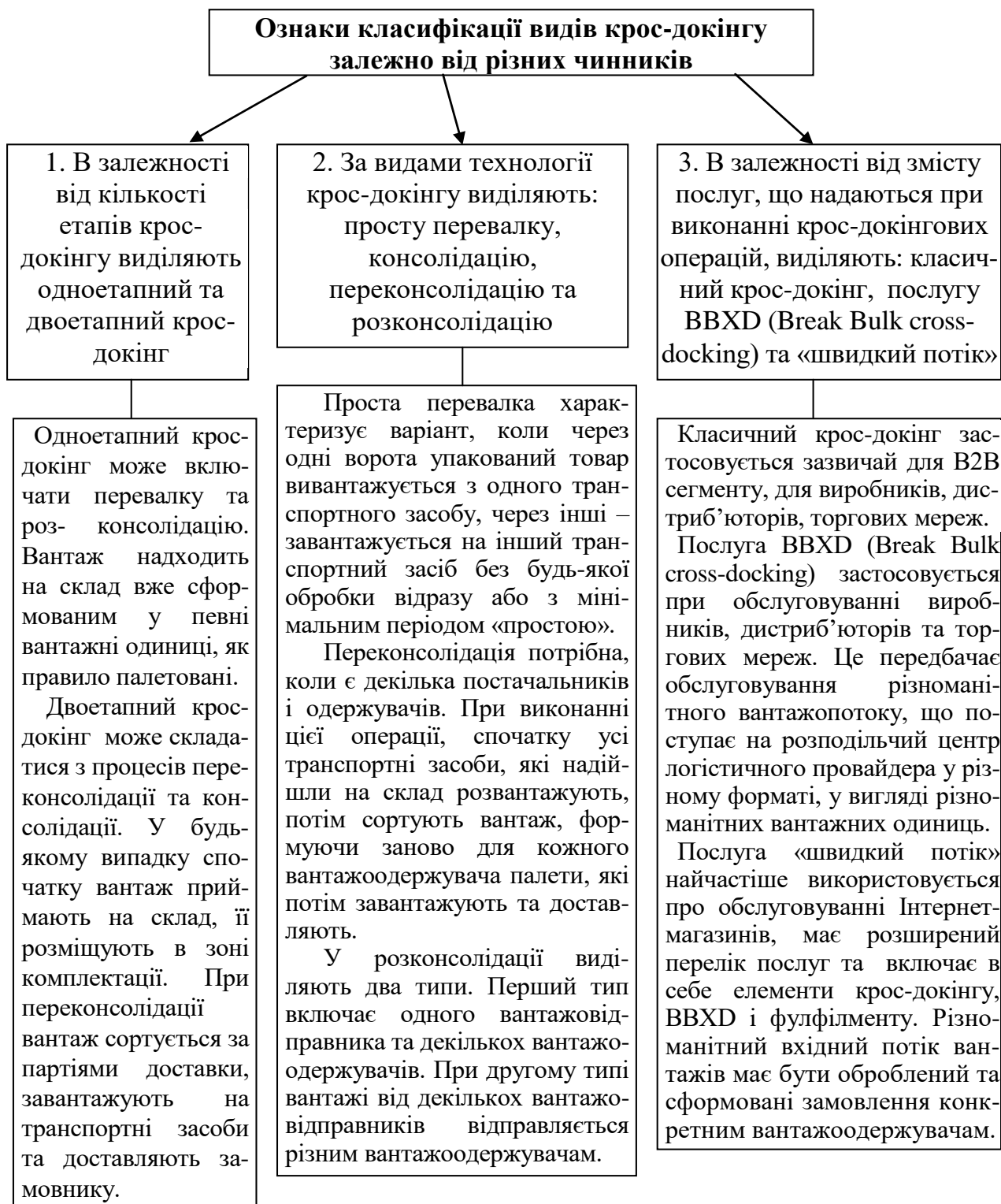


Рис. 2.25. Ознаки класифікації видів крос-докінгу залежно від різних чинників

Джерело: сформовано авторкою на основі узагальнення за [197–200]

Також, у одноетапному кросдокінгу при перевалці, вантаж приймають та без розміщення на зберігання перевантажують на транспортний засіб та відправляють. Якщо використовується розконсолідація, то вантаж призначений різними адресатами. В цьому випадку вантажна одиниця розформовується, сортується та відправляється різними транспортними засобами різними одержувачам. При двоетапному крос-докінгу процес консолідації включає об'єднання вантажу, який надійшов від різних перевізників в одну партію, завантажують та доставляють споживачу [198; 199].

При простій перевалці цей вид крос-докінгу ще називають безперервним, тому що організується безперервний і прямий вантажопотік, тобто відразу після розвантаження товару здійснюється його перевантаження на інший транспортний засіб. При консолідації вантажу кілька вантажовідправників відправляють вантаж одному одержувачу. Прим цьому формується єдине замовлення [200].

При послугі BBXD вантажопотік прямує від різних постачальників різними вантажоодержувачам, тому потребує розформування, сортування та формування партії поставки конкретному замовнику відповідно до його заявки. Ця послуга також призначена для обслуговування B2B сегменту.

При швидкому потоці компанія-замовник послуги повідомляє логістичному провайдеру перелік товарів, їх транспортні характеристики, склад конкретних замовлень та найменування та адресу вантажоодержувачів. Логістичний провайдер на основі цієї інформації формує замовлення, підбирає пакування та відправляє замовлення [198; 199].

Послуга швидкого потоку містить більше додаткових послуг, ніж звичайний крос-докінг та містить взаємодію з покупцем, зокрема приймання замовлення, консультації, організацію зворотної логістики. Усі питання з приймання товару й відправлень вирішує менеджер зі складу. Ця послуга вже застосовується для обслуговування сегменту B2C та широко використовується для обслуговування Інтернет-магазинів [198; 199].

Узагальнюючи [197–200] можна визначити, при обслуговуванні яких категорій вантажів найбільш ефективно реалізуються переваги крос-докінгу, рис. 2.26.

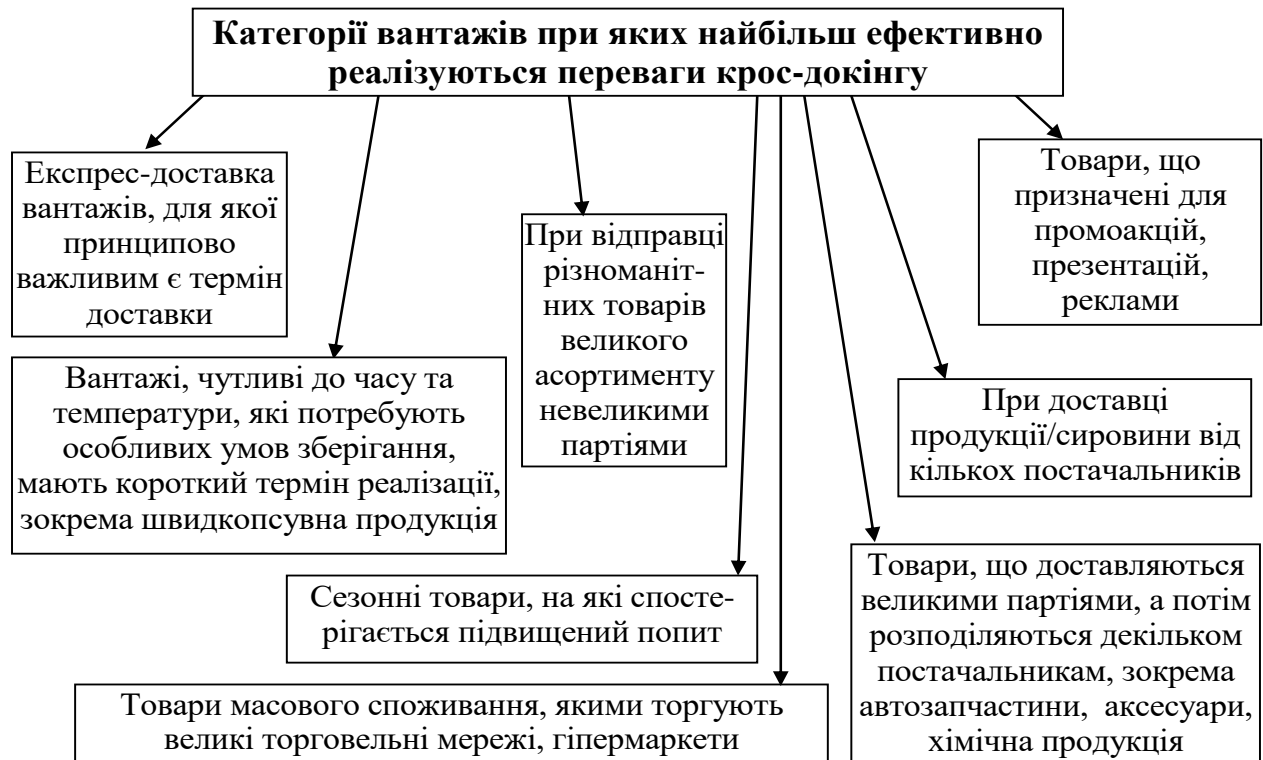


Рис. 2.26. Категорії вантажів при яких найбільш ефективно реалізуються переваги крос-докінгу

Джерело: узагальнено авторкою за [197–200]

Згідно з [199] крос-докінг термінали мають певні відмінності від звичайних складів, специфічне планування та обладнання. Це пов'язано з тим, що вони не призначені для тривалого зберігання вантажів, а для перетворення вантажопотоків, швидкого приймання вантажів та комплектації замовлень. Склад для крос-докінгу має більшу довжину будівлі для розміщення більшої кількості доків для автотранспорту з двох сторін. Ширина приміщення для крос-докінгу повинна складати третину від його довжини. Через значну довжину для крос-докінгу використовують I-, L-, H-, U-, T-подібні приміщення.

Також для ефективно організації сортування, комплектування та розподілення вантажопотоків на терміналі крос-докінгу необхідно

впровадження системи управління складом (Warehouse Management System), сучасних систем ідентифікації вантажів для прискорення процесів обробки вантажів та управління потоками транспортних засобів.

Технології крос-докінгу останнім часом застосовуються й в авіаційному транспорті у великих аеропортах-хабах при обслуговуванні експрес-перевезень вантажів, вантажів, чутливих до часу та температури, зокрема швидкопсувних вантажів, біологічних препаратів, живих тварин, цінних вантажів. При обслуговуванні цих видів вантажів в аеропортах всіляко скорочують у часі усі процеси наземної обробки вантажів, зокрема складську обробку. Крос-докінг має певні умови та переваги, рис. 2.27.



Рис. 2.27. Умови та переваги крос-докінгу

Джерело: сформовано авторкою за [197–200]

У практиці роботи логістичних операторів при обслуговуванні вантажопотоків, особливо при обслуговуванні Інтернет-торгівлі, широко застосовується надання послуги фулфілменту.

Узагальнюючи визначення фулфілменту, яке застосовується у практиці провідних логістичних компаній [201–204] можна визначити поняття фулфілмент як комплекс логістичних операцій з товаром з моменту оформлення замовлення покупцем і до отримання ним покупки. Тобто усі процеси по обробці замовлень постачальників і відправлення їх кінцевим споживачам передаються на аутсорсинг логістичним компаніям.

Як відмічається у [202] найбільш затребуваним сегментом послуги фулфілменту є B2C сегмент, зокрема Інтернет-магазини, але на українському ринку логістичних послуг відмічається тенденція зростання попиту надання послуг фулфілменту B2B сегменту. Це пов'язано з тим, що компанії, які надають послуги фулфілменту, беруть на себе повну відповідальність за усі процеси, пов'язані з прийманням та обробкою замовлень клієнтів, їх зберіганням, комплектацією та транспортуванням, а також надають послуги з реверсивної логістики [203].

Фулфілмент-оператори працюють не з усіма видами товарів. Зокрема можуть бути обмеження на деякі види товарів такі як алкоголь, тютюн, лікарські засоби, деякі види ювелірних виробів, квіти, окремі види швидкокопсувних товарів [201].

Найчастіше потребують послуг фулфілменту споживачі, який прагне скоротити витрати на логістику. Віддання цих послуг на аутсорсинг дозволяє суттєво скоротити витрати та не створювати власні структури. Особливо актуальним це є також для компаній, які працюють на міжнародних транспортно-логістичних ринках [201–206].

Послуги фулфілменту включають в себе досить широкий комплекс операцій які можна укрупнено представити як: обробку та комплектацію замовлень, складські послуги та доставку кінцевим споживачам. Дослідивши перелік послуг з фулфілменту, які надають споживачам провідні логістичні компанії [201–206] можна виділити ряд відповідних послуг. Послуги фулфілменту представлені на рис. 2.28.

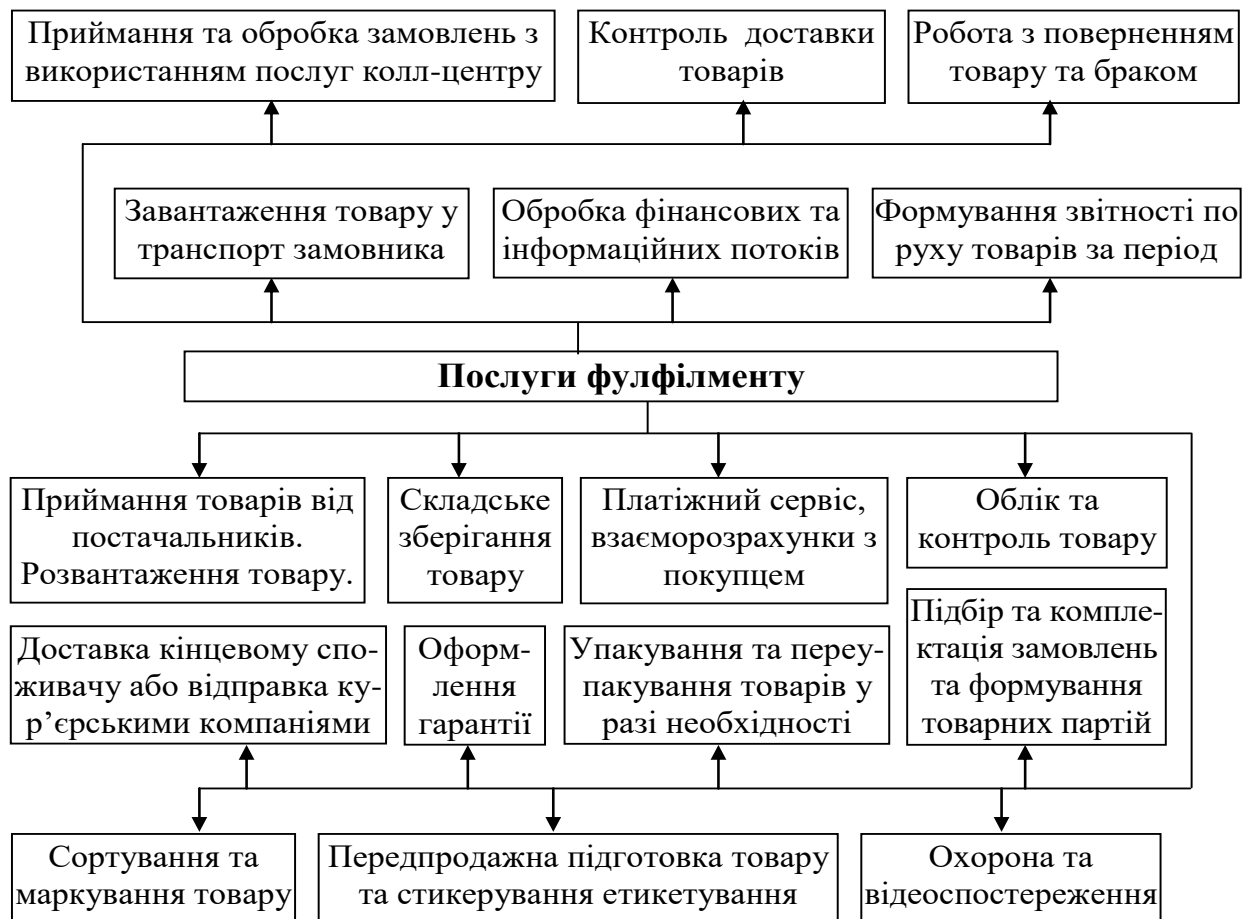


Рис. 2.28. Послуги фулфілменту

Джерело: сформовано авторкою за [201–207]

Як будь-які логістичні послуги, фулфілмент має свої переваги та недоліки. Узагальнивши досвід провідних логістичних операторів [201–206] можна виділити такі переваги фулфілменту:

1. *Суттєва економія на складських послугах.* Не треба орендувати склад. Економія на складському персоналі та обладнанні. Не треба витратити час на складські роботи. Оплата здійснюється лише за місце, що займає товар на складі. У вартість зберігання входить також додатковий комплекс послуг: прийом товару, розвантаження автотранспорту, внесення отриманого товару в базу даних, регулярні інвентаризації.

2. *Економія на оплаті роботи складських працівників, також немає необхідності навчати персонал.*

3. *Немає необхідності інвестицій в складське обладнання, навантажувально-розвантажувальну техніку та програмне забезпечення.*

4. *Безпечне зберігання.* Склад має охорону території, обладнаний системою відеоспостереження, протипожежної безпеки та сигналізації. Логістичний оператор несе матеріальну відповідальність за збереження товару на складі, йому передаються ризики збереження товару, товар застрахований у страховій компанії.

5. *Дотримання відповідних умов зберігання для певних видів товарів.* Склад має відповідати вимогам для зберігання певних груп товарів (підтримка температурного режиму вологості, дезінфекція, тощо)

6. *Висока швидкість обробки товару на складі.*

7. *Гнучка адаптація складського господарства під сезонні коливання попиту на товар.*

8. *Постійна наявність певного асортименту та запасу товарів у наявності на складі.*

9. *Зменшення персоналу замовника.*

10. *Спрощення роботи для власника Інтернет-магазину, мінімальна участь у всіх процесах.*

11. *Зменшення адміністративного навантаження на офіс замовника, не витрачається час на непрофільну діяльність компанії.*

12. *Скорочення термінів отримання замовлення покупцем.*

13. *Використання WMS-системи та сучасних засобів ідентифікації та маркування вантажу, автоматизація звітності, товар не загубиться на складі, зменшуються помилки у комплектації вантажу, залишки товару контролюються у режимі онлайн.*

14. *Незалежно від сезону, замовлення обробляються та передаються на доставку якісно та швидко.*

15. *Можливість самовивозу зі складу.*

16. *Швидка доставка, контроль кур'єрів, замовлення доставки, що дозволяє мінімізувати витрати на доставку, забезпечити швидку доставку на*

«останній милі». Немає додаткових втрат часу на те, що б отримати товар. Склади фулфілменту зазвичай знаходяться поблизу транспортних розв'язок. Провідні компанії мають широку географію розміщення складів.

17. *Надається комплекс консалтингових послуг.*

18. *Для постійних партнерів можуть бути застосована система знижок.*

19. *Зниження витрат на обслуговування торгівля в декілька разів, в залежності від виду товарів, особливо це стосується дрібно штучних товарів великого асортименту.*

Послуги фулфілменту потрібні не усім компаніям. За оцінками фахівців [206] потреби у послугах фулфілменту суттєво залежать від обсягів замовлень. Якщо обсяг замовлень складає до 50 замовлень/день – фулфілмент не потрібен. При такому обсязі сам Інтернет-магазин в змозі організувати доставку та усі логістичні процеси. При обсязі замовлень від 100 замовлень/день – послуга фулфілменту потрібна, оскільки сам магазин може не справитися із виконанням усіх операцій з обробки та організації доставки замовлень. При обсязі замовлень магазину від 3000 замовлень/день – фулфілмент також може бути вже не потрібен, оскільки магазину буде доцільніше мати свої потужності, оскільки власне обслуговування та доставка може мати нижчу собівартість.

За одним із рейтингів оцінюється якість управління корпоративною репутацією [207] де індикаторами виступають: репутаційна стабільність, атрикризова стійкість, медійна активність, іміджевий капітал корпоративної соціальної відповідальності та інноваційний підхід. У рейтингу логістичних компаній [208], табл. 2.2, лідером є Лемтранс. Також у першій п'ятірці є дві міжнародні компанії – Raben та Kuehne+Nagel та дві національні – Zammler та Delivery. «Лемтранс» займається переважно залізничним експедируванням вантажів [209]. Raben є великим глобальним логістичним оператором, штат працівників в Україні – понад 500 людей [210]. Те саме можна сказати і про Kuehne+Nagel [211]. Загалом до групи Zammler входить 5 компаній, які представлені 17 офісами у ряді країн світу [212]. Група компаній Делівері включає ТОВ «Делівері», «DelTruck» та «Delivery-International» [213].

Рейтинг якості управління корпоративною репутацією серед логістичних компаній [208]

№	Назва компанії	Репутаційна стабільність	Іміджевий капітал КСВ	Медіактивність	Інноваційний підхід	Антикриза року	Разом
1.	Лемтанс	46,33	46,00	47,00	44,33	46,67	230,33
2.	Raben	40,25	37,42	38,75	38,75	37,50	192,67
3.	Kuehne+Nagel	39,67	36,00	34,00	33,67	38,00	181,34
4.	Zammler	38,17	35,00	37,33	33,50	34,67	178,67
5.	Delivery	32,00	29,00	30,33	28,00	31,67	151,00

Ще одним помітним гравцем на ринку є «Лідер галузі 2014» – «Freight Transport Partner» [214]. Групу компаній Делівері слід відзначити як найбільш відкрити. Зокрема, нею публічно представляються індекси щодо КРІ [215].

Укрпошта є компанією яка активно змінює власну бізнес-модель останнім часом, активно розвиваючи нові стандарти доставки, перевезення по всьому світу, нові сервісні та фінансові послуги [216].

На основі найбільш популярних методик оцінювання КРІ [217–235] сформовано загальну схему оцінювання основних логістичних показників для логістичних компаній представлена на рис. 2.29. Слід відзначити, що надзвичайно складно оцінити логістичні компанії різних рівнів. Як підкреслює М. Ю. Григорак у [236, с. 275–278] ринки внутрішніх авіаперевезень, залізничних перевезень, контрактної логістики, внутрішньої експрес-доставки, експедирування морських та авіаперевезень України на сьогодні знаходяться на стадії зростання (фрагментація ринків та інтенсифікація конкуренції), причому перші два ринки – лише на початку цього етапу. І лише ринок міжнародної експрес-доставки знаходиться у переході до етапу консолідації, що включає загальну консолідацію галузі із підвищенням концентрації ринку. Нами у якості логістичних компаній розглядаються учасники ринків експрес-доставки експедирування та контрактної логістики. Хоча і тут повинно бути застереження, що наприклад показники транспортної логістики можуть бути отримані із оцінки ефективності власного парку транспортних засобів, чи відповідних парків перевізників, чи компаній-аутсорсерів.

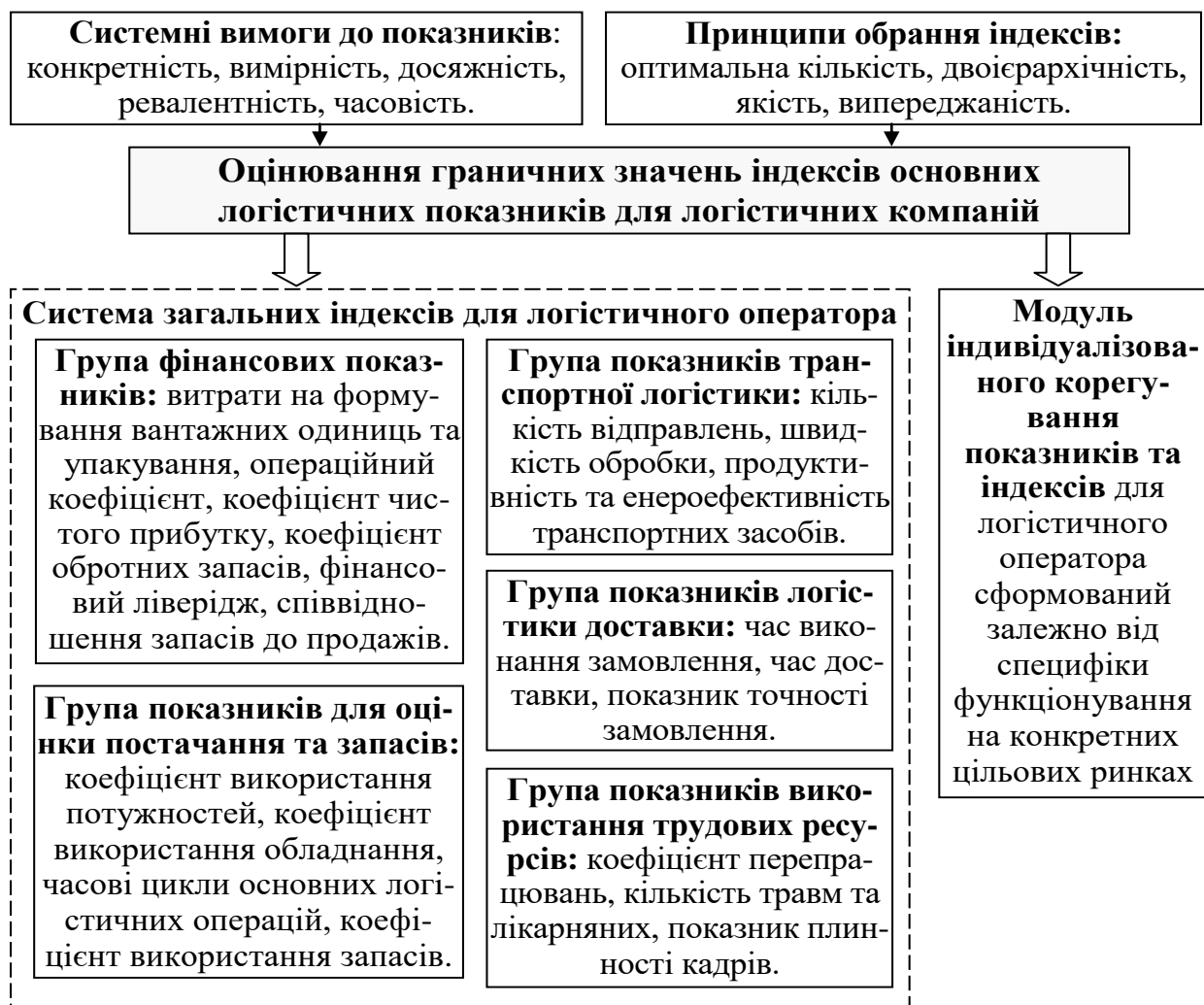


Рис. 2.29. Загальна схема оцінювання основних логістичних показників для логістичних компаній

Джерело: сформовано авторкою за [217–235]

Як відзначається у [237] Індекс NPS суттєво різниться залежно від типів компаній та галузей економіки і ніколи не досягає 100%. NPS із плином часу значно змінювався. У середині десятих років XXI століття лідерами були USSA, що представляв фінансовий сектор економіки США (83%), Amazon.com – онлайн-продаж (76%), а також USSA – автостраховання (74%).

Тоді ж, у 2015 році, показник NPS для лідируючих глобальних експедиторів становив 73–74% (UPS – 74%, FedEx – 73%, U.S. Postal Service – 73%). Вибивався із загального ряду лише DHL, у якого показник NPS становив лише 63% [237].

На сучасному етапі показник NPS, як відзначається у аналітичному звіті [238], повинен становити не менше 70%. У авіаційній сфері показники NPS в період поширення COVID-19, як правило, значно погіршувалися (в середньому на 24 пункти). Хоча одна із найгірших перевізників США за цим показником – United мала зворотну тенденцію та у неї цей показник навпаки зріс у 2020 році. Транспортний сектор, разом із туристичним, природно найбільше постраждав під час COVID-19 та показники NPS у його учасників впали на 22–28 пунктів.

У іншому рейтингу показника NPS [239] відзначається, що у 2023 році лідерами були компанія фінансового сектору Princeton Mortgage (98%) та виробнича компанія Tesla (97%). На 13 місці знаходиться перший представник транспортно-логістичного ринку – компанія Amazon (73%). Southwest Airlines, яка займає 15 сходинку має показник 71%, а JetBlue Airways Corporation – 68% (20 місце). Порівняльні показники NPS США у 2023 році аналізовані у [240] також говорять про те, що все менше брендів показують покращення, що є загалом природнім відбором.

Спираючись на зазначені раніше методики [217–235] та використовуючи методи експертних оцінок, методи факторного аналізу, в т.ч. метод головних компонент, а також враховуючи напрацювання представлені у [236, с. 275–278] сформовано базову систему граничних значень індексів основних логістичних показників для логістичних компаній за оцінками експертів та клієнтури (табл. 2.3). Визначені граничні значення індексів основних логістичних показників для логістичних компаній є більш прийнятними, ніж оптимальні значення, оскільки визначають діапазон показників у межах якого необхідно балансувати, а не лише найкращий варіант щодо функціонування. Загалом логістичні оператори повинні відповідати цим критеріям та їх індекси мають відповідним чином вписуватися у визначені діапазони. Верхньої межі діапазон фактично не має, він дорівнює 10 або 100%, проте слід пам'ятати що досягнення максимальних значень лояльності до клієнтури може досягатися за рахунок надмірного використання ресурсів, а отже процеси витрат та досягнення визначених показників повинні співвідноситися один із одним.

Базова система граничних значень індексів основних логістичних показників
для логістичних компаній за оцінками експертів та клієнтури
(сформовано авторкою на основі опитування клієнтів та оцінки експертів за
методиками [215; 217–235; 237–240])

Основні загальні логістичні показники для логістичних операторів		Основні показники, що прямо впливають на задоволеність клієнтів логістичних операторів	
Показник, вимірник	Діапазон	Показник, вимірник	Діапазон
Вчасна доставка до складу (%)	83,4–100	Відповідність ціни (%)	94–100
Вчасна доставка до дверей (%)	82,6–100	Загальна задоволеність доставкою (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	9,5–10
Прийняття онлайн-бронювань (%)	98,5–100		
Безпека від пошкоджень (%)	99,92–100	Задоволеність ціновою політикою (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	9,2–10
Абсолютно коректно процесно здійснена доставка (%)	99,91–100		
Цінова конкурентоспроможність (шкала від 1 до 10 за оцінкою експертів)	9,2–10	Задоволеність сервісом (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	9,5–10
Збережені запаси, які не були втрачені через крадіжку, псування або пошкодження (%)	99,91–100	Задоволених запитів на транспортування порівняно з необхідними (%)	99,92–100
Заповнюваність транспортних засобів повністю (%)	90–100	Готовність рекомендувати (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	7,0–10
Безпека від втрат (%)	99,993–100	Доставки без скарг клієнтів (%)	99,95–100
Безпомилкове завантаження та вивантаження (%)	99,93–100	Доставки без скарг по відправленням (%)	99,94–100
Послуги з доданою вартістю (шкала від 1 до 10)	9,2–10	Оперативна маневреність (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	8,5–10
Наявність тоннажу (шкала від 1 до 10 за оцінкою експертів)	9,5–10	Середній час пропозиції (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	9,1–10
Використовуваність складу (%)	80,3–100	Якість підтримки та спілкування (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	9,3–10
Використовуваність запасів (%)	92,5–100		
Правильно кодифіковане та марковане обладнання (%)	99,993–100	Рівень цифровізації (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	8,5–10
Забезпеченість планового рівня витрат на зберігання (%)	99,95–100	Ефективність кредитування клієнтури (шкала від 1 до 10 за відгуками клієнтів)	7,5–10

Також візуалізоване представлення окремих індексів, для кращої наочності, зроблено на рис. 2.30.

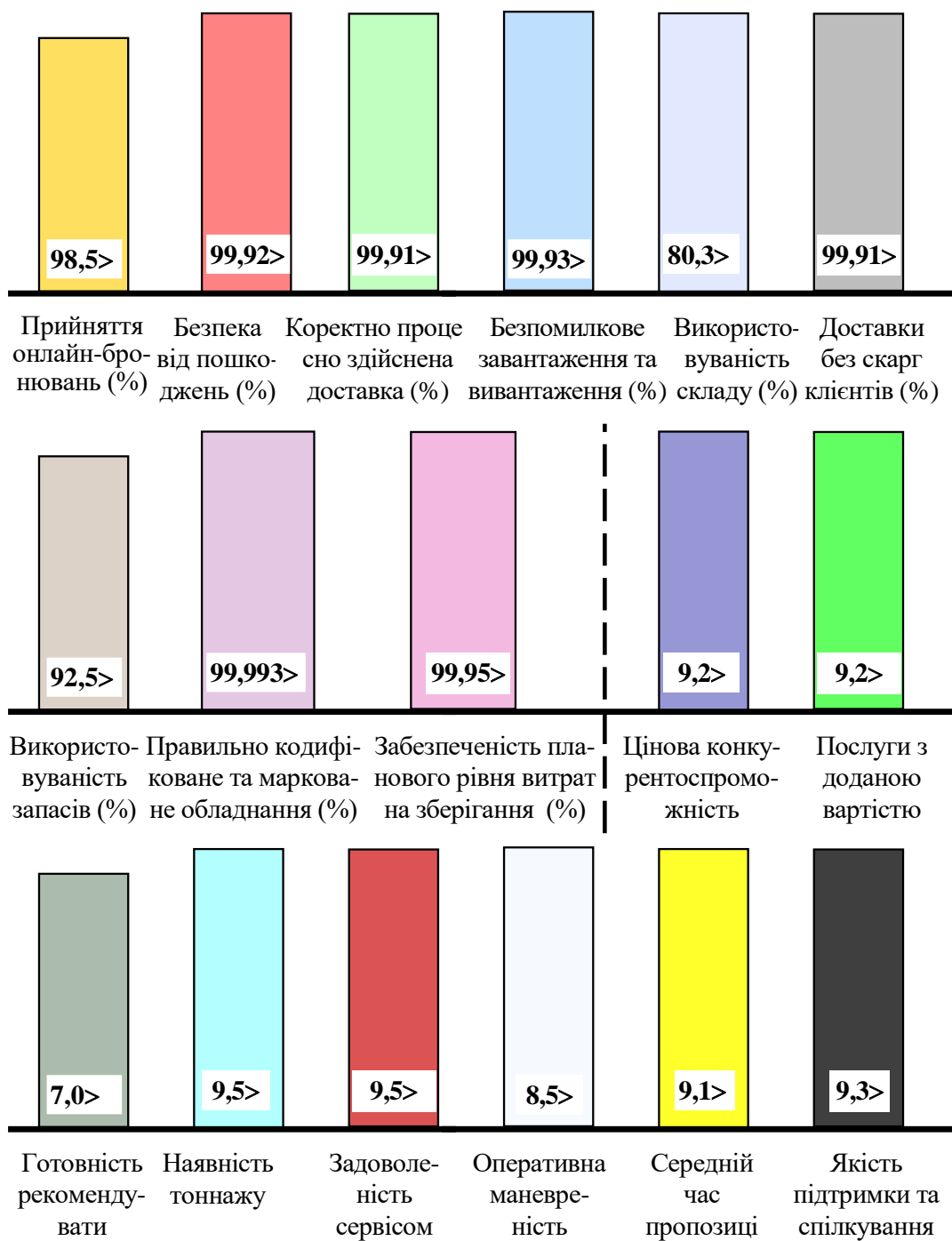


Рис. 2.30. Візуалізоване представлення окремих індексів основних логістичних показників для логістичних компаній за оцінками експертів та клієнтури
Джерело: сформовано авторкою на основі опитування клієнтів та оцінки експертів за методиками [215; 217–235; 237–240])

При цьому цільове значення слід розуміти як мінімально допустиме для ідентифікованого показника. Проте, це лише базова система та кожна логістична компанія повинна роботи індивідуальне доповнення до неї залежно від специфіки функціонування на конкретних цільових ринках.

2.4. Розроблення систем транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції

Створення раціональних систем транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту повинно відштовхуватися від загальних принципів консолідації із визначення відповідних переваг для всіх учасників.

Узагальнюючи та доповнюючи [192] можна виділити такі переваги консолідації вантажів для клієнта, консолідатора та перевізника при перевезенні консолідованих вантажів різними видами транспорту, рис. 2.31.



Рис. 2.31. Переваги консолідації вантажів для клієнта, консолідатора та перевізника при їх перевезенні різними видами транспорту

Джерело: узагальнено та доповнено авторкою за [192]

Взагалі, на усіх видах транспорту тарифна сітка побудована таким чином, що у випадку, чим менше відправка, тим буде вищою вартість перевезення, в тому числі на одиницю товару. Але вартість перевезення 1 м³ чи 1 кг кожної окремої відправки, що входить до збірної вантажу може бути нижче.

Консолідація дуже вигідна для замовників невеликих партій товарів, або товарів, замовлених у різних постачальників. Також перевезення відправки у складі збірної вантажу вигідно при доставці зразків продукції. Організація доставки товарів невеликими партіями дає можливість клієнту швидко реагувати на зміни на ринку при розширенні або зміні асортименту продукції.

Складська обробка вантажів на вантажних терміналах різних видів транспорту останнім часом доповнюється різними додатковими послугами та операціями з вантажем, зокрема його сортуванням, переупакуванням, заміною або додаванням холодоагентів, обслуговуванням вантажу, комплектуванням окремих замовлень, тобто послугами, що спрямовані або на забезпеченні цілості вантажу, або підготовкою його для зручного використання.

Перевізник економить доставляючи однією вантажівкою, або одним контейнером вантаж декільком замовникам. Для перевізника обробка однієї великої партії вантажу може бути менш трудомісткою, ніж обробка декількох невеликих вантажних відправлень. При перевезенні консолідованих вантажів, консолідатор несе відповідальність за кожну окрему партію вантажу з моменту приймання її від вантажовідправника до моменту видачі вантажоодержувачу, зокрема він несе також несе відповідальність перевізника. Він також відповідає за всі аспекти забезпечення безпеки вантажу.

Консолідатор також може надавати клієнту широкий перелік супутніх послуг, зокрема, страхування вантажу, митного оформлення, оформлення транспортної та товаросупровідної документації. Консолідатор також може забезпечити індивідуальний підхід до кожного клієнта, врахувати географію його постачальників, вимоги до маршруту доставки та умов перевезення. Тобто консолідатор на відміну від вантажного агента має набагато ширший перелік послуг та виконує більш складні функції у ланцюгу доставки вантажу.

Консолідація вантажів має також екологічний ефект на деяких видах транспорту, зокрема це відмічалось у [117; 192]. Але в цих роботах розглядався екологічний ефект від консолідації вантажів виключно на автомобільному транспорті. Узагальнивши и доповнивши результати цих досліджень, можна стверджувати, що екологічний ефект від консолідації вантажів проявляється не тільки на автомобільному а й на авіаційному видах транспорту за рахунок збільшення завантаження транспортного засобу, зменшення кількості рейсів, порожніх перевезень, що зменшує шкідливі викиди в навколишнє середовище.

Слід відзначити, що при організації транспортно-експедиторського обслуговування консолідація вантажів може мати певні особливості, які можуть проявлятися як недоліки та як умови, рис. 2.32.

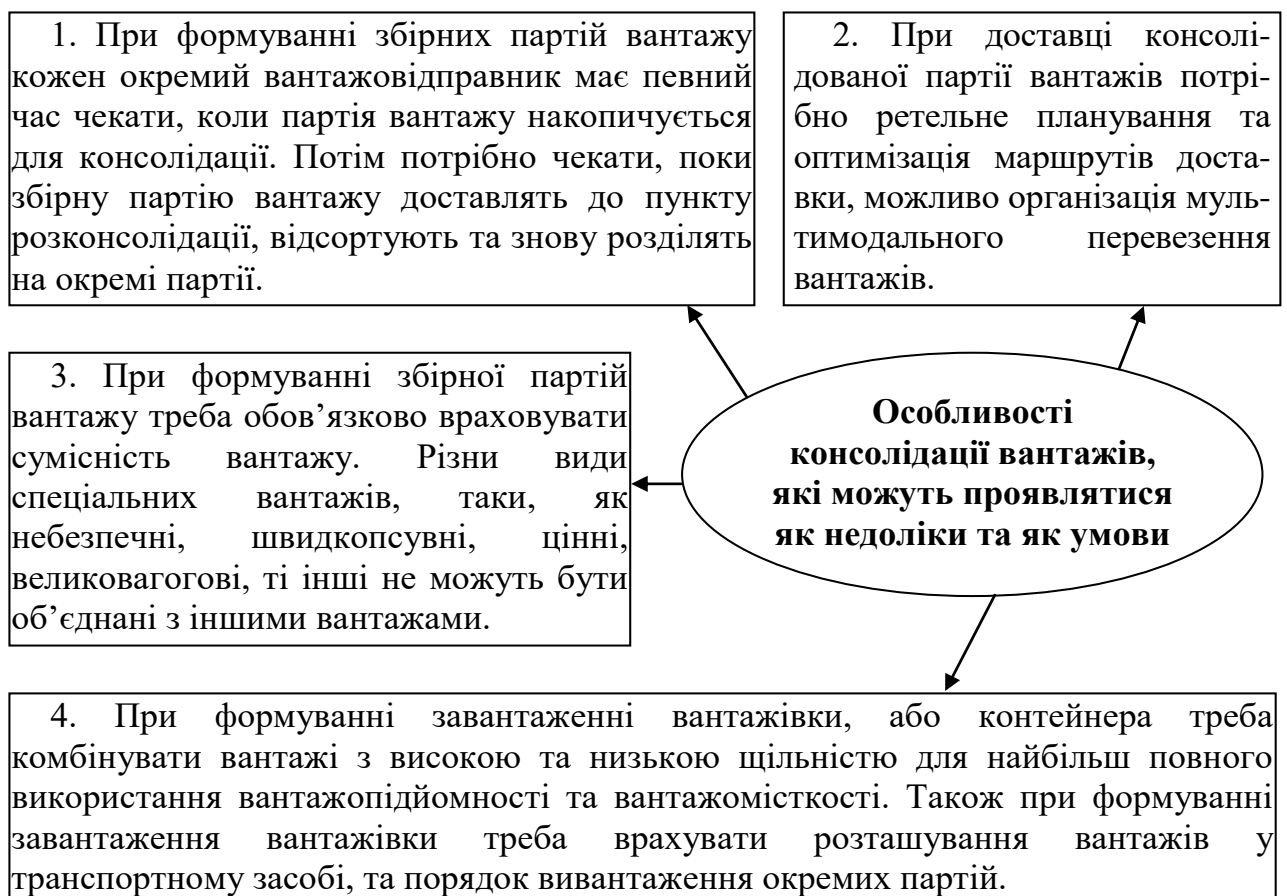


Рис. 2.32. Особливості консолідації вантажів, які можуть проявлятися як недоліки та як умови

Джерело: розроблено авторкою

Затримка в консолідації або розконсолідації може призвести до затримки в доставці окремих партій вантажу. Тому це треба враховувати при доставці термінових та швидкопсувних вантажів. Час доставки також суттєво залежить від розкладу руху транспортних засобів. Чим вище регулярність рейсів, тим вище можливість транспортувати невеликі партії вантажу з прогнозованим часом доставки. Консолідація вантажу має певні ризики. Часто вантажовідправник немає відповідних ресурсів для підготовки вантажу до перевезення, що потребує надання йому додаткових послуг. При консолідації та перевезенні збірного вантажу збільшується кількість операцій з навантаження та розвантаження вантажів, що може збільшити ризики пошкодження вантажу.

Для забезпечення ефективної обробки та доставки консолідованого вантажу потрібно належне інформаційне забезпечення, швидкість та правильність проходження інформації про вантаж, погодження маршрутів, узгодження умов постачання вантажів від різних компаній, оформлення належного пакету документів. Також оформлення транспортної та товаросупровідної документації на збірні вантажі є складною процедурою. Консолідатору вантажу треба забезпечити ефективне відстеження вантажу та безпеку перевезення.

Раціоналізація систем транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту також починається із визначення ролі авіаційної складової в конкретному перевезенні. Існує дуже багато нових технологічних рішень, які активно реалізуються саме у системах за участю авіаційного транспорту, зокрема, використовується техніка укрупнення в маніпулятивні одиниці, а також описані нами раніше консолідаційні заходи та доставка в ULD. Вже майже десятиліття реалізується цифровий митний процес для полегшення процесів служб експрес-доставки. Особливо широко приклади сполучення море-авіа реалізуються в Гонконзі, де є найбільший аеропорт світ – міжнародний аеропорт Гонконг та порт Гонконгу [143].

Оформлення консолідованої відправки при перевезенні повітряним транспортом має свої особливості. На кожен окрему вантажну відправку, що

входить до складу об'єднаної партії вантажу, оформлюється авіаційна вантажна накладна агента (House Air Waybill). Інформація по окремих вантажних відправкам заноситься до спеціального документу – агентського маніфесту (House Manifest). На кожен партію об'єданого вантажу оформлюється основна авіаційна вантажна накладна (Master Air Waybill). Консолідація вантажних відправлень здійснюється консолідатором до завезення вантажу в аеропорт.

Таким чином, підготовка до повітряного перевезення, оформлення та зберігання окремих вантажних відправок, що входять до консолідованої партії вантажів лежить на консолідаторові та окремих вантажовідправниках. Перевізник приймає консолідовану вантажну відправку на складі аеропорту відправлення вже від консолідатора на підставі основної авіаційної вантажної накладної. Вантажні накладні агента та агентський маніфест передаються перевізнику разом з іншими документами на вантаж.

Як відзначається у [241] залучення авіаційного транспорту до мультипольних перевезень призвело до створення т.зв. кватромодальних хабів, тобто транспортних вузлів де сполучаються одразу чотири види сполучення. Крім авіаційного це залізничне, морське або річкове та звичайно автомобільне. Кватромодальні хаби орієнтовані більше на регіональний рівень забезпеченості, (тримодальні більше схильні до місцевого рівня), а отже реалізується концептуальний підхід милі посередині. Більше того, існують приклади ефективної взаємодії тримодального вузла (автомобільний, залізничний, внутрішній морський вид сполучення) та бімодального за участю авіаційного транспорту (автомобільно-авіаційне сполучення), які розташовані недалеко один до одного [241; 242]. В теорії існують і пентрамодальні хаби, проте на практиці вони поки не забезпечують із різних причин сполучення між п'ятьма видами транспорту. До прикладів можна віднести Гамбург (Німеччина), Константа (Румунія), регіон Рейн-Рур (Німеччина), Пусан (Південна Корея), Куксхафен (Німеччина) та Барселона (Іспанія) [242].

Складність вирішуваних проблем зумовлює необхідність забезпечення комплексності заходів, що реалізуються, а також виникає потреба у наявності

забезпечувального кластеру. А отже, поставлене наукове завдання має бути вирішено із використанням поєднаних комплексного та кластерного підходів.

Існують певні обмеження при формуванні консолідованих партій вантажів на авіатранспорті, які описані Правилах повітряних перевезень вантажів [243] табл. 2.4.

Таблиця 2.4

Обмеження при формуванні консолідованих партій вантажів на авіатранспорті
(згруповано авторкою за [243])

Обмеження	Сутність обмеження
До об'єднаного вантажу не приймаються окремі вантажі	«...до перевезення в об'єднаних вантажах не приймаються: небезпечні вантажі (виняток складає сухий лід, який використовується як охолоджувач); живі тварини; швидкопсувний вантаж; цінний вантаж; дипломатичний вантаж; несупроводжуваний багаж, який перевозиться як вантаж; транспортні засоби; людські останки. Такі категорії вантажів можуть перевозитися в об'єднаному вантажі, якщо вантажне відправлення цілком складається тільки з предметів кожної із зазначених категорій...».
Розконсолідація об'єднаної партії вантажу за домовленістю	п. 5 передбачена ситуація, коли авіаперевізник за домовленістю може здійснювати розконсолідацію об'єднаної партії вантажу та видачу окремих вантажних партій. В цьому випадку перевізник має бути зазначений в основній авіаційній вантажній накладній як вантажоодержувач.

Видача консолідованої вантажної відправки здійснюється перевізником особою, яка зазначена в основній вантажній накладній як вантажоодержувач. Перевізник не відповідає за видачу окремих вантажних відправок, що входять до консолідованої партії. Розкомплектування об'єднаної вантажної відправки здійснює консолідатор на підставі вантажних накладних агента після вивезення відправки з аеропорту призначення та доставки її на свій склад. Процеси консолідації вантажів у практиці різних логістичних операторів та транспортно-експедиторських підприємств при доставці різними видами транспорту можуть суттєво відрізнятись. Узагальнюючі практику різних логістичних операторів можна відлити основні етапи та схеми консолідації вантажів та доставки збірних відправлень. На рис. 2.33 представлено види консолідованих вантажних відправлень на авіаційному транспорті.

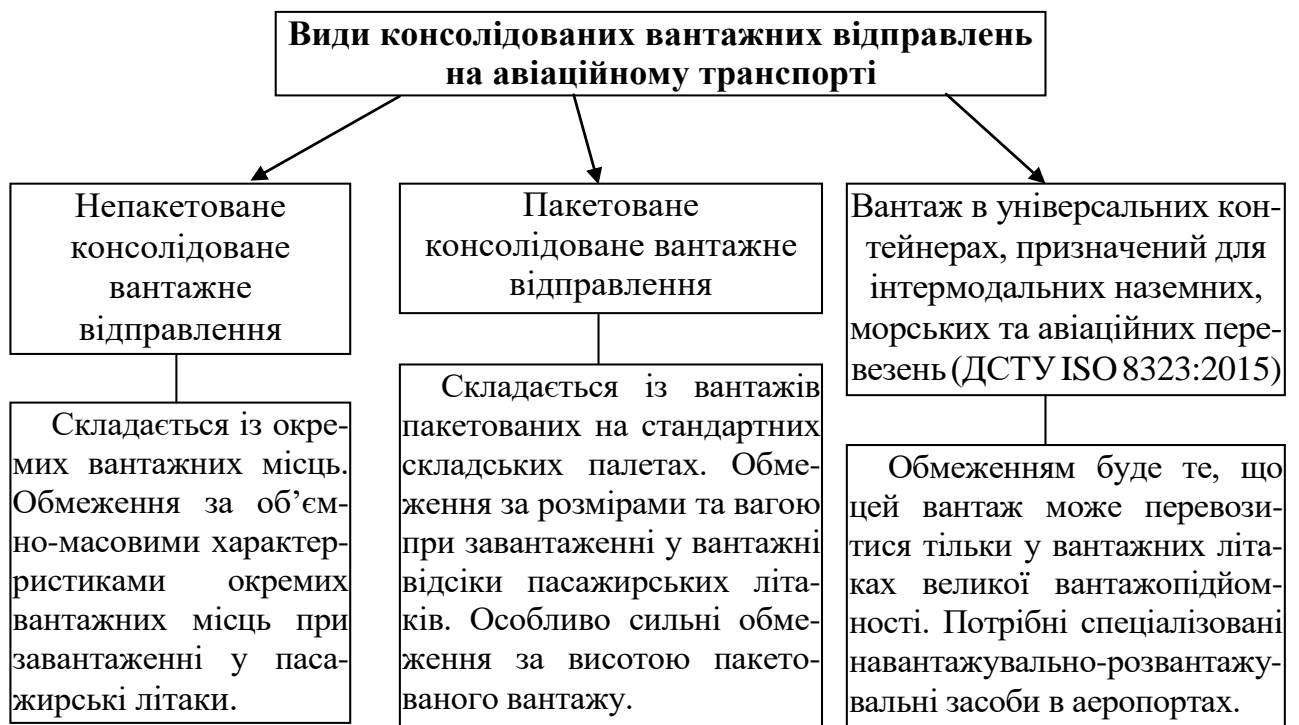


Рис. 2.33. Види консолідованих вантажних відправлень на авіатранспорті

Джерело: розроблено авторкою

Можна виділити такі основні схеми доставки консолідованих вантажів:

1) Вантажовідправник – склад консолідатора – транспортний термінал пункту відправлення – транспортний термінал пункту призначення – склад консолідатора – вантажоодержувач (рис. 2.34). Така схема доставки застосовується при перевезенні збірних вантажів магістральними видами транспорту та потребує мультимодального перевезення, оскільки доставка вантажів від складу консолідатора до транспортного терміналу та навпаки здійснюється найчастіше автомобільним видом транспорту. Доставку вантажів до складу консолідатора пункту відправлення та від складу консолідатора пункту призначення можуть здійснювати як сама вантажна клієнтура, так і консолідатори вантажу. Також найчастіше використовується автотранспорт. З розвитком логістичних послуг, склади консолідаторів можуть знаходитися також на території транспортних терміналів різних видів транспорту;

2) Вантажовідправник – склад консолідатора пункту відправлення – склад консолідатора пункту призначення – вантажоодержувач. Така доставка збірних вантажів здійснюється найчастіше автомобільним видом транспорту. Ця схема

та її можливі різновиди досить детально викладені у дослідженні [192], як зазначено, можливо широке використання збірно-розвізних маршрутів в пунктах відправлення та призначення, можлива наявність одного або декількох вантажовідправників та вантажоодержувачів, також самі вантажовідправники та вантажоодержувачі можуть виступати у якості консолідаторів.

3) Склад консолідатора пункту відправлення – склад консолідатора пункту призначення. В цьому випадку доставка вантажів до складів консолідатора здійснюється самими вантажовідправниками та вантажоодержувачами найчастіше також автомобільними видом транспорту;

4) Вантажовідправник – склад консолідатора пункту відправлення-склад консолідатора пункту призначення або склад консолідатора пункту відправлення-склад консолідатора пункту призначення-вантажодержувач. Різновиди другої схеми доставки, коли неможливо або недоцільно доставити вантаж до та з складів консолідації.

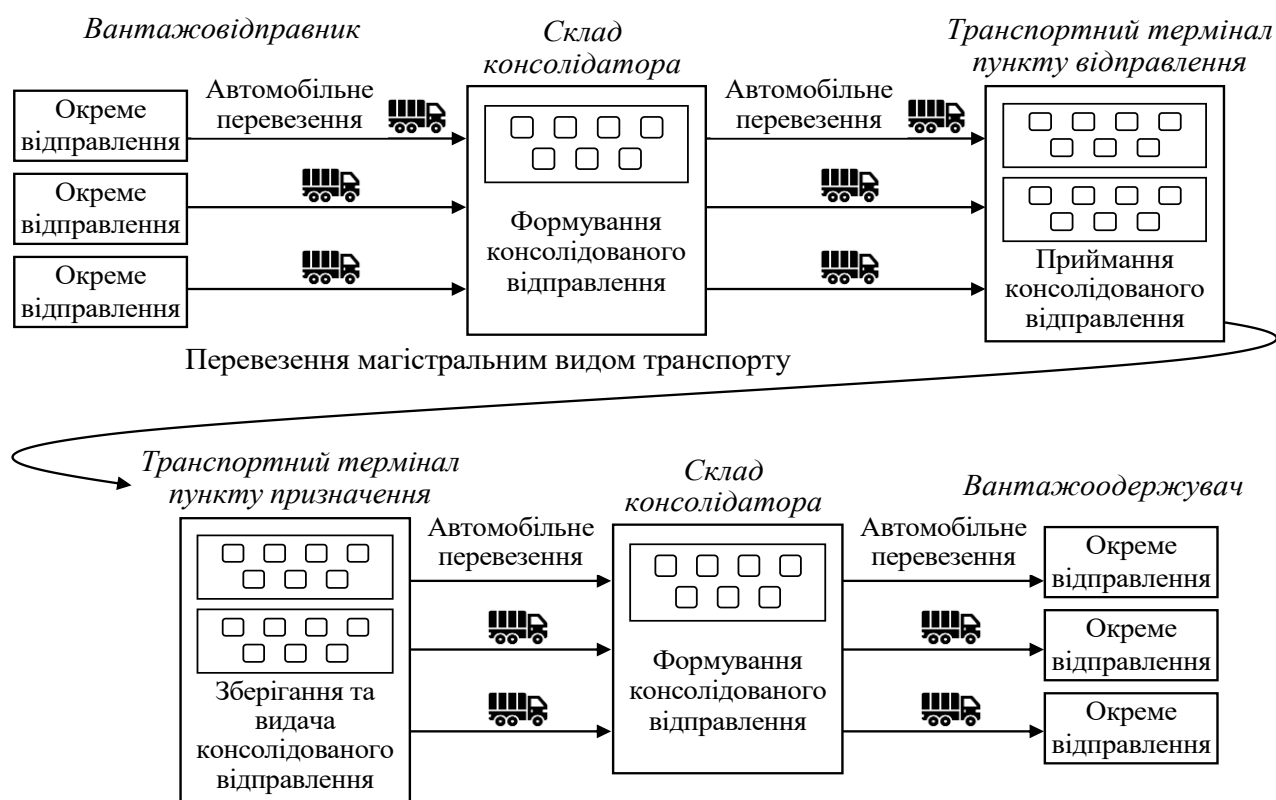


Рис. 2.34. Загальна схема мультимодального перевезення консолідованих вантажів

Джерело: розроблено авторкою

При доставці збірних вантажів за допомогою автомобільного транспорту може не використовуватися консолідаційний склад. Зокрема, у практиці логістичних операторів [244], використовують такі способи доставки збірного вантажу як дозавантаження та пулінг. При організації дозавантаження перевізник об'їздить вантажовідправників по узгодженому маршруту та поступово дозавантажує транспортний засіб. Такий же принцип може бути використаний при розконсолідації збірних відправлень без використання складу. Перевізник поступово об'їздить вантажоодержувачів з видачею кожному свого окремого вантажного відправлення. Для реалізації такого способу доставки перевізник формує різні збірно-розвізні маршрути. Приклади цих маршрутів досить детально описані у дослідженні [192].

При організації збірно-розвізних маршрутів доставки консолідованих вантажів оформляється єдиний договір для всіх відправників, у якому вказуються назви та об'ємно-масові характеристики усіх відправлень та реквізити усіх відправників і одержувачів [244].

При пулінгу використовуються спеціальні онлайн платформи, де кожен відправник може забронювати місце для певного об'єму вантажу у кузові певного транспортного засобу [244]. При цьому використовується інша схема тарифікації. При досягненні певного рівня завантаженості транспортного засобу, кожен вантажовідправник отримує спеціальний знижений пулінг-тариф, незалежно від кількості вантажу. Для реалізації цієї схеми необхідно синхронізувати графіки доставки, що передбачає участь як вантажовідправників, так й перевізників та ритейлерів. На ключовому значенні пулінгу тари наголошено і у [245; 246].

Для здійснення процесів консолідації та розконсолідації вантажів та надання комплексу супутніх логістичних послуг консолідатори мають у своєму розпорядженні різноманітні склади, зокрема митні склади класу А достатньої площі, забезпечують різні умови зберігання різних категорій вантажів, мають власний або орендований парк автомобілів для доставки вантажів, відповідні засоби механізації та автоматизації, необхідний обмінний фонд контейнерів.

2.5. Висновки за розділом 2

1. Для здійснення оцінки факторного впливу на процеси забезпечення взаємодії видів транспорту при організації доставки вантажів було запропоновано критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції, який формують групи теоретико-методичних принципів із наукового обґрунтування оптимізаційних процесів вантажних авіаперевезень, визначені аспекти, у яких проявляються інтеграційні процеси на авіаційному транспорті, а також фактори, що характеризують можливості кожного виду транспорту з точки зору обслуговування вантажопотоків.

2. Здійснений аналіз структури частки модального розподілу ряду країн світу. Було охарактеризовані також контейнерні перевезення вантажів, що обслуговуються автомобільним, залізничним та внутрішнім водним сполученням. Представлено модальний розподіл вантажних перевезень за групами товарів. Також представлений згрупований критичний аналіз трендів на ринках авіаційних вантажних перевезень та логістичного обслуговування загалом.

3. Підвищення ефективності обслуговування вантажопотоку в різних технологічних процесах досягнуто шляхом використання раціональних систем організації комплексної механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. При цьому було запропоновано ряд схем організації навантажувально-розвантажувальних робіт за місцем виконання у процесі доставки вантажів.

4. Здійснене формування схеми оцінювання основних логістичних показників та базової систему граничних значень індексів для цих показників логістичних операторів в умовах міжнародної інтеграції вдалося реалізувати після ретельного дослідження комплексних проблем логістичного управління у складових перевезення, складування та обробки вантажопотоків у міжнародних

транспортних системах. При цьому були встановлені ключових завдання та інструментарій для забезпечення одночасної оцінки ціноутворення коридору та дизайну мережі обслуговування для інтеграторів логістичних послуг, здійснено опису та особливості інструментів крос-докінгу та фулфілменту як елементів контрактної логістики.

5. Для досягнення максимально якісної інтеграції авіаційного транспорту до міжнародних систем доставок були реалізовані системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції. Ці системи засновані на загальних принципах консолідації для клієнта, консолідатора та перевізника, як учасників процесу перевезення консолідованих вантажів різними видами транспорту, також були визначенні особливості консолідації вантажів, які можуть мати нейтральний чи негативний характер, або як умови, або як недоліки. Запропоновані характеристики видів консолідованих вантажних відправлень на авіатранспорті, що загалом дає можливість узагальнити схему мультимодального перевезення консолідованих вантажів.

6. Загалом, за результатами дослідження, не було виявлено дієвих методів та моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, що і спричинило необхідність реалізації пропонованого у роботі комплексно-кластерного підходу, а також ефективних методів та моделей щодо організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Основні результати дослідження по цьому розділу було опубліковано в працях авторки [148–152; 155–157; 247–248].

РОЗДІЛ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ КОМПЛЕКСНО-КЛАСТЕРНОГО ПІДХОДУ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

3.1. Обґрунтування технологічних процесів вантажних перевезень за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції

Реалізація комплексно-кластерного підходу до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції повинна носити системний характер. В рамках цього процесу спочатку проведено обґрунтування технологічних процесів вантажних перевезень за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції необхідно почати з відповідних дій щодо консолідованих вантажів. Згідно з практикою різних логістичних операторів та транспортно-експедиторських компаній, яка розглянута у [249–255], а також на основі узагальнення та доопрацювання можемо стверджувати, що процес формування консолідованих відправлень та доставки консолідованих вантажів включає наступні етапи:

1. Кожен конкретний клієнт, якій бажає перевезти вантаж у складі збірної партії надсилає консолідатору замовлення на доставку та надає усю необхідну інформацію про вантаж, маршрут та умови перевезення, узгоджує перелік послуг та ціну на доставку вантажу.

2. Вантаж готується до перевезення, упакується, маркується, оформлюються необхідні товаросупровідні документи. Клієнт або може зробити це сам, або доручити це логістичному оператору або експедитору.

3. Приймання вантажу від клієнта. Може здійснюватися безпосередньо у вантажовідправника, а експедитор потім доставляє вантаж на склад для консолідації, або клієнт може самостійно доставити партію вантажу до складу і приймання вантажу здійснюється на складі консолідатора. У процес приймання вантажу оцінюється його фактичний стан, вантаж зважується, перевіряється

кількість місць, тара та упакування, маркування, наявність товаросупровідних документів.

4. На складі консолідатора проводиться сортування вантажу за ознаками. Формуються вантажні одиниці, для чого може здійснюватися додаткове упакування, палетизація вантажу, а також його додаткове маркування.

5. Безпосереднє зберігання та накопичення різних партій вантажу для консолідованої відправки.

6. Визначають партії вантажу, які можуть бути завантажені та транспортуватися разом, підбирають супутні партії вантажів для завантаження контейнера, а також вантажівки. При підборі партій вантажу обов'язково враховують його властивості, об'ємно-вагові характеристики, пункти призначення, розташування вантажоодержувача та ін.

7. Наступним етапом є підбір транспортних засобів, розробка оптимального маршруту доставки, розробка розкладу руху та графіків заведення-вивезення вантажів, враховується періодичність перевезення.

8. Обов'язково оформлюються товарно-транспортна, митна, страхова та інша необхідна документація на усю збірну партію вантажів. Вся консолідована партія вантажів оформлюється одним загальним транспортним документом, але кожен консолідовану партію супроводжують транспортні та товаросупровідні документи, які оформлюються на кожен окрему партію вантажу.

9. Виконується завантаження консолідованого вантажу у контейнер або вантажівку.

10. Митне оформлення консолідованого вантажу.

11. Доставка консолідованого вантажу до транспортного терміналу пункту відправлення, проходження інших видів державного контролю та здача його магістральному перевізнику. За іншою схемою доставки без магістрального перевезення є доставка консолідованого вантажу до складу консолідації пункту призначення.

12. У транспортному терміналі пункту відправлення консолідований вантаж завантажується на транспортній засіб та доставляється до

транспортного терміналу пункту призначення. Слід відмітити, що магістральне перевезення може бути не прямим, а трансферним, тобто мають місце ще перевантаження вантажу на транспортних терміналах пунктів трансферу.

13. Логістичні оператори відстежують рух вантажу за номерами вантажних накладних та контролюють процес доставки.

14. По прибуттю консолідованого вантажу до транспортного терміналу пункту призначення він проходить митне очищення та інші види державного контролю в залежності від виду вантажу та видається консолідатору, який доставляє його до консолідаційного терміналу пункту призначення.

15. Консолідований вантаж приймається на склад консолідатора пункту призначення. При прийманні вантажу перевіряється його стан, цілісність тари та упакування, вага, маркування, супровідна документація.

16. Процес розконсолідації вантажів, тобто розділення однієї партії вантажу на складові, виділення окремих партій вантажу згідно документації.

17. Надалі розконсолідований вантаж зберігається на складі, з урахуванням його специфічних особливостей.

18. Потім кожна окрема партія розконсолідованого вантажу видається зі складу та доставляється вантажоодержувачу. Вантажоодержувач також може отримати свій вантаж на складі консолідатора пункту призначення та самостійно доставити його або залучити логістичну компанію.

При перевезенні вантажу за участю авіаційного транспорту консолідатор виконує дві ролі, табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Опис ролей консолідатора при перевезенні

(згруповано авторкою за [266])

Ролі консолідатора при перевезенні	Опис ролей	Джерело
Перевізник (непрямий перевізник)	Відповідає перед вантажовідправником як принципалом за транспортування вантажу. Це стосується кожного окремого відправлення в консолідації.	[266, с. 90]
Замовник щодо авіакомпанії	Як перевізник, для перевезення всієї консолідації як одного відправлення.	

Схема дій консолідатора при перевезенні консолідованого вантажу за участю авіаційного транспорту представлена на рис. 3.1.



Рис. 3.1. Схема дій консолідатора при перевезенні консолідованого вантажу за участю авіаційного транспорту

Джерело: розроблено авторкою з врахуванням [266, с. 90]

Загальну схему мультимодального перевезення консолідованого вантажу за участю авіаційного транспорту при наявності складів консолідатора в аеропорту представлено на рис. 3.2. Було розглянуто авіаційно-автомобільне сполучення, як найбільш популярний приклад перевезення консолідованого вантажу за участю авіаційного транспорту мультимодальними маршрутами. При наявності складів консолідатора у аеропортах відправлення та призначення процеси пов'язані із упакуванням, консолідацією та розконсолідацією, формуванням партій завантаження ULD та відправлення, оформленням документації та митним оформленням відбуваються у них.

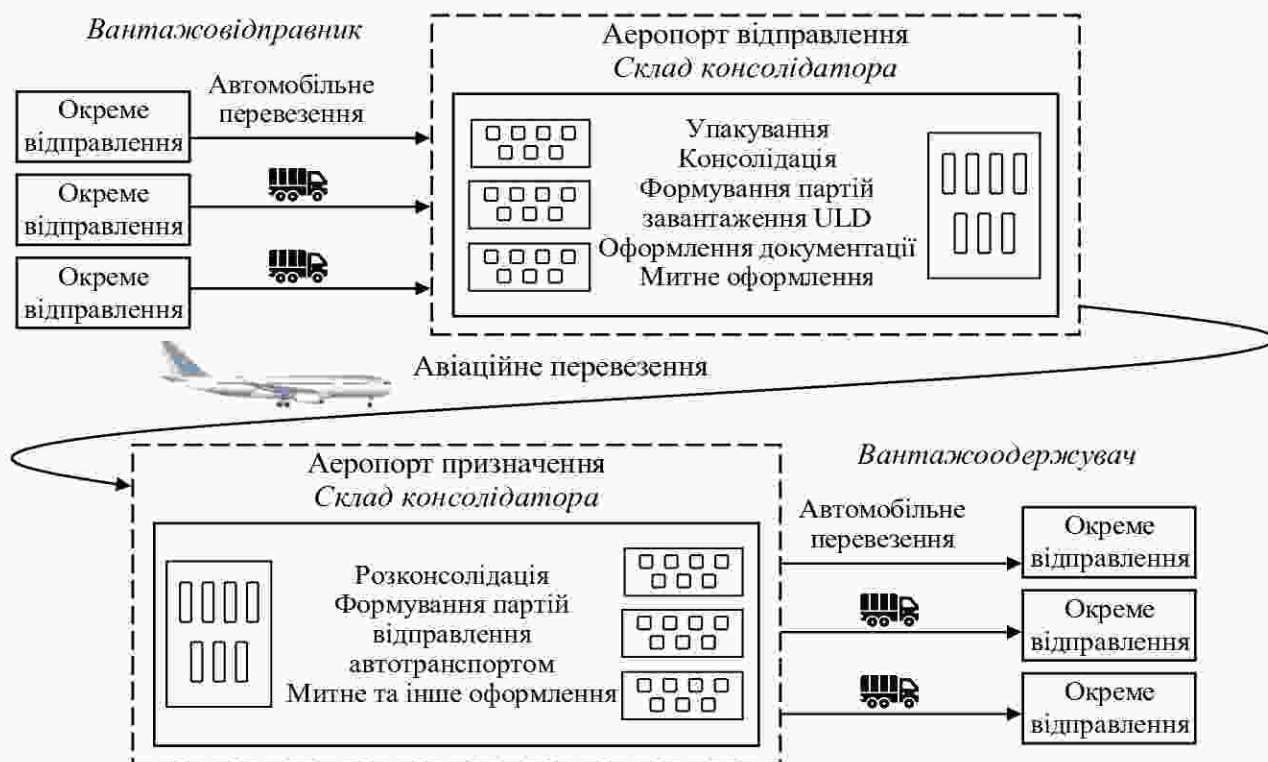


Рис. 3.2. Загальна схема мультимодального перевезення консолідованого вантажу за участю авіаційного транспорту при наявності складів консолідатора в аеропорту

Джерело: розроблено авторкою

В той же час удосконалена схема мультимодального трансферного перевезення, яка представлена на рис. 3.3, має певні відмінності. У цьому випадку процеси пов'язані із упакуванням, консолідацією та розконсолідацією, формуванням партій завантаження ULD та відправлення, оформленням документації та митним оформленням відбуваються на складах консолідатора у пунктах відправлення та призначення. Відповідно усі MAWB, HAWB, House Manifest, товаросупровідні документи оформлюються, як правило, на складі консолідатора пункту відправлення чи у процесі слідування до аеропорту відправлення. У останньому здійснюється митне та інше оформлення, а також здача вантажу авіаперевізнику. У аеропорту трансферу проходить митне та інше оформлення, зберігання, сортування та переупакування вантажу, а у аеропорту призначення – митне та інше оформлення, зберігання, сортування, переупакування вантажу, а також прийняття вантажу від авіаперевізника.

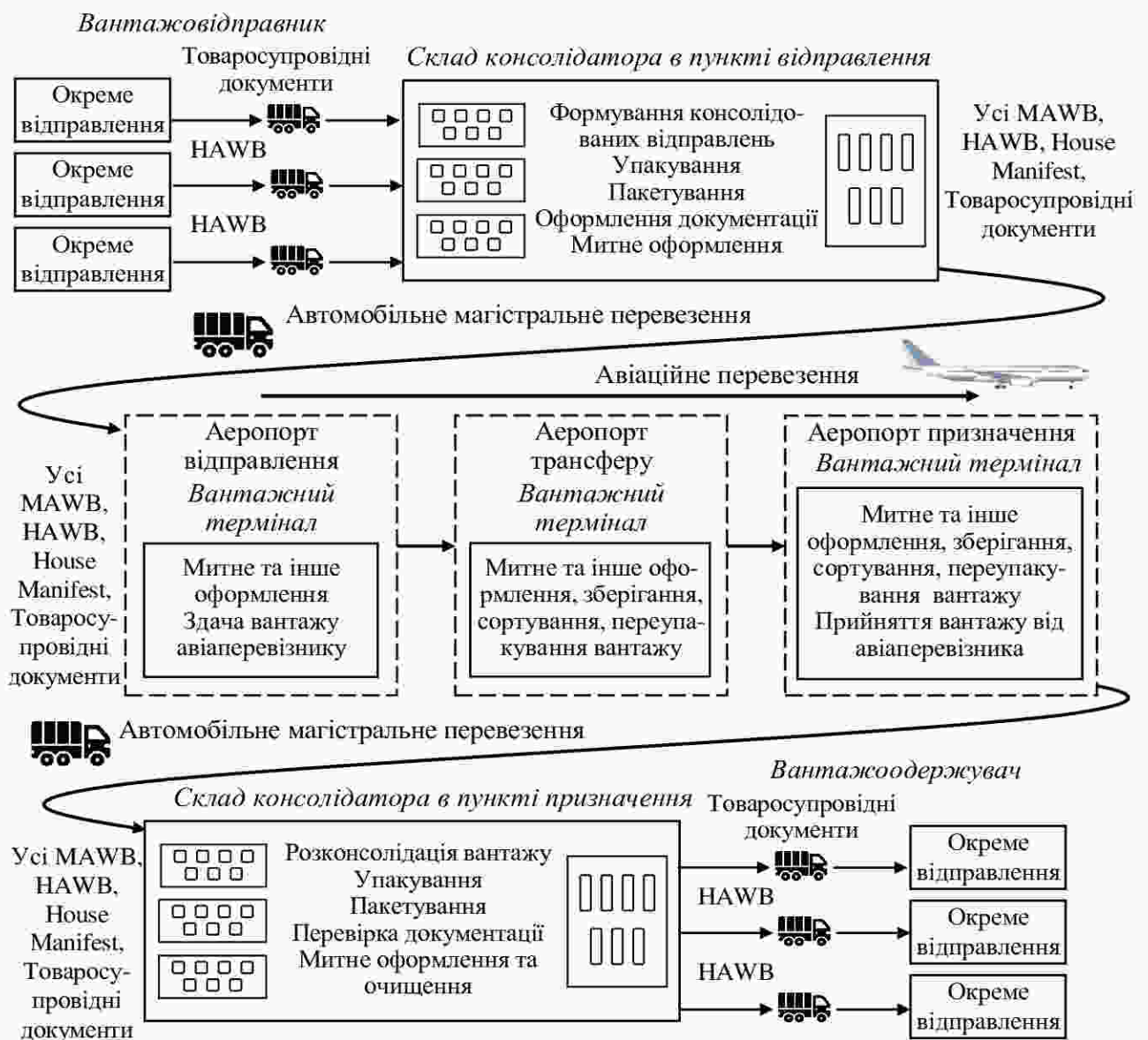


Рис. 3.3. Удосконалена схема мультимодального трансферного перевезення

Джерело: розроблено авторкою з врахуванням [266, с. 90]

Загалом було доведено необхідність розширення залучення авіаційного транспорту до міжнародних доставок вантажів. Переваги, які надає залучення авіатранспорту дають можливість раціоналізувати організацію транспортного обслуговування та транспортні процеси, значно розширити можливості суб'єктів транспортно-логістичних ринків в рамках міжнародних доставок вантажів, а також зробити міжнародні ланцюги постачання більш надійними, інтелектуалізованими та адаптаційно-придатними з точки зору організаційно-технологічного та технічного забезпечення в умовах міжнародної інтеграції.

Задоволення зростаючих потреб клієнтури у високошвидкісних та високонадійних доставках стає у багатьох випадках фактично неможливим без використання авіаційного транспорту у мультимодальному сполученні. Активне залучення складів консолідатора у аеропортах відправлення та призначення також здатне значно пришвидшити процеси обробки вантажопотоків та оптимізувати процеси мультимодального трансферного перевезення за мультимодальними маршрутами.

Технологічні процеси вантажних перевезень за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції відзначаються значно вищим рівнем надійності та більшою сталістю для систем міжнародної доставки вантажів та при інтеграції в міжнародні ланцюги постачання.

Створення надійних схем та рішень вантажних перевезень за участю авіаційного транспорту здатне значною мірою поглиблювати інтеграцію між учасниками транспортно-логістичних ринків. Слід відзначити, що на сьогодні домінуючими стають тренди щодо індивідуалізації схем міжнародної доставки та максимальної їх адаптивності, як з точки зору клієнтів, так і з точки зору мінливості самого ринку.

Загалом забезпечення надійності міжнародних ланцюгів постачання, з огляду на поглиблення факторів невизначеності, стає запорукою успішного розвитку для логістичного оператора на цільовому ринку. Той хто запропонує більш якісні, надійні, адаптивні, інтелектуалізовані системи доставок той і виграє конкуренцію. Оптимізація ентропії також активно застосовується.

Як відзначається у [236, с. 391–396] лише ефективна системна взаємодія в рамках логістичного забезпечення транспортних, дистрибуційних, інформаційних та фінансових мереж здане забезпечити ефект синергії для постачальників логістичних послуг та інших суб'єктів транспортно-логістичної діяльності. Міжнародна інтеграція має забезпечуватися не лише між продуктами чи учасниками транспортно-логістичних ринків, а й між ланцюгами та мережами постачання, а також системами міжнародних мультимодальних доставок вантажів.

Ключовою стає також конфігураційна складова транспортно-логістичної мережі, яка проявляється через реалізацію відповідних стратегічних рішень при створенні структури, ланцюгів та каналів мережі, а також тактичної складової, що реалізується при синхронізації, адаптації та оптимізації поточної роботи мережі [236, с. 393–396].

Спираючись на [236, с. 393–396] була запропонована удосконалена структурна схема цілей, пріоритетних напрямів та завдань логістичного оператора в рамках міжнародної інтеграції (рис. 3.4).



Рис. 3.4. Удосконалена структурна схема цілей, пріоритетних напрямів та завдань логістичного оператора в рамках міжнародної інтеграції

Джерело: удосконалено авторкою за [236, с. 393–396]

Все це зумовлює необхідність розробки нових методів та моделей організації процесів доставки вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, в тому числі і у аспектах логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту.

3.2. Удосконалення методів, принципів та технологій логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту

Реалізацію заходів щодо удосконалення методів, принципів та технологій логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту за мультимодальними маршрутами також запропоновано почати із розробки відповідних рішень для консолідованих відправлень із врахуванням комплексно-кластерного підходу.

Були визначені фактори, що впливають на терміни формування консолідованого вантажного відправлення, рис. 3.5. При формуванні подібного відправлення необхідно виходити із того, що всі його граничні параметри загалом оцінюються за тією частиною вантажного відправлення, яка має ті чи інші гірші граничні параметри. Хоча у консолідованих відправленнях одним із колючкових параметрів є сумісність вантажів.

Наявність необхідних засобів зберігання вантажів на складі, особливо холодильників та холодильних установок, визначається не лише техніко-технологічними параметрами вантажних відправлень, але й економічними чинниками, оскільки для здійснення економічно виправданої доставки вантажів необхідно мінімізувати витрати. Це можливо здійснювати, наприклад, із використанням холодоагентів типу сухого льоду, проте тут особливої важливості набуває термін знаходження вантажу у транспортбельному стані та необхідність проведення його обслуговування, наприклад, заміна холодоагентів.

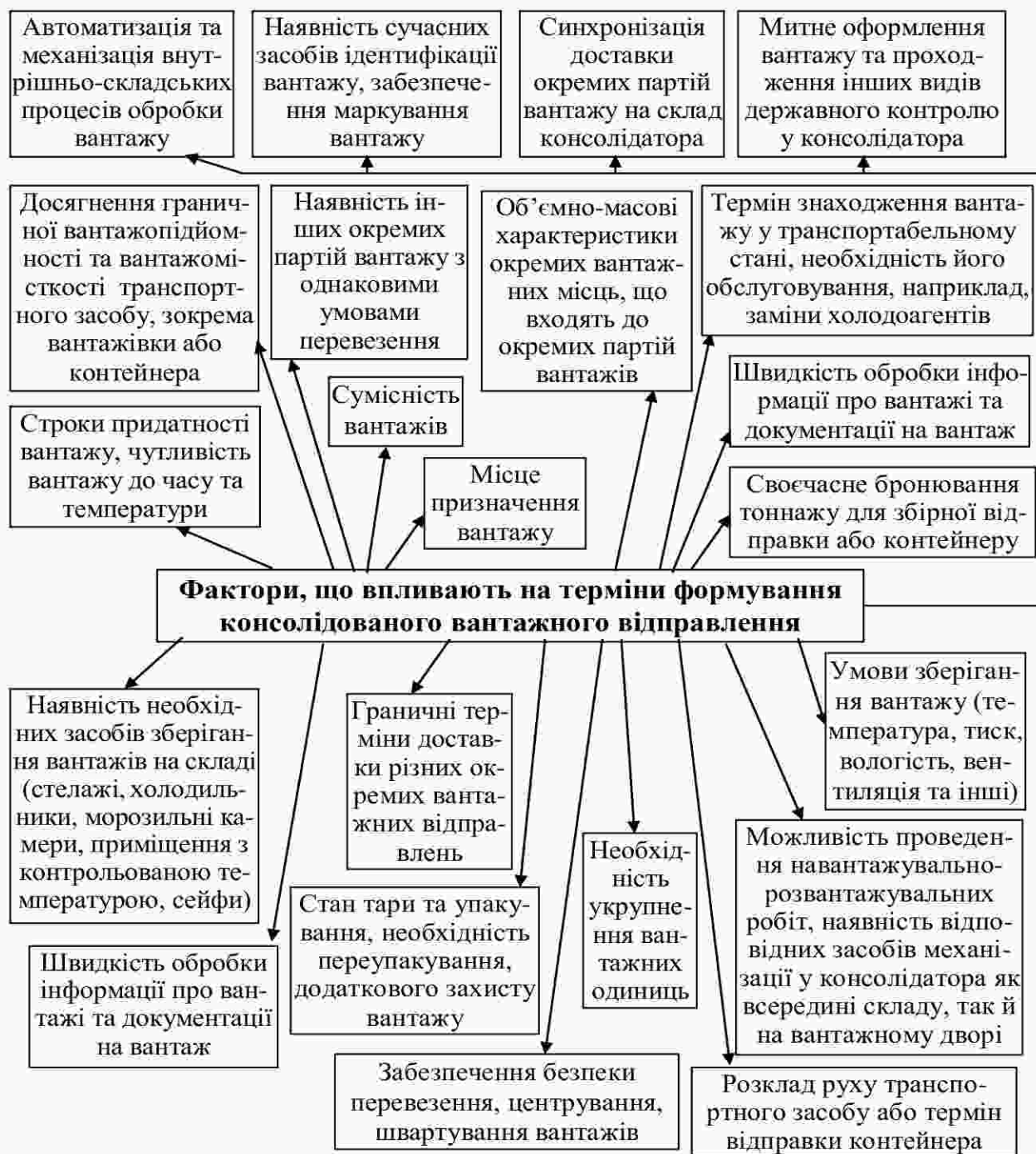


Рис. 3.5. Фактори, що впливають на терміни формування консолідованого вантажного відправлення

Джерело: розроблено авторкою

Наявність інших окремих партій вантажу з однаковими умовами перевезення за мультимодальними маршрутами дозволяє максимально укрупнювати не лише вантажні одиниці але й вантажні відправлення загалом. Можливість проведення навантажувально-розвантажувальних робіт, наявність

відповідних засобів механізації у консолідатора як всередині складу, так й на вантажному дворі, здатне також значно скоротити витрати. Синхронізація доставки окремих партій вантажу набуває все більшої ваги з точки зору реалізації логістичних принципів «від дверей до дверей» і «точно вчасно» в умовах посилення конкуренції при міжнародній інтеграції та глобалізації.

Для забезпечення ефективної консолідації вантажу, спираючись на визначені фактори, були визначені принципи, які мають бути дотримані для забезпечення ефективної консолідації вантажу (рис. 3.6). Ці принципи були розділені на організаційно-управлінські та еколого-забезпечуючі. Успішній реалізації цих принципів сприятиме комплексно-кластерний підхід.



Рис. 3.6. Принципи, які мають бути дотримані для забезпечення ефективної консолідації вантажу

Джерело: розроблено авторкою

Організаційно-управлінські принципи включають в себе принципи організаційного, а також управлінського характеру, передусім принципи забезпечення ефективності та мінімізації часових рамок. Еколого-забезпечуючі принципи, в свою чергу, формуються із врахуванням екологічності з точки зору доставки загалом та вибору виду транспорту, а також включають дотримання ряду вимог та умов щодо стандартів, правил, рекомендацій із організації доставки консолідованого відправлення вантажів.

Спираючись на [161, с. 54-56] та ряд практичних напрацювань логістичних операторів запропоновані методи логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Методи логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту

Джерело: систематизовано авторкою на основі [135–146; 161, с. 54–56]

Загалом методи розділено на дві групи: загальні та спеціальні методи логістичного управління. Загальні методи активно описуються у науковій літературі, зокрема [135–146; 161, с. 54–56], тоді як спеціальні методи потребують уточнення та вимагають створення індивідуалізованих задач для їх вирішення в рамках загальної проблеми оптимізації логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. Крім цього мають місце різного роду протиріччя, які були також систематизовані та представлені на рис. 3.8. Також тут представлені і шляхи їх вирішення. Комплексно-кластерний підхід також покликаний зменшити ці протиріччя.



Рис. 3.8. Протиріччя при оптимізації логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів

транспорту та шляхи їх вирішення

Джерело: розроблено авторкою

Принципи та нові технології логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту повинні забезпечувати в тому числі реалізацію зелених рішень та відповідність постійно посилюваним загальним вимогам до підвищення екологізації транспортних та складських послуг. Їх було удосконалено та систематизовано на основі [236, с. 400–402; 267] і представлено на рис. 3.9.



Рис. 3.9. Принципи та технології логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту

Джерело: удосконалено авторкою на основі [236, с. 400–402; 267]

3.3. Моделі прийняття рішень для учасників транспортно-логістичних ринків

Загалом при прийнятті рішень вітчизняними логістичними компаніями, перевізниками, експедиторами та іншими активними учасниками транспортно-логістичних ринків виникає ціла низка проблем та відповідних викликів, які необхідно успішно подолати. До ключових заходів, які при цьому слід реалізувати, слід віднести: використання сучасних систем управління логістичними структурами та комплексні логістичні рішення [268]; врахування можливості виникнення кризових явищ [269]; реалізацію дієвих інструментів інтеграції логістичних та транспортних систем [270]; гнучкість системи управління запасами [271]; швидкого реагування на зміни [272].

Спираючись на [236, с. 237–245] та загалом враховуючи [268–272] запропоновано удосконалену структуру сегменту ринку транспортно-логістичних послуг України за рівнем 3 PL (рис. 3.10).



Рис. 3.10. Удосконалена структура сегменту ринку транспортно-логістичних послуг України за рівнем 3 PL

Джерело: удосконалено авторкою на основі [236, с. 237–245; 268–272]

Загалом пропонована у [236, с. 237–245] структура сегменту ринку транспортно-логістичних послуг України є актуальною та із нею принципово можна погодитися, проте нами зроблено ряд уточнень. По-перше, нішовий логістичний оператор повинен стояти у ієрархії 3 PL операторів окремо, а не між транспортно-логістичним та комплексним логістичним операторами. За наповненістю надаваних послуг та їх характеристиками нішовий логістичний оператор може бути на будь-якому шаблі еволюції у межах рівня 3 PL та він в жодному разі не є еволюційною стадією переходу до рівня комплексного логістичного оператора. З іншого боку, еволюціонування за схемою «Експедитор/Транспортно-логістичний оператор – Комплексний логістичний оператор/Сервіс-провайдер» є цілком природним та безумовно допустимим. По-друге, було запропоновано ввести до класифікаційної структури два типи гібридних компаній – гібридний тип №1 та гібридний тип №2.

Гібридний тип №1 повинен включати компанії, які одночасно замаються безпосереднім виконанням процесу перевезення (передусім на автомобільному ринку) та беруть на себе окремі функції з експедирування вантажів, що вже виходять за рамки суто перевізного процесу. Очевидно, що ці компанії неможливо окремо класифікувати ні за рівнем 2 PL, ні за рівнем 3 PL та найбільш правильно буде ввести перший проміжний рівень і визначити ці компанії гібридними типу №1. Таких компаній на транспортно-логістичному ринку України достатньо багато і трансформаційний процес переходу від моделі перевізника до моделі експедитора проходить майже завжди через цю проміжну фазу.

Гібридний тип №2 передбачає охоплення логістичних операторів, які займаються обслуговуванням лише окремих ланцюгів постачання (функціонал рівня 4 PL), в той же час залишаючись для більшості клієнтів комплексним логістичним оператором чи сервісними провайдером на рівні 3 PL. До цього типу компаній можна віднести майже всіх учасників транспортно-логістичному ринку України, які діють на рівні 4 PL, такі як Raben, Ekol, Schenker, GEFCO, Kuehne+Nagel та ряд інших.

Також на моделі прийняття рішень для учасників транспортно-логістичних ринків значно впливає ефект Bullwhip, який являє собою випадки прояву впливу, який характеризується тим, що навіть незначні зміни попиту з боку вантажної клієнттури значно впливають на інших учасників міжнародної доставки [161, с. 174–175].

Загалом основні моделі процесу прийняття управлінських рішень, в тому числі і в логістиці, відзначаються великим різноманіттям [273–286]. На основі узагальнення попередніх наукових досліджень розроблені ряд моделей для групи учасників транспортно-логістичних ринків, яку можна в цілому характеризувати як група 3 PL логістичних операторів.

Але передусім запропонуємо концептуальну модель прийняття рішень для групи 3 PL операторів, яка представлена на рис. 3.11. Вона реалізується за принципами комплексно-кластерного підходу, що є загалом новим способом мислення та пізнання об'єктивної реальності при вирішенні проблем щодо організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.

Концептуальна модель включає описані раніше у роботі принципи та методи формування моделі прийняття рішень для групи 3 PL логістичних операторів; заходи, реалізація яких дозволяє зменшити невизначеності; інструменти формування моделі прийняття рішень для групи 3 PL логістичних операторів, а також реалізацію удосконаленої структурної схеми цілей, пріоритетних напрямів та завдань логістичного оператора в рамках міжнародної інтеграції. Всі ці елементи взаємодію за законом синергії, тобто створюючи сумарний ефект. Нами оптимізація ентропії не використовується.

Комплексно-кластерний підхід реалізується, як теоретичний підхід, в межах отримання результату при застосуванні пропонованих інструментів формування моделі прийняття рішень для групи 3 PL логістичних операторів, групи комплексів та кластерів, а також передбачає врахування ряду принципів та факторів при організації мультимодальних перевезень. Він загалом відзначається можливістю поєднання переваг комплексності та кластеризації.



Рис. 3.11. Концептуальна модель прийняття рішень для групи 3 PL операторів

Джерело: розроблено авторкою

Крім цього до концептуальної моделі включені підходи до удосконалення методів та розроблення моделей мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, а також необхідно врахування критеріїв впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів.

Визначено, що необхідно врахування теоретико-методичних принципів наукового обґрунтування оптимізаційних процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції, факторного впливу на процеси забезпечення взаємодії видів транспорту при організації доставки вантажів, вимог до вантажних одиниць на різних видах транспорту, а також факторів, що характеризують провізну здатність різних видів транспорту.

Опис окремих комплексів та кластерів концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів представимо далі. Кластер системи формування моделі прийняття рішень для групи 3 PL логістичних операторів наведено на рис. 3.12.

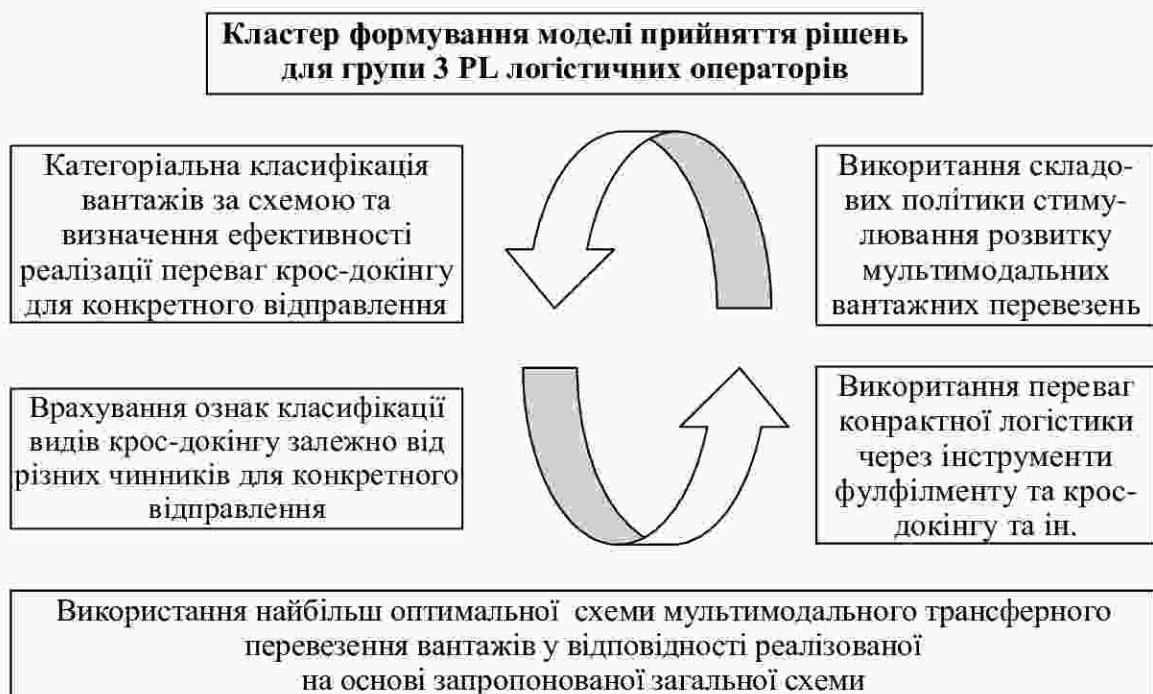


Рис. 3.12. Кластер формування моделі прийняття рішень для групи 3 PL логістичних операторів

Джерело: розроблено авторкою

Комплекс організації авіап перевезень як складова концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL логістичних операторів представлений на рис. 3.13. Його ефективність визначає необхідне врахування факторного впливу, а також заходи та засоби реалізації. Відповідно авіаційна складова виділена окремо, як ключовий елемент мультимодального перевезення за участю авіатранспорту. Саме виключними перевагами, які надає авіаційний транспорт, передусім у високій швидкості доставки та схоронності вантажних відправлень і визначається перевага цього виду сполучення.



Рис. 3.13. Комплекс організації авіап перевезень як складова концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL логістичних операторів

Джерело: розроблено авторкою

Комплекс обслуговування консолідованих відправлень як складова концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів представлений на рис. 3.14. Визначено принципово-факторний елемент як ключовий у цьому комплексі із відповідними засобами та заходами.



Рис. 3.14. Комплекс обслуговування консолідованих відправлень як складова концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів

Джерело: розроблено авторкою

Комплекс оптимізації навантажувально-розвантажувальних робіт в мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту як складова концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів представлений на рис. 3.15. Загалом ефективність навантажувально-розвантажувального комплексу також стає визначальною при сполученні видів транспорту. Також її важливість зростає і при використанні мультимодального сполучення, де один із відрізків шляху обслуговується авіаційним транспортом. Загалом пошкодження вантажів та порушення параметрів обслуговування при забезпеченні авіаційних вантажних потоків, передусім у аеропортах, складають абсолютну більшість подібних випадків при мультимодальному перевезенні за участю авіатранспорту, а отже постає невідкладна потреба у деталізації та формуванні відповідних заходів та засобів забезпечення цього процесу.

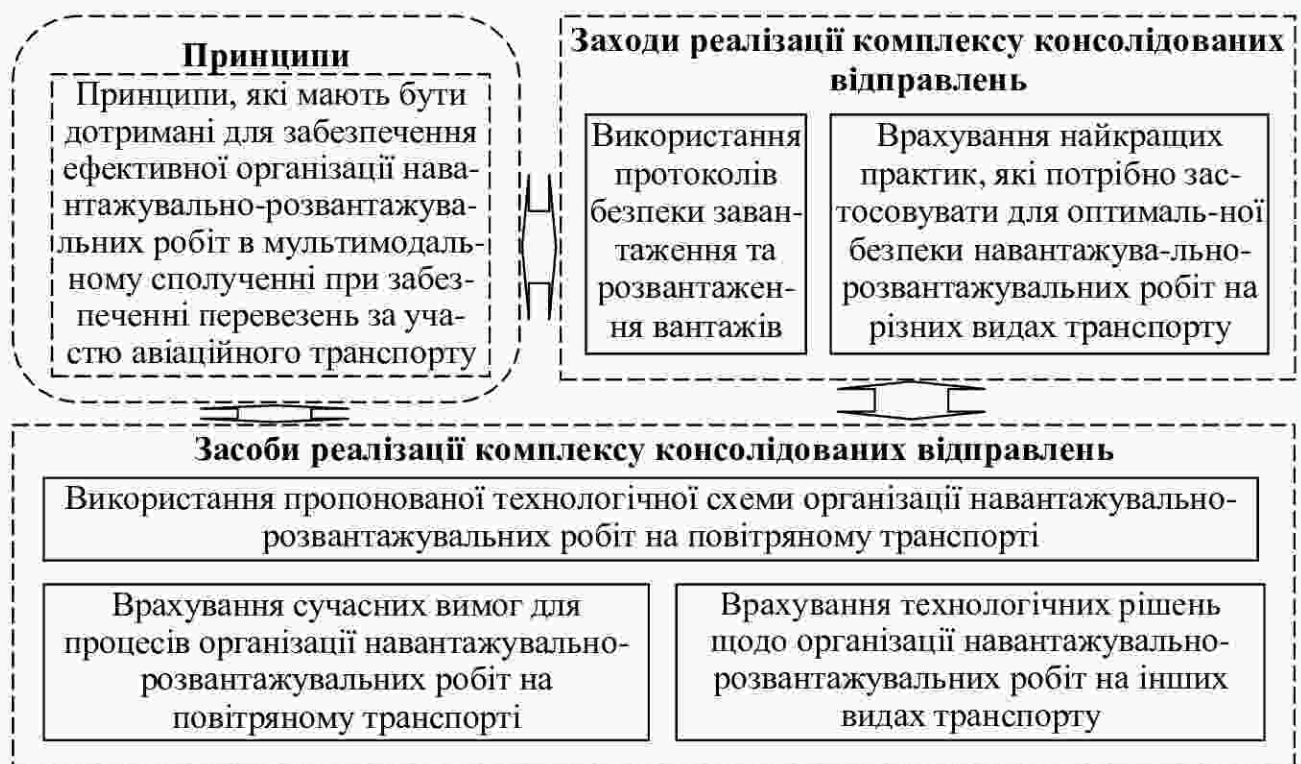


Рис. 3.15. Комплекс оптимізації навантажувально-розвантажувальних робіт в мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту як складова концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів

Джерело: розроблено авторкою

Моделі прийняття рішень для учасників транспортно-логістичних ринків представлені на рис. 3.16 – 3.18. Відмінності у пропонованих моделях визначаються особливостями роботи логістичних операторів.

Модель прийняття рішень для транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок мультимодальними маршрутами за участю авіатранспорту представлена на рис. 3.16. Ця модель характеризується необхідністю врахування можливостей загальної концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів саме у аспектах роботи транспортно-логістичного оператора. Її принциповою відмінністю є зосередження основних зусиль на мінімізації витрат та ресурсній ефективності та створення конкурентоспроможної моделі розвитку на цільовому ринку.

Особливості прийняття рішень для цієї групи учасників транспортно-логістичного ринку можна характеризувати системою прийняття рішень для

рішень експедиторської компанії із організації експедирування вантажів або ж системою прийняття рішень для просунутого транспортно-логістичного оператора із управління доставкою вантажів. Друге є вже ступінчатою еволюцією першого. Також були визначені відповідні ефекти від можливості використання власного парку, лідерства у витратах та системної ефективності.



Рис. 3.16. Модель прийняття рішень для транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту

Джерело: розроблено авторкою

Модель прийняття рішень для нішового оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту представлена на рис. 3.17. Очевидно, що у цій моделі повинні враховуватися можливості загальної концептуальної моделі прийняття рішень для групи 3 PL операторів у аспектах роботи нішового оператора. Відмінною особливістю є зосередження основних зусиль на мінімізації витрат та кон'юнктурній ефективності.



Рис. 3.17. Модель прийняття рішень для нішового оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту

Джерело: розроблено авторкою

Система прийняття рішень нішового оператора виділяє три загальні групи учасників – експрес доставщиків, поштових та кур'єрських операторів. В той же час ефекти визначаються також маркетинговою концепцією розвитку і реалізуються за рахунок ефективного управління ринковими можливостями та використання кон'юнктурних ефектів.

Модель прийняття рішень комплексного логістичного оператора представлена на рис. 3.18. В цій моделі необхідно враховувати аспекти роботи комплексного логістичного оператора.

Зосередження основних зусиль повинно бути зосереджено на створенні унікальних продуктів із виключною цінністю для клієнтури та забезпеченні підґрунтя для вибудовування партнерських відносин із іншими учасниками міжнародних доставок вантажів за мультимодальними маршрутами.

Система прийняття рішень комплексного логістичного обслуговування та координації логістичної діяльності клієнтів. Ефекти для комплексного логістичного оператора визначаються отриманням переваг від відсутності власних транспортних засобів, забезпеченні лідерства у продукті, стратегічної концепції розвитку, продуктової диференціації та мережевій моделі. Отримання переваг буде досягатися від організації доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту за рахунок мережевого ефекту, унікальності продуктової пропозиції та партнерства із учасниками ринку.

Також слід визначити та описати можливості для перехідних моделей 3 PL операторів. Моделі прийняття рішень для гібридних типів логістичних операторів будуть близькими до відповідних моделей найближчих за характеристиками операторів. Тобто модель прийняття рішень для гібридного типу №1 буде сполучати у собі характеристики відповідних моделей для перевізників та транспортно-логістичного оператора. Тоді як модель прийняття рішень для гібридного типу №2 буде ближчою до моделі для комплексного логістичного оператора із елементами моделі для комплексного логістичного оператора чи інтегратора ланцюгів постачань.



Рис. 3.18. Модель прийняття рішень для комплексного логістичного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту

Джерело: розроблено авторкою

Загалом пропоновані моделі прийняття рішень для учасників транспортно-логістичних ринків повинні стати дієвим інструментом реалізації комплексно-кластерного підходу до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. Їх ефективність, в тому числі, визначимо за допомогою математичного моделювання.

3.4. Математичні моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції

3.4.1. Модель мінімізації витрат на мультимодальну доставку вантажів за участю авіатранспорту логістичним оператором

Мультимодальні перевезення використовують різні види транспорту, але перевезення від початкової точки до кінцевої певної одиниці вантажу регулюється одним договором, що укладається між відправником вантажу та логістичною компанією (оператором). Кожний вид транспорту має свою специфічну мережу та специфіку функціонування. Логістична компанія, яка здійснює перевезення, бере на себе роботу з укладання договорів на перевезення вантажу на окремих ділянках маршруту, що використовують різні види транспорту, витрати на тимчасове зберігання вантажу у проміжних пунктах, страхування вантажу, митне оформлення, узгодження перелічених процесів у часі. Логістичні компанії, що здійснюють доставку вантажів за мультимодальними маршрутами за участю авіатранспорту, як правило, використовують автомобільний транспорт у доповнення до авіаційного. Тому у моделі розглянемо два види транспорту: авіаційний та автомобільний. Кожен із них має свою мережу. Ці мережі перетинаються у деяких пунктах, що необхідно для перевантаження потоків вантажів. Потоки вантажів, що генеруються відправниками у деяких початкових пунктах мають пройти через обидві мережі та потрапити у пункти призначення. Задачею логістичної компанії є мінімізація витрат на доставку вантажів.

Роботу логістичної компанії розглянемо на деякому часовому інтервалі $[t_0, t_n]$, який включає моменти $t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_n$, що позначають день року, а саме початок відповідної доби дня. Тоді отримуємо множину часових підінтервалів $[t_{i-1}, t_i]$, $i = 1, \dots, n$, яку позначимо T . Припустимо, що для всього інтервалу часу $[t_0, t_n]$ відомий прогноз попиту на перевезення, які вже замовили та замовлять існуючі та потенційні клієнти компанії.

Нехай W – множина усіх вантажів та груп вантажів, які планується прийняти до перевезення на часовому інтервалі $[t_0, t_n]$, а також тих, які були прийняті раніше, але ще не вивезені. Кожен вантаж $w \in W$ характеризується такими параметрами: пункт відправлення a_w ; пункт призначення b_w ; день надходження t_w^{in} у пункт відправлення; граничний день доставки в пункт призначення t_w^{dl} ($t_w^{dl} \geq t_w^{in}$); категорія вантажу k_w ; вага g_w ; об'єм v_w ; штрафи $p_w(\tau)$, $\tau \geq 0$, за запізнення доставки вантажу на τ днів ($p_w(0) = 0$); вартість зберігання вантажу в пункті a_w протягом дня $c_{wa_w}^I$.

Множина $A = \{a_w | w \in W\}$ є множиною усіх пунктів відправлення, що розглядаються у моделі. Ця множина складається з пунктів, у яких логістична компанія приймає вантажі від вантажовідправників. Ця множина включає стаціонарні пункти логістичної компанії, де вона зазвичай приймає вантажі, але вона може включати і інші пункти, де відбувається передача якихось спеціальних чи нестандартних вантажів, чи в окремих випадках. Відповідно множина $B = \{b_w | w \in W\}$ є множиною усіх пунктів доставки вантажів.

Розглянемо множину аеропортів D , які можна розглядати як початкові на авіаційній частині маршрутів вантажів, орієнтуючись на множину A , та аналогічну множину F можливих кінцевих аеропортів авіаційної частини, орієнтуючись на множину B . З парою множин D, F зв'язана мережа авіаліній та авіаційних перевізників, до послуг яких може звернутися логістична компанія.

На основі аналізу пропозицій авіаперевізників формуються множини авіаційних маршрутів M доставки вантажів з аеропортів D у аеропорти F . Окремі маршрути можуть бути як прямими рейсами, так і трансферними з врахуванням операцій з перевантаження та тимчасового зберігання вантажів. Кожний такий маршрут включає: аеропорт початку і закінчення $d_m \in D$, $f_m \in F$; час початку і закінчення використання маршруту t_m^{in}, t_m^{dl} ; максимальне завантаження по вазі та об'єму G_m, V_m . Підкреслимо, що у формалізмі

моделювання, що тут застосовується, один і той самий рейс, що виконується у різні дні, розглядається як два різні маршрути.

Для кожного вантажу $w \in W$ сформуємо свою підмножину маршрутів M_w , яка буде враховувати категорію вантажу, час, у який вантаж треба доставити у кінцевий пункт, та час, що потрібен для перевезення вантажу із пункту a_w у аеропорт початку маршруту d_m . Для кожного маршруту $m \in M_w$ на етапі підготовки вхідних даних розраховується вартість використання маршруту з врахуванням витрат на перевезення та на перевантаження і тимчасове зберігання, якщо маршрут трансферний, c_{wmt} . Для вибору моделлю маршруту m для вантажу w вводиться булева змінна $y_{wmt} \in \{0,1\}$ та умова $\sum_{m \in M_w} y_{wmt} = 1$, що треба вибрати лише один маршрут.

Далі для кожного вантажу $w \in W$ та маршруту $m \in M_w$ формується множина часових інтервалів T_{wmt}^I , на яких вантаж можна почати везти із пункту a_w у аеропорт початку маршруту d_m так, щоби привезти його не пізніше часу t_m^{in} . Формально $T_{wmt}^I = \{t \in T \mid t \geq t_w^{in}; t + \Delta_{a_w d_m}^I \leq t_m^{in}\}$, де $\Delta_{a_w d_m}^I$ – час, необхідний для перевезення вантажу w з a_w у d_m . Вибір часу початку перевезення з множини T_{wmt}^I здійснюється булевою змінною $y_{wmt} \in \{0,1\}$ за умови, що для вантажу w вибраний маршрут m , а саме, $\sum_{t \in T_{wmt}^I} y_{wmt} = y_{wmt}$.

Після доставки у аеропорт d_m вантаж може зберігатися деякий час. Можливі витрати на його зберігання в аеропорту a_w будемо враховувати так $\left((t_m^{in} - \Delta_{a_w d_m}^I) y_{wmt} - \sum_{t \in T_{wmt}^I} t y_{wmt} \right) c_{wd_m}^h$, що не дорівнює 0 у разі вибору маршруту m для вантажу w і завчасної доставки.

Перед відправкою у аеропорт логістична компанія зберігає вантажі на складах пунктів a , де відбувається консолідація вантажів. Зміни обсягів вантажів, які зберігаються на складах компанії по кожній категорії вантажів k , відображаються наступними рівнянням:

$$z_{tk}^a = z_{t-1k}^a + \sum_{w \in W_{kt}^a} v_w - \sum_{w \in W_{kt}^{al}} v_w \sum_{m \in M_{wt}^l} y_{wmt},$$

де z_{tk}^a – сумарний об'єм вантажів категорії k , що зберігаються у рамках інтервалу t у пункті a ; W_{kt}^a – вантажі, що надходять на цьому інтервалі; W_{kt}^{al} – вантажі, що можуть бути вивезені на цьому інтервалі; M_{wt}^l – маршрути, на які може бути вивезений вантаж w . Вивезено вантаж чи ні визначається значеннями змінних y_{wmt} .

Сумарний об'єм по категоріям z_{tk}^a обмежений можливостями складу V_{ak} . Також обмежений сумарний зважений об'єм усіх вантажів $\sum_{k \in K} z_{tk}^a \alpha_k \leq V_a$. В цьому обмеженні використаний коефіцієнт $\alpha_k \geq 1$, яким ми врахуємо, що різні категорії вантажів вимагають різних умов зберігання, а саме, для спеціальних вантажі може знадобитися додатковий об'єм складу.

Кількість вантажу, що відправляється щоденно з початкових пунктів A до аеропортів D , визначається значеннями змінних y_{wmt} . А саме. Нехай W_{adt} – множина вантажів, які можуть бути відправлені з початкового пункту a в аеропорт d в день t . Такі множини формуються на етапі підготовки даних і є узгодженими із множинами T_{wm}^l . Зазначимо також, що кожному пункту a відповідає множина вантажів W_a , кожному такому вантажу w множина маршрутів M_{wa} з початковим аеропортом d_m . Тоді вага та об'єм відправлених вантажів для пари a, d у день t визначається рівняннями $g_{adt}^\Sigma = \sum_{w \in W_{adt}} g_w \sum_{m \in M_{wdt}} y_{wmt}$ та $v_{adt}^\Sigma = \sum_{w \in W_{adt}} v_w \alpha_{k_w} \sum_{m \in M_{wdt}} y_{wmt}$, де M_{wdt} – множина усіх маршрутів, що починаються в аеропорту d і для використання яких вантаж w може бути відправлений з пункту a у день t , $t_w^{in} \leq t \leq t_m^{in}$.

Витрати на перевезення вантажів з пункту a у аеропорт d залежать від сумарної ваги та сумарного об'єму, що у свою чергу пов'язане із консолідацією вантажів однакових категорій, на що має вплив вибір змінних y_{wmt} , та із додатковими вимогами на об'єми для деяких спеціальних вантажів. Витрати

виразимо у вигляді позитивної кусково-увігнутої зростаючої функції $\varphi_{adt}(g_{adt}^{\Sigma}, v_{adt}^{\Sigma})$, не конкретизуючи поки що її вигляд.

При використанні певного авіаційного маршруту діють обмеження на сумарну вагу та об'єм вантажів, які логістична компанія може відправити цим маршрутом $\sum_{w \in W_m} g_w y_{wm} \leq G_m$, $\sum_{w \in W_m} v_w \alpha_{k_w} y_{wm} \leq V_m$, де W_m – множина вантажів, які можуть бути відправлені маршрутом m .

Для врахування вартості доставки вантажів від кінцевих аеропортів маршрутів F до пунктів призначення B для кожного вантажу $w \in W$ на етапі підготовки даних розраховуємо вартість доставки c_{wm}^{II} від аеропортів f_m , $m \in M_w$, до кінцевого пункту b_w та час доставки Δ_{wm}^{II} . І тим завершимо формування вхідних даних по витратам для всіх етапів транспортування вантажів від початкових пунктів A до кінцевих B .

Одним із критеріїв якості роботи логістичної компанії є час, який вона витрачає на доставку вантажів. До того ж зменшення часу зменшує ймовірність пошкодження або втрати вантажу. Можливі також випадки, коли доставка запізнюється і час доставки перевищує граничний час t_w^{dl} . Щоб відобразити ці обидва моменти у моделі введемо «внутрішні» штрафи та врахуємо функції штрафів $p_w(\tau)$, що були вказані при описі вантажів.

«Внутрішні» штрафи це невеликі позитивні числа призначені для «стимулювання» моделі під час мінімізації обирати більш швидкі варіанти доставки вантажів при рівних умовах для варіантів. Штрафи $p_w(\tau)$ можуть бути прописані в контрактах з вантажовідправниками. «Внутрішні» штрафи для кожного вантажу задамо як $p^{in}(t_m^{dl} + \Delta_{wm}^{II} - t_w^{in})y_{wm}$ з однаковим штрафним коефіцієнтом p^{in} для всіх вантажів та маршрутів. Для використання штрафів $p_w(\tau_{wm})$ розраховуємо значення затримки $\tau_{wm} = \min\{0; (t_m^{dl} + \Delta_{wm}^{II} - t_w^{dl})y_{wm}\}$ доставки вантажу w .

Наразі можемо сформулювати математичну модель як задачу мінімізації.

$$\begin{aligned}
& \min_{y_{wm}, y_{wmt}, z_{tk}^a, g_{adt}^\Sigma, v_{adt}^\Sigma, \tau_{wm}} \left[\sum_{w \in W} \left(\sum_{m \in M_w} \sum_{t \in T_{wm}^I} ty_{wmt} - t_w^{in} \right) c_{wa_w}^I + \sum_{a \in A} \sum_{d \in D} \sum_{t \in T} \varphi_{adt} (g_{adt}^\Sigma, v_{adt}^\Sigma) + \right. \\
& \left. + \sum_{w \in W} \sum_{m \in M_w} \left(\left((t_m^{in} - \Delta_{a_w d_m}^I) y_{wm} - \sum_{t \in T_{wm}^I} ty_{wmt} \right) c_{wd_m}^h + (c_{wm} + c_{wm}^{II}) y_{wm} \right) + \right. \\
& \left. + \sum_{w \in W} \sum_{m \in M_w} \left(p_w(\tau_{wm}) + p^{in}(t_m^{dl} + \Delta_{wm}^{II} - t_w^{in}) y_{wm} \right) \right] \quad (3.1)
\end{aligned}$$

при обмеженнях

обмеження на зберігання різних вантажів у початкових пунктах A

$$z_{tk}^a = z_{t-1k}^a + \sum_{w \in W_{kt}^a} v_w - \sum_{w \in W_{kt}^{al}} v_w \sum_{m \in M_{wt}^I} y_{wmt}, \quad k \in K, t \in T, a \in A, \quad (3.2)$$

$$z_{tk}^a \leq V_{ak}, \quad k \in K, t \in T, a \in A, \quad (3.3)$$

$$\sum_{k \in K} z_{tk}^a \alpha_k \leq V_a, \quad t \in T, a \in A, \quad (3.4)$$

визначення обсягів автомобільних перевезень із початкових пунктів A

$$g_{adt}^\Sigma = \sum_{w \in W_{adr}} \left(g_w \sum_{m \in M_{wdt}} y_{wmt} \right), \quad a \in A, d \in D, t \in T, \quad (3.5)$$

$$v_{adt}^\Sigma = \sum_{w \in W_{adr}} \left(v_w \alpha_{k_w} \sum_{m \in M_{wdt}} y_{wmt} \right), \quad a \in A, d \in D, t \in T, \quad (3.6)$$

обмеження на використання авіаційних маршрутів M

$$\sum_{w \in W_m} g_w y_{wm} \leq G_m, \quad m \in M, \quad (3.7)$$

$$\sum_{w \in W_m} v_w \alpha_{k_w} y_{wm} \leq V_m, \quad m \in M, \quad (3.8)$$

визначення затримки доставки вантажів

$$\tau_{wm} = \min \{ 0; (t_m^{dl} + \Delta_{wm}^{II} - t_w^{dl}) y_{wm} \}, \quad m \in M_w, w \in W, \quad (3.9)$$

визначення та зв'язок для булевих змінних

$$y_{wm} \in \{0, 1\}, \quad m \in M_w, w \in W, \quad (3.10)$$

$$y_{wmt} \in \{0, 1\}, \quad t \in T_{wm}^I, m \in M_w, w \in W, \quad (3.11)$$

$$\sum_{t \in T_{wm}^I} y_{wmt} = y_{wm}, \quad m \in M_w, w \in W. \quad (3.12)$$

Наведемо перелік визначень та параметрів моделі.

В моделі використані такі множини та елементи множин:

T – множина добових інтервалів, на яких моделюється робота логістичної компанії;

W – множина усіх вантажів та груп вантажів, які планується прийняти до перевезення на множині часових інтервалів T , а також тих, які були прийняті раніше, але ще не вивезені;

K – множина усіх можливих категорій вантажів;

A – множина усіх початкових пунктів відправлення, що розглядаються у моделі;

M – множина усіх можливих авіаційних маршрутів вантажів;

D – множина початкових аеропортів на всіх можливих маршрутах вантажів;

$t \in T$ – окремий добовий інтервал часу;

$w \in W$ – окремий вантаж або група вантажів;

$k \in K$ – окрема категорія вантажів;

$a \in A$ – окремий початковий пункт – пункт, у якому логістична компанія приймає вантажі від вантажовідправників;

$d \in D$ – окремий початковий аеропорт маршрутів;

$m \in M$ – окремий авіаційний маршрут вантажів, який може бути, як прямий, так і трансферний;

M_w – множина усіх можливих авіаційних маршрутів для вантажу w ;

W_m – множина вантажів, для яких можна використати маршрут m ;

T_{wm}^I – множина часових інтервалів, на яких вантаж w можна почати везти із початкового пункту a_w у аеропорт d_m для подальшого транспортування авіаційним маршрутом m ;

W_{kt}^a – множина вантажів категорії k , які надходять на інтервалі t у початковий пункт a ;

W_{kt}^{al} – множина вантажів категорії k у пункті a , для яких на інтервалі t є можливість перевезення для подальшого транспортуванням якимось авіаційним маршрутом;

M_{wt}^I – множина маршрутів для вантажу $w \in W_{kt}^{al}$, в початковий аеропорт яких можна почати перевозити вантаж w на інтервалі t ;

W_{adt} – множина вантажів, які з пункту a можуть почати перевозитися у аеропорт d на інтервалі t ;

M_{wdt} – множина маршрутів для вантажу $w \in W_{adt}$, які мають початковим аеропорт d , у який вантаж w можна почати перевозити на інтервалі t ;

Для проведення розрахунків за моделлю необхідно задати такі параметри:

a_w, b_w – початковий і кінцевий пункти для вантажу w ;

t_w^{in}, t_w^{dl} – день надходження вантажу w у початковий пункт a_w та граничний день доставки вантажу в пункт призначення b_w ;

k_w, g_w, v_w – категорія, вага та об'єм вантажу w ;

$c_{wa_w}^I$ – вартість зберігання вантажу w в пункті a_w протягом доби;

V_{ak} – обмеження об'єму для зберігання вантажів категорії k у пункті a ;

V_a – загальне обмеження об'єму для зберігання вантажів усіх категорії у пункті a ;

$p_w(\tau)$ – функція штрафів за запізнення доставки вантажу w у кінцевий пункт b_w на τ днів (днів після t_w^{dl});

d_m, f_m – початковий та кінцевий аеропорти маршруту m ;

t_m^{in}, t_m^{dl} – час початку і закінчення транспортування по маршруту m ;

G_m, V_m – максимальне завантаження по вазі та об'єму маршруту m ;

c_{wm} – вартість використання маршруту для перевезення вантажу w з врахуванням витрат на перевезення та на перевантаження і тимчасове зберігання, якщо маршрут трансферний;

c_{wm}^H – вартість доставки вантажу w з кінцевого аеропорту маршруту m у пункт призначення b_w ;

$\Delta_{a_w d_m}^I$ – час, необхідний для перевезення вантажу w з початкового пункту a_w в аеропорт d_m початку маршруту m ;

Δ_{wm}^H – час, необхідний для перевезення вантажу w з кінцевого аеропорту маршруту m до пункту призначення;

$c_{wd_m}^h$ – вартість зберігання вантажу w в початковому аеропорту d_m маршруту m протягом доби;

$\alpha_k \geq 1$ – коефіцієнт збільшення використання об'єму для спеціальних вантажів, що потребують додаткових умов зберігання та перевезення;

$\varphi_{ad}(g, v)$ – функція вартості перевезення вантажів з пункту a в аеропорт d в залежності від навантаження g та використаного об'єму вантажів v ;

z_{0k}^a – сумарний об'єм вантажів категорії k , що зберігалися на складі пункту a на момент початку моделювання;

p^{in} – коефіцієнт "внутрішнього" штрафу.

У моделі застосовані такі змінні:

y_{wm} – вибраний чи ні маршрут m для вантажу w ;

y_{wmt} – чи вивозиться вантаж w на інтервалі t для подальшого перевезення по маршруту m ;

z_{tk}^a – сумарний об'єм вантажів категорії k , що зберігаються на складі пункту a на інтервалі t ;

g_{adt}^Σ – сумарна вага вантажів, відправлених з початкового пункту a в аеропорт d на інтервалі t ;

v_{adt}^Σ – сумарний об'єм вантажів, відправлених з початкового пункту a в аеропорт d на інтервалі t .

В наведеній моделі (3.1) це критерій мінімізації, який включає витрати на зберігання вантажів у початкових пунктах, перевезення консолідованих груп вантажів автомобільним транспортом до аеропортів, зберігання в початкових аеропортах авіаційної частини перевезення, витрати на перевезення авіаційним транспортом включно із витратами на трансферні операції, витрати на доставку до кінцевих пунктів, штрафи за перевищення строків доставки та «внутрішні» штрафи для стимулювання вибору більш швидких варіантів доставки при оптимізації; (3.2) це баланс об'єму вантажів на консолідаційних складах логістичної компанії для кожного інтервалу часу та категорії вантажів, який визначається залишком об'ємів вантажів від попереднього інтервалу, надходженням та вибуттям вантажів на поточному інтервалі; (3.3), (3.4) це обмеження на об'єми зберігання вантажів на складах як в цілому, так і по кожній категорії на кожному інтервалі часу; (3.5), (3.6) це визначення сумарної ваги та об'єму вантажів, що перевозяться автомобільним транспортом від початкових пунктів до аеропортів на кожному інтервалі часу; (3.7), (3.8) це обмеження на сумарну вагу та об'єм вантажів, які можна транспортувати по кожному авіаційному маршруту; (3.9) визначення затримки у доставці вантажів; (3.10), (3.11) визначення булевих змінних моделі; (3.12) встановлення зв'язку між цими змінними.

У моделі використані не повністю визначені функціональні залежності – це витрати на транспортування автомобільним транспортом та штрафи за затримку доставки вантажів. Витрати на транспортування автомобільним транспортом залежать від способу організації цих перевезень. Вони можуть складатися з декількох компонент. Наприклад, логістична компанія може мати власний парк автомобілів та у разі необхідності додатково залучати сторонніх перевізників. Для перевезення деяких спеціальних вантажів можуть не підходити «звичайні» автомобілі тому, що таке перевезення потребує спеціально обладнаних автомобілів. Наприклад, рефрижераторів.

Штрафи за затримку доставки вантажів є предметом укладених з вантажовідправниками угод. Вони можуть бути деякими "стандартними"

угодами, або враховувати специфіку вантажу та необхідність його вчасної доставки. Наприклад, вантаж може повністю втратити свою цінність при значній затримці.

З погляду на модель, як на задачу оптимізації, властивості цих залежностей впливають на властивості задачі у цілому та на вибір методів оптимізації. Так при великих обсягах перевезень і великій кількості рейсів автомобілів на день витрати на перевезення можна приблизно відобразити через лінійні функції від об'ємів. Проте при зменшенні кількості рейсів до декількох на день суттєвим стає врахування такої кількості через використання дискретних змінних. Наприклад, тому, що незначне перебільшення об'єму вантажів, які можна вмістити в одному автомобілі, вимагає або використання іншого більш місткого автомобіля, або використання двох автомобілів.

Так само штрафи можуть бути лінійною функцією від часу затримки, коли затримка не має принципових наслідків, або, наприклад, розривною – або нуль, або повний фіксований штраф.

При підготовці виконання розрахунків за моделлю важливим і досить складним етапом є формування перелічених у моделі множин. Причому, якщо основні вхідні множини T , W , K , A , D відносяться до безпосереднього формулювання задачі, то вже множина M є результатом попереднього аналізу, формування і розрахунку варіантів, а множини M_w , W_m , T_{wm}^l , W_{kt}^a , W_{kt}^{al} , M_{wt}^l , W_{adt} , M_{wdt} є результатом обробки складних запитів до бази даних, яка містить дані для підготовки розрахунків за моделлю.

У цілому задача (3.1)–(3.12) є динамічною задачею з булевими та неперервними змінними та відноситься до складних задач оптимізації.

В залежності від конкретизації функцій вона може звестися до лінійної задачі із булевими та неперервними змінними, до опуклої задачі із змішаними змінними або у гіршому випадку багатоекстремальної задачі. У будь-якому випадку для розв'язання таких задач використовуються методи дискретної оптимізації, які, наприклад, можна знати у оптимізаційному пакеті Gurobi optimization.

3.4.2. Модель максимізації доходів на доставку вантажів логістичним оператором

Доходи логістичного оператора, що пов'язані із організацію мультимодальних перевезень вантажів формуються з системи послуг, які він надає клієнтам. Доходи залежать від спектру послуг, які надає логістичний оператор, об'єму кожної послуги та тарифів на ці послуги.

Важливим для клієнтів може бути комплексність послуг по принципу «фулфілмент». При цьому задовольняються інтереси як клієнта, так і логістичного оператора. Клієнт отримує всі потрібні для нього послуги, витрачаючи мінімальний час на пошук виконавців та укладання договорів, і при цьому, зазвичай, отримує знижку в перерахунку на кожен окрему послугу, а оператор отримує більший прогнозований в часі дохід, або навіть більшу передоплату за майбутні послуги. Для приваблення та утримання клієнтів логістичний оператор повинен мати можливість збільшити обсяг надаваних послуг, зокрема для термінових відправлень, залучаючи додаткові резерви на аутсорсингу. Короткостроково, це може бути і збитковий варіант, але він повинен ґрунтуватися на перспективі утримання клієнтів і подальшого залучення нових клієнтів.

Виходячи із наведених міркувань сформуємо математичну модель, що описує отримання логістичним оператором доходів. Нехай P це спектр усіх послуг, які може наразі надавати логістичний оператор. Тоді $p \in P$ це окремий вид послуги. З множини послуг P сформуємо підмножини P_l послуг, $l \in L$, які зазвичай замовляють клієнти при одноразовому зверненні до логістичного оператора. Послуги з перевезення різних категорій вантажів розглядаємо у моделі як різні послуги. Перевезення великих об'ємів вантажів, середніх та дрібних також формально розглядаються як різні послуги. Будемо вважати, що логістичний оператор має певну історію роботи та статистику щодо того, як часто замовляються підмножини послуг P_l та в якому об'ємі.

Загальну множину договорів позначимо як K . Кожний договір $k \in K$ у відповідності до підмножини послуг, ним передбачених, породжує вектор об'ємів послуг \bar{d}_k та розподілення його у часі $\bar{d}_k = \sum_{t \in T_k} \bar{d}_{kt}$, де T_k це періоди часу, на яких відбувається виконання договору. В залежності від деталізації у моделі це можуть бути часові інтервали з різною тривалістю. Наприклад, дні року. Надання різних послуг вимагає від логістичного оператора використання різних підмножин ресурсів, якими він володіє. Нехай надання окремої послуги $p \in P$ в одиничному об'ємі потребує використання вектора ресурсів \bar{r}_p . Зберемо всі такі вектори у матрицю R . Тоді виконання договору $k \in K$ на інтервалі часу $t \in T_k$ потребує від логістичного оператора використання ресурсів в об'ємі $R\bar{d}_{kt}$. Вектор наявних у оператора ресурсів на часовому інтервалі $t \in T$ позначимо як F_t .

За виконання послуг оператор отримує дохід. Нехай вектор \bar{c} це вектор базових цін на надання оператором окремих послуг. Тоді скалярний добуток (\bar{c}, \bar{d}_k) це базовий дохід оператора від виконання договору k .

У той же час оператор здійснює витрати, пов'язані із виконанням договору. Витрати по кожній послугі, що надається за договором, представимо як такі, що складаються із фіксованої частини f_p , яка не залежить від обсягу послуги, та змінної частини, яка залежить від обсягу лінійно з коефіцієнтом z_p . Тоді витрати оператора, що пов'язані із виконанням договору k , представляються виразом $\sum_{p \in P_k} f_p + (\bar{z}, \bar{d}_k)$, де P_k – підмножина послуг, що входять у договір, \bar{z} – вектор коефіцієнтів.

Для стимулювання і утримання клієнтів оператор може запроваджувати різні види знижок на послуги. Розглянемо три види знижок: при укладенні договорів на тривалий термін, при значних об'ємах послуг по договору, при включенні комплексних послуг по принципу "фулфілменту". Знижки в моделі – це коефіцієнти зниження суми договору. Так, якщо (\bar{c}, \bar{d}_k) це базова вартість по договору, то при застосуванні знижок клієнт повинен бути сплатити суму

$(\bar{c}, \bar{d}_k)(1 - \alpha_{l_k})(1 - \beta_{\Sigma_k})(1 - \gamma_{\Delta_k})$, де $0 \leq \alpha_{l_k} < 1$ коефіцієнт зниження за замовлення клієнтом комплексу послуг $l_k \in L$; $0 \leq \beta_{\Sigma_k} < 1$ коефіцієнт зниження за укладання договору у певному діапазоні базової вартості (\bar{c}, \bar{d}_k) ; $0 \leq \gamma_{\Delta_k} < 1$ коефіцієнт зниження за укладання договору певного діапазону тривалостей Δ_k . Знижки на величини, що теоретично близькі до 1 означає надання знижок майже у 100 %. Практичним варіантом застосуванням знижок є обмеження їх значень невеликими числами, скажемо 10 %. Тому далі у моделі будемо використовувати знижки у обмеженому варіанті – не більше ніж певні значення $0 \leq \delta_1, \delta_2, \delta_3 < 1$.

Застосовуючи знижки логістичний оператор розраховує на нових клієнтів і збільшення об'єму замовлення послуг. Припустимо, що оператор може оцінити як впливає застосування знижок на збільшення кількості договорів. Позначимо таку множину як $Q_{\alpha, \beta, \gamma}$. Тобто вона залежить від величини знижок.

Тоді задачу максимізації доходів логістичного оператора за доставку вантажів можемо сформулювати наступним чином: побудувати таку систему знижок на послуги, при якій зменшення вартості послуг буде максимально перекриватися збільшенням доходів від збільшення кількості та обсягу замовлень.

А саме,

$$\max_{\alpha_{l_k}, \beta_{\Sigma_k}, \gamma_{\Delta_k}} \sum_{k \in K \cup Q_{\alpha, \beta, \gamma}} (\bar{c}, \bar{d}_k)(1 - \alpha_{l_k} - \beta_{\Sigma_k} - \gamma_{\Delta_k}) \quad (3.13)$$

при обмеженнях

$$(\bar{c}, \bar{d}_k)(1 - \alpha_{l_k} - \beta_{\Sigma_k} - \gamma_{\Delta_k}) \geq (1 + \sigma) \sum_{p \in P_k} f_p + (\bar{z}, \bar{d}_k), \quad k \in K \cup Q_{\alpha, \beta, \gamma}, \quad (3.14)$$

$$\sum_{k \in K_t \cup Q'_{\alpha, \beta, \gamma}} R \bar{d}_{kt} \leq F_t, \quad t \in T, \quad (3.15)$$

$$0 \leq \alpha_l \leq \delta_1, \quad l \in L, \quad (3.16)$$

$$0 \leq \beta_{\Sigma} \leq \delta_2, \quad \Sigma \in \Theta, \quad (3.17)$$

$$0 \leq \gamma_{\Delta} \leq \delta_3, \quad \Delta \in T_{\Delta}, \quad (3.18)$$

де множина Θ – це множина діапазонів базової вартості договорі, наприклад, від від 1 грн до 1 тис. грн, від 1 тис. +1 грн до 10 тис. грн, від 10 тис. +1 грн до 100 тис. грн, від 100 тис. +1 грн до 1 млн. грн і т.д.; T_{Δ} – аналогічна множина для діапазонів тривалості договорів; множина L описана вище.

У наведені моделі цільова функція (3.13) визначає дохід логістичного оператора за період часу T . У її виразі враховано те, що величини знижок є невеликими числами, обмеженими константами $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ суттєво меншими 1, що дозволяє використати лінійну залежність; (3.14) це система обмежень, яка вказує, що знижки не повинні приводити до зменшення рентабельності по кожному окремому договору нижче ніж деяка величина $\sigma > 0$ (прийнятною для розрахунків будемо вважати $\sigma=10\%$); (3.15) система обмежень на можливості оператора надавати усі послуги по договорам у кожному часовому інтервалі; (3.16)–(3.18) інтервали визначення змінних. Визначення залежності множини $Q_{\alpha, \beta, \gamma}$ від коефіцієнтів α, β, γ може бути виражено за допомогою булевих змінних та записано у більш стандартній математичній формі. Встановлення такої залежності потребує маркетингових досліджень та використання як власного досвіду, так і вивчення досвіду інших компаній і операторів.

3.5. Висновки за розділом 3

1. З метою початку реалізації комплексно-кластерного підходу до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції проведено обґрунтування технологічних процесів консолідованих вантажних перевезень. При цьому було створено загальну схему мультимодального перевезення консолідованого вантажу за участю авіаційного транспорту при наявності складів консолідатора в аеропорту та удосконалену схему мультимодального трансферного перевезення. Також була удосконалена структурна схема цілей, пріоритетних напрямів та завдань логістичного оператора в рамках міжнародної інтеграції.

2. Для удосконалення методів, принципів та технологій логістичного

управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту було визначено фактори, що впливають на терміни формування консолідованого вантажного відправлення, принципи, які мають бути дотримані для забезпечення ефективної консолідації вантажу, а також систематизовані методи логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. Виявлені протиріччя при оптимізації логістичного управління транспортно-складськими процесами у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту та шляхи їх вирішення дозволили підвищити рівень логістизації мультимодальних перевезень вантажів.

3. Удосконалена структура сегменту ринку транспортно-логістичних послуг України за рівнем 3 PL, у якій визначені два гібридні рівні логістичних операторів, дозволила запропоновувати концептуальну модель прийняття рішень для групи 3 PL операторів. Було детально охарактеризовано кластер формування моделі прийняття рішень для групи 3 PL логістичних операторів та ряд інших складових цієї концептуальної моделі.

4. Запропоновані моделі прийняття рішень різних 3 PL операторів – транспортно-логістичного, нішового та комплексного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту дають можливість покращити управлінські аспекти роботи учасників транспортно-логістичних ринків і загалом підвищити ефективність мультимодального перевезення вантажів за участю авіатранспорту при міжнародній інтеграції.

5. Пропоновані математичні моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції загалом створюють інструмент рації для числового оцінювання комплексно-кластерного підходу до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. Задачею логістичної компанії є з одного боку мінімізація витрат на доставку вантажів, а із іншого – максимізація доходів.

Основні результати дослідження по цьому розділу було опубліковано в працях авторки [148–152; 247–248].

РОЗДІЛ 4. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ ОРГАНІЗАЦІЇ МУЛЬТИМОДАЛЬНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ВАНТАЖІВ ЗА УЧАСТЮ АВІАТРАНСПОРТУ В УМОВАХ МІЖНАРОДНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ

4.1. Методичні рекомендації щодо проведення обчислювальних експериментів математичних моделей мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції

Проведення розрахунків за моделлю (3.1)–(3.12) розглянемо на прикладі. Вантажі збираються та накопчуються на консолідаційному складі логістичній компанії у Києві. По мірі накопичення формуються різні партії відправки автомобільним транспортом як до регіональних аеропортів Європи, так і до хабових аеропортів. З метою збільшення використання вантажної ємності літаків може здійснюватися накопичення однотипних спеціальних вантажів на короткотривалій період часу на складах аеропорту. Вантаж приймається на склад аеропорту та сортується за напрямками та видами вантажу.

Прямі авіап перевезення з регіональних аеропортів в аеропорти міст Америки, Китаю, Австралії мають з меншою частотою польотів в результаті чого, вантажі будуть у середньому довше перебувати на складах таких аеропортів, ніж хабових, що викликає додаткові витрати на їх зберігання та ризики їхнього пошкодження. Збільшується середній термін доставки вантажів.

У хабових аеропортах кількість рейсів та вільних провізних ємностей до інших хабових аеропортів світу більша, ніж у регіональних. Якщо прямого рейсу до кінцевого пункту немає, або час очікування вантажу занадто довгий, наприклад рейс виконується 1–3 рази на тиждень, то організовується трансферне авіап перевезення. Використання трансферного авіап перевезення через хабові аеропорти дає додаткові переваги, оскільки вони мають розвинену інфраструктуру для обробки та зберігання різних категорій вантажів, а при укладенні комерційних угод з авіакомпаніями можна отримати менші трансферні тарифи, ніж на прямі перевезення.

Для прикладу розглянемо транспортування різних категорій вантажів між Києвом та Нью-Йорком з використанням аеропортів Будапешта та Амстердама. Порівняємо два варіанти транспортування: автомобільним транспортом до аеропорту Амстердама, а далі авіаційним транспортом, та автомобільним транспортом до Будапешта, а далі авіаційним до Амстердама з трансфером до Нью-Йорка. Аналіз розкладу рейсів показує, що з аеропорту Амстердама до Нью-Йорка щоденно вилітають 4 рейси.

З аеропорту Будапешта до Нью-Йорка прямих рейсів немає, але 4–5 рейсів щоденно вилітають до Амстердама. Відстань автомобільними дорогами до Амстердама 1975 км, до Будапешта 1117 км. Прийемо деяку модель надходження вантажів декількох узагальнених категорій на консолідаційні склади логістичної компанії протягом тижня. Така модель показана у табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Модель надходження вантажів на консолідаційний склад, тонн
(розраховано авторкою)

Вантажі	Середній відсоток по вазі, %	День тижня							
		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Разом
Генеральні	68	4,14	3,44	2,51	4,26	3,43	2,50	1,85	22,14
Прилади та цінні	14	1,04	0,92	0,59	0,89	0,97	0,62	0,39	5,40
Інша продукція	11	0,73	0,63	0,50	0,48	0,57	0,52	0,24	3,68
Інші	7	0,54	0,45	0,26	0,32	0,35	0,24	0,16	2,33
Разом	100	6,46	5,44	3,86	5,96	5,31	3,89	2,64	33,55

У табл. 4.2. розраховане накопичення вантажів, що надійшли за тиждень.

Таблиця 4.2

Накопичено надходження вантажів протягом тижня, тонн
(розраховано авторкою)

Вантажі	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
Генеральні	4,14	7,58	10,09	14,35	17,78	20,28	22,14
Прилади та цінні	1,04	1,96	2,54	3,43	4,39	5,01	5,40
Інша продукція	0,73	1,36	1,86	2,34	2,91	3,44	3,68
Інші	0,54	1,00	1,26	1,58	1,93	2,18	2,33

У наступній табл. 4.3 показаний варіант відправки накопичених партій вантажів до аеропортів. Генеральні вантажі підправляються 4 рази на тиждень, всі інші вантажі відправляються двома партіями. Також показана розрахована середня тривалість зберігання вантажів, яка залежить від того як вантажі вивозяться зі складу.

Таблиця 4.3

Використаний варіант відправки партій вантажів до аеропортів, тонн
(розраховано авторкою)

Вантажі	Середнє зберігання, дні	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
Генеральні	1,3	5,0	0	5	5	0	5	0
Прилади та цінні	1,8	0	2	0	0	2	0	0
Інша продукція	3,0	0	1,5	0	0	1,5	0	0
Інші	3,0	0	1	0	0	1	0	0
Сума	–	5	4,5	5,0	5,0	4,5	5,0	0,0

В результаті застосування розглянутого варіанту відправки вантажів автотранспортом частина вантажів залишається на складі до формування наступних партій вантажі. Ці результати розрахунків показані у табл. 4.4.

Таблиця 4.4

Залишок вантажів на складі, тонн
(розраховано авторкою)

Вантажі	Попередній залишок	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
Генеральні	1,48	0,62	4,06	1,57	0,83	4,26	1,76	3,61
Прилади та цінні	0,36	1,40	0,31	0,90	1,79	0,75	1,37	1,76
Інша продукція	0,25	0,98	0,11	0,61	1,09	0,16	0,68	0,93
Інші	0,16	0,70	0,15	0,42	0,74	0,09	0,33	0,49
Сума	–	3,69	4,63	3,49	4,45	5,25	4,14	6,78

У табл. 4.4 враховано також початкові умови для розрахунку ваги вантажів, що залишаються на складі. Для коректного розрахунку необхідно брати до уваги вантажі, що залишилися із попереднього періоду. Далі у табл. 4.5. розрахована собівартість зберігання залишків вантажів на складі.

Витрати на зберігання вантажів на складі компанії, тис. грн
(розраховано авторкою)

Вантажі	Вартість за добу, тис. грн/т	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Разом
Генеральні	3,0	1,9	12,2	4,7	2,5	12,8	5,3	10,8	50,1
Прилади та цінні	4,0	5,6	1,3	3,6	7,1	3,0	5,5	7,0	33,1
Інша продукція	3,3	3,2	0,4	2,0	3,6	0,5	2,2	3,1	15,0
Інші	3,5	2,4	0,5	1,5	2,6	0,3	1,2	1,7	10,2
Разом		13,1	14,3	11,8	15,8	16,6	14,2	22,6	108,4

У табл. 4.6 та 4.7 показана вартість транспортування вантажів автомобільним транспортом до аеропортів Будапешта та Амстердама для вибраного у табл. 4.3 варіанту транспортування.

Таблиця 4.6

Витрати на транспортування вантажів автомобілями до аеропорту Будапешта,
тис. грн
(розраховано авторкою)

Вантажі	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Разом
Генеральні	60,0	0	60,0	60,0	0	60,0	0	240,0
Прилади та цінні	0	24,0	0	0	24,0	0	0	48,0
Інша продукція	0	18,0	0	0	18,0	0	0	36,0
Інші	0	12,0	0	0	12,0	0	0	24,0
Разом	60,0	54,0	60,0	60,0	54,0	60,0	0	348,0

Таблиця 4.7

Витрати на транспортування вантажів автомобілями до аеропорту Амстердаму,
тис. грн
(розраховано авторкою)

Вантажі	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Разом
Генеральні	100,0	0	100,0	100,0	0	100,0	0	400,0
Прилади та цінні	0	40,0	0	0	40,0	0	0	80,0
Інша продукція	0	30,0	0	0	30,0	0	0	60,0
Інші	0	20,0	0	0	20,0	0	0	40,0
Разом	100,0	90,0	100,0	100,0	90,0	100,0	0	580,0

При розрахунку витрат, наведених у табл. 4.6 та 4.7, тариф для транспортування до аеропорту Будапешта брався 12 грн за кг, до аеропорту Амстердама 20 грн за кг. Середній час транспортування відповідно 2 і 3 доби.

Далі у табл. 4.8 та 4.9. показані витрати на авіаційні перевезення та витрати в аеропортах, що пов'язані із перевантаження та зберіганням вантажів. Враховуючи частоти рейсів із Будапешта в Амстердам та далі у Нью-Йорк середній час на зберігання та перевантаження вантажів у аеропортах був оцінений як 0,5 днів для авіаперевезення Амстердам–Нью-Йорк та 0,9 днів для авіаперевезення Будапешт–Амстердам–Нью-Йорк. Відповідні тарифи на ці авіаперевезення становили 61 грн за кг та 66 грн за кг.

Таблиця 4.8

Витрати на авіатранспортування Амстердам–Нью-Йорк, тис. грн
(розраховано авторкою)

Процеси	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Разом
Перевезення	305,0	274,5	305,0	305,0	274,5	305,0	0	1769,0
Перевантаження	15,3	13,7	15,3	15,3	13,7	15,3	0	88,5

Таблиця 4.9

Витрати на авіатранспортування Будапешт–Амстердам–Нью-Йорк, тис. грн
(розраховано авторкою)

Процеси	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	Разом
Перевезення	330,0	297,0	330,0	330,0	297,0	330,0	0,0	1914,0
Перевантаження	22,0	19,8	22,0	22,0	19,8	22,0	0,0	127,6

Підсумковий результат розрахунків наведений у табл. 4.10. З наведеної таблиці видно, що обидва варіанти є приблизно однаковими за витратами та часом доставки. Варіант з регіональним аеропортом Будапешта виявився швидшим за рахунок більш короткого автомобільного сегменту маршруту та дешевшим через те, що великі мережеві авіаперевізники, які використовують розвинену мережу хабів, надають більш низькі авіаційні вантажні тарифи при доставках саме у хаби, в даному випадку на сегменті Будапешт–Амстердам.

Порівняння варіантів перевезення вантажів за тиждень
(розраховано авторкою)

Маршрут	Зберігання на складі, тис. грн	Витрати в АП, тис. грн	Автоперевезення, тис. грн	Авіаперевезення, тис. грн	Сумарні витрати, тис. грн	Сумарний час, дні
Київ – Амстердам – Нью-Йорк	108,4	88,5	580,0	1769,0	2545,9	5,1
Київ –Будапешт – Амстердам –Нью-Йорк	108,4	127,6	348,0	1914,0	2498,0	4,5

Остаточний вибір може здійснювати менеджер, який приймає рішення з перевезень з врахуванням додаткових деталей та нюансів.

На рис. 4.1 показано скріншорт фрагменту Excel файлу, в якому здійснюється підготовка даних та розрахунки за моделлю (3.1)–(3.12).

	Вартість за добу, тис. грн	Витрати на зберігання на складі, тис. грн							Разом
		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	
Генеральні	5.0	1.9	12.2	4.7	2.5	12.8	5.3	10.8	50.1
Прилади та ціни	4.0	5.6	1.3	3.6	7.1	3.0	5.5	7.0	33.1
Інша продукція	3.3	3.2	0.4	2.0	3.6	0.5	2.2	3.1	15.0
Інші	1.5	2.4	0.5	1.5	2.6	0.3	1.2	1.7	10.2
		13.1	14.3	11.8	15.8	16.6	14.2	22.6	108.4
Витрати на автозавезення до Будапешта, тис. грн									
		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	
Генеральні		60.0	0.0	60.0	60.0	60.0	60.0	0.0	240.0
Прилади та ціни		0.0	24.0	0.0	0.0	24.0	0.0	0.0	48.0
Інша продукція		0.0	18.0	0.0	0.0	18.0	0.0	0.0	36.0
Інші		0.0	12.0	0.0	0.0	12.0	0.0	0.0	24.0
		60.0	54.0	60.0	60.0	54.0	60.0	0.0	348.0
Витрати на автозавезення до Амстердама, тис. грн									
		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	
Генеральні		100.0	0.0	100.0	100.0	0.0	100.0	0.0	400.0
Прилади та ціни		0.0	40.0	0.0	0.0	40.0	0.0	0.0	80.0
Інша продукція		0.0	30.0	0.0	0.0	30.0	0.0	0.0	60.0
Інші		0.0	20.0	0.0	0.0	20.0	0.0	0.0	40.0
		100.0	90.0	100.0	100.0	90.0	100.0	0.0	580.0
Витрати на авіатранспортування Амстердам-Нью-Йорк, тис. грн									
		Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд	
Усього разом		305.0	274.5	305.0	305.0	274.5	305.0	0.0	1769.0

Рис. 4.1. Скріншорт фрагменту Excel файлу, де здійснюється підготовка даних та розрахунки за моделлю (3.1)–(3.12).

Джерело: створено авторкою

Для демонстрації роботи моделі (3.13)–(3.18) розрахуємо за її допомогою чисельний приклад. Наведемо інший більш стандартний і зручний для проведення розрахунків вигляд запропонованої моделі, конкретизувавши залежність множини $Q_{\alpha,\beta,\gamma}$ від змінних. Оскільки значення виразів (\bar{c}, \bar{d}_k) , $\sum_{p \in P_k} f_p + (\bar{z}, \bar{d}_k)$, $R\bar{d}_{kt}$ у рамках моделі це сталі величини, то позначимо їх як c_k , Z_k , $\bar{\varphi}_k$. Розглянемо множину $Q = \bigcup_{\alpha,\beta,\gamma} Q_{\alpha,\beta,\gamma}$ усіх потенційно додаткових договорів, які може залучити логістичний оператор при застосуванні різних знижок, що лежать у межах прийнятних границь $\delta_1, \delta_2, \delta_3$. Введемо змінні $\rho_k = \alpha_{l_k} + \beta_{\Sigma_k} + \gamma_{\Delta_k}$, які дорівнюють сумарним знижкам за договорами $k \in K \cup Q$. Множини K і Q визначимо так, щоби вони не перетиналися. Для договорів $q \in Q$ введемо булеву змінну $y_q \in \{0,1\}$, яка буде визначати укладено договір q , чи ні. Нехай для кожного договору $q \in Q$ є оцінки порогу знижок π_q , при досягненні якого договір укладається. Тобто, якщо $\rho_q < \pi_q$, то договір не укладається, якщо $\rho_q \geq \pi_q$, то укладається.

Тоді модель може бути записана у такому вигляді:

$$\max_{\alpha_{l_k}, \beta_{\Sigma_k}, \gamma_{\Delta_k}} \left[\sum_{k \in K} c_k (1 - \rho_k) + \sum_{q \in Q} c_q (1 - \rho_q) y_q \right] \quad (4.1)$$

при обмеженнях

$$c_k (1 - \rho_k) \geq Z_k, \quad k \in K, \quad (4.2)$$

$$c_q (1 - \rho_q) \geq Z_q y_q, \quad q \in Q, \quad (4.3)$$

$$\sum_{k \in K} \bar{\varphi}_{kt} + \sum_{q \in Q} \bar{\varphi}_{qt} y_q \leq F_t, \quad t \in T, \quad (4.4)$$

$$(\rho_q - \pi_q) y_q \geq 0, \quad q \in Q, \quad (4.5)$$

$$\rho_k = \alpha_{l_k} + \beta_{\Sigma_k} + \gamma_{\Delta_k}, \quad k \in K \cup Q, \quad (4.6)$$

$$y_q \in \{0,1\}, \quad q \in Q, \quad (4.7)$$

$$0 \leq \alpha_l \leq \delta_l, \quad l_k \in L, \quad (4.8)$$

$$0 \leq \beta_{\Sigma} \leq \delta_2, \Sigma \in \Theta, \quad (4.9)$$

$$0 \leq \gamma_{\Delta} \leq \delta_3, \Delta \in T_{\Delta}. \quad (4.10)$$

У такій постановці обмеження (4.2), (4.3) відповідають (3.14), а обмеження (4.4) – обмеженням (3.15). Обмеження (4.6) визначають змінну ρ_k для $k \in K \cup Q$, а обмеження (4.5) визначають чи може, чи не може змінна y_q дорівнювати 1. Сама булева змінна y_q визначає враховувати, чи не враховувати договір $q \in Q$ у цільовій функції (4.1) та у обмеженнях (4.3), (4.4). При правильно заданих параметрах моделі має виконуватися $c_k > Z_k$ для всіх $k \in K \cup Q$.

Задача (4.1)–(4.10) відноситься до задач квадратичного програмування оскільки присутній добуток змінних $\rho_q y_q$ у цільовій функції та в обмеженнях (4.5). Але вона не є опуклою оскільки добуткам пар цих змінних не відповідає додатноозначена матриця. Також використані неперервні та булеві змінні. Тому в задача (4.1)–(4.10) є складною задачею математичного програмування та складною для виконання оптимізації при великих обсягах даних.

Демонстрацію використання моделі проведемо на невеликому обсягу даних. У прикладі, що далі наводиться, використана така система діапазонів характеристик договорів для застосування знижок (табл. 4.11).

Таблиця 4.11

Система діапазонів характеристик договорів для застосування знижок
(розраховано авторкою)

– за комплексністю надання послуг					
до 10%	до 30%	до 50%	до 70%	до 100%	
– за вартістю договорів (грн)					
до 1 тис.	до 10 тис.	до 100 тис.	до 1 млн.	більше 1 млн.	
– за тривалістю договорів					
1 день	до 1 тиж.	до 1 міс.	до 1 кв.	до півроку	1 рік і більше

Кожному значенню діапазонів відповідають зміни моделі α_l , $l=1,\dots,5$, β_Σ , $\Sigma=1,\dots,5$, γ_Δ , $\Delta=1,\dots,6$. У якості базової множини договорів K розглядаються 7 договорів із параметрами, що наведені у табл. 4.12.

Таблиця 4.12

Параметри, яким відповідають договори множини K
(розраховано авторкою)

Договір	1	2	3	4	5	6	7
Комплексність	50%	30%	10%	50%	50%	10%	30%
Вартість, грн	800	6000	70000	9000	50000	4000	25000
Тривалість	1 дн	20 дн	27 дн	1 дн	1 дн	15 дн	1 дн

У табл. 4.13 показані змінні, які приймають участь у формуванні знижок для договорів множини K .

Таблиця 4.13

Змінні, що застосовуються до варіантів договорів множини K
(розраховано авторкою)

Договір	1	2	3	4	5	6	7
Змінна діапазону комплексності	α_3	α_2	α_1	α_3	α_3	α_1	α_2
Змінна діапазону вартості	β_1	β_2	β_3	β_2	β_3	β_2	β_3
Змінна діапазону тривалості	γ_1	γ_2	γ_2	γ_1	γ_1	γ_2	γ_1

У якості додаткової множини договорів Q розглядаються 3 договори із параметрами, що наведені у табл. 4.14.

Таблиця 4.14

Параметри, яким відповідають договори множини Q
(розраховано авторкою)

Договір	1q	2q	3q
Комплексність	10%	50%	50%
Вартість, грн	900	65000	7500
Тривалість	1 дн	21 дн	15 дн
Поріг знижок, π_q	5%	20%	25%

У табл. 4.15 показані змінні, які приймають участь у формуванні знижок для договорів множини K .

Змінні, що застосовуються до варіантів договорів множини Q
(розраховано авторкою)

Договір	1q	2q	3q
Змінна діапазону комплексності	α_1	α_3	α_3
Змінна діапазону вартості	β_1	β_3	β_2
Змінна діапазону тривалості	γ_1	γ_2	γ_2
Булеві змінні	y_1	y_2	y_3

Також слід відзначити, що дослідження питання ентропії може проводитися щодо моделей, які розглядаються. Основою для цього є неточність та часткова невизначених вхідних даних при розрахунках, неможливість врахування усіх деталей, ймовірнісний характер прогнозів. Але ентропія не є ні об'єктом, ні предметом, ні методом, ні елементом досліджень, що представлені у даній роботі. Ентропійний критерій не застосовується.

Для виконання оптимізації для наведеного прикладу була сформована задача оптимізації у середовищі Excel з використанням вбудованого оптимізатора Excel, який надає можливість сформулювати задачу оптимізації та використовувати 3 методи оптимізації: метод узагальненого зведеного градієнта GRG – для нелінійної оптимізації; симплексний метод дозволяє розв'язувати задачі лінійного програмування із обмеженнями на змінні, а для задач з цілочисельними обмеженнями дозволяє застосовувати метод розгалуження та обмеження; метод еволюційного розв'язання – для негладкої оптимізації з використанням різноманітних генетичних алгоритмів та методів локального пошуку. На рис. 4.2 показано скріншот сторінки Excel з відкритим солвером Excel, сформульованою задачею оптимізації для прикладу розрахунку доходів, що наведено вище та з вибором еволюційного методу розв'язання. У зв'язку із тим, що у прикладі булевих змінних мало, можливо розглянути усі варіанти залучення додаткових договорів та відповідні значення знижок, що забезпечують можливість такого залучення та дають при цьому максимум доходів.

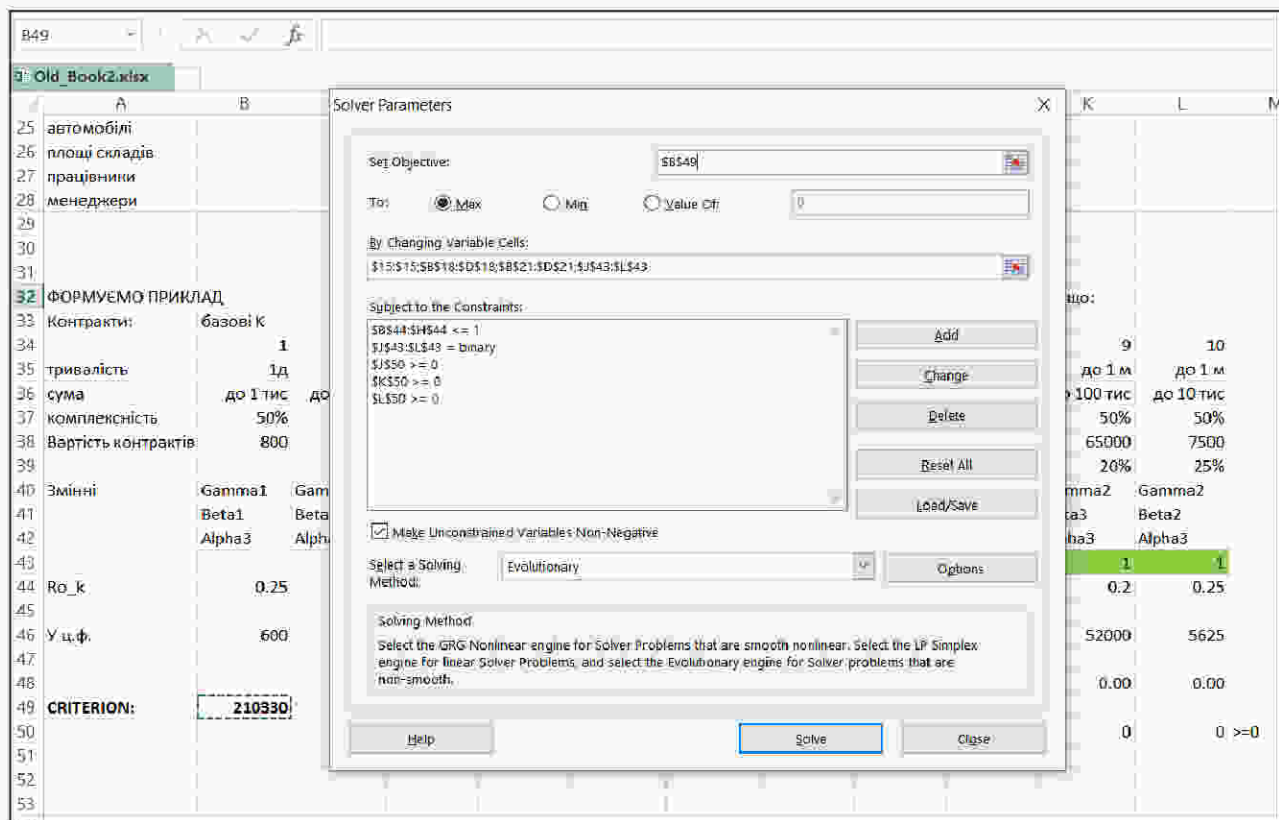


Рис. 4.2. Скріншот сторінки Excel з відкритим солвером та сформульованою задачею оптимізації доходів для прикладу

Джерело: створено авторкою

У табл. 4.16 показані всі такі варіанти залучення, значення булевих змінних, відповідні оптимальні знижки та значення цільової функції. Оптимальні значення знижок для інших діапазонів параметрів договорів для всіх варіантів залишилися на значенні 0.

Таблиця 4.16

Результати розрахунків за моделлю (3.19)–(3.28) за прикладом
(розраховано авторкою)

Цільова функція	Варіант значень мулевих змінних			Оптимальні значення знижок		
	y_1	y_2	y_3	α_1	β_1	β_2
тис. грн						
164800	0	0	0	0%	0%	0%
165615	1	0	0	0%	5%	0%
204840	0	1	0	20%	0%	0%
165675	0	0	1	0%	0%	25%
205655	1	1	0	20%	5%	0%
166490	1	0	1	0%	5%	25%
209515	0	1	1	20%	0%	5%
210330	1	1	1	20%	5%	5%

Із наведеної таблиці видно, що максимальне значення цільової функції досягається при надання таких знижок, що залучаються усі договори із множини Q . Дохід за договорами із базової множини K зменшується при цьому з 164800 грн. до 151850 грн., тобто на 12950 грн. або на 7,86%. Але при цьому зростає дохід за рахунок залученні додаткових договорів на 58480 грн. або на 35,5%.

4.2. Практичні рекомендації щодо реалізації методів та моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту

На появу нових схем доставки вантажів та зміни вимог клієнтури до процесів та технологій перевезення вантажів суттєвий вплив здійснили інтеграційні процеси на транспорті, а отже саме комплексно-кластерний підхід до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції буде найбільш дієвим засобом для цього. Було досліджено, який вплив здійснили інтеграційні процеси на зміну вимог вантажної клієнтури до процесів перевезення вантажів, а також методів та технологій логістичного управління. Можна відмітити, що із розширенням географії світової торгівлі, змінами у розміщенні постачальників продукції та виробництв у різних країнах світу, політичними подіями в різних країнах зросла протяжність доставки вантажів, зокрема зросла питома вага транстихоокеанських, трансатлантичних та трансконтинентальних перевезень. Це призвело до зростання ролі й обсягів мультимодальних перевезень вантажів.

Ці тенденції призвели до зростання кількості учасників в ланцюгу доставки вантажів, і не лише за рахунок збільшення кількості перевізників різних видів транспорту в одній доставці, а й підприємств, що виконують допоміжні з транспортуванням функції – продажу, НРР, зберігання, консолідації, упакування, обслуговування вантажів, митного та іншого оформлення, взаєморозрахунків за перевезення. Також виникла необхідність організації та координації такого мультимодального перевезення, зосередження

цих функцій у руках логістичного оператора або транспортно-експедиторській компанії. Також можна відмітити зростання трансферних доставок вантажів різними перевізниками. Це обумовлено як технологічними так й економічними причинами. У будь якому випадку організація трансферного перевезення є більш складною задачею, потребує врахування багатьох законодавчих, техніко-технологічних, часових та інших вимог і організації відстеження вантажу, а отже є необхідність комплексного вирішення цих проблем.

Із зростанням ролі експедиторів та логістичних операторів у забезпеченні доставки товарів за зовнішньоекономічними контрактами, постачанні різних видів продукції, зросли й потреби клієнтури в додаткових послугах. Окрім самої організації перевезень, клієнтура також потребує послуг з підготовки вантажів до перевезення певним видом транспорту, упакування, маркування вантажів, оформлення перевізної та товаросупровідної документації, фрахтування транспортних засобів і бронювання перевезень, митного очищення та проходження інших видів контролю, складування, формування партій відправлень, консолідації, контейнеризації, НРР, доставки вантажів в/з транспортних вузлів, взаєморозрахунків за перевезення та інші послуги, ведення претензійної роботи тощо. Розширення видів додаткових послуг і призвело до появи 3PL операторів, які здатні надати клієнтури широкий спектр транспортно-логістичних та інших послуг.

Змінилися й вимоги клієнтури до систем доставки вантажу. Перш за все зросли вимоги до швидкості доставки. Особливо це стосується товарів, що швидко псуються, нових товарів, які потрібно випустити на ринок якомога швидше, експрес-відправлень. Тому відмічається більш широке використання авіаційного транспорту в системах доставки вантажів, що і було визначено ключовим пріоритетом у роботі. З цією вимогою безпосередньо пов'язана вимога зменшення часу на весь процес доставки вантажів. Це досягається по-перше за рахунок використання більш швидкісних видів транспорту для перевезення вантажу, по друге за рахунок всебічного скорочення часу на процеси наземної обробки вантажів: зменшення часу на НРР, складську

обробку, митні та інші процедури, зменшення часу на обробку документів, синхронізації процесів заванезення-вивезення вантажів в/з транспортних вузлів для зменшення часу знаходження вантажу в стані очікування перевезення.

Ще одним напрямком оптимізації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту є зменшення розміру партій вантажів. На ці процеси вплинули сучасні системи постачання продукції, зокрема системи доставки «точно-вчасно», експрес-перевезення, розвиток електронної торгівлі. Це також призвело до зростання обсягів доставки в авіаційно-автомобільному сполученні. Доставка вантажу дрібними партіями дозволяє клієнтурі організувати постачання широкого асортименту товарів, здійснити доставки торгових зразків, а також дає можливість не створювати великі запаси продукції.

Організація доставки вантажів дрібними партіями потребує більш чіткої організації перевізного процесу, сортування, маркування, контролю за перевезенням вантажів. Також зростання дрібних партій відправлень призвело до зростання перевезення збірних або консолідованих вантажів різними видами транспорту. Доставка збірних або консолідованих партій вантажів в свою чергу потребує застосування консолідаційних складів, використання контейнерів, організації взаємодії видів транспорту, організації збірно-розвізних маршрутів перевезення. Ці процеси також призводять до зростання ролі складів які використовуються в якості консолідаційних або розподільчих центрів, застосування сучасних технологій складської обробки вантажів, які різко зменшують час на складську обробку, наприклад крос-докінг, застосування складських інформаційних систем. Також проявляється тенденція побудови у транспортних вузлах, зокрема в аеропортах, мультимодальних логістичних центрів, які належать логістичним операторам.

Схема впливу виявлених транспортних інтеграційних процесів на організацію перевезень вантажів представлена на рис. 4.3.

Визначені у роботі тренди – зростання обсягів мультимодальних перевезень, трансферних перевезень, збірних відправлень призводять до зростанням обсягів НРР з вантажем.



Рис. 4.3. Схема впливу виявлених транспортних інтеграційних процесів на організацію перевезень вантажів

Джерело: розроблено авторкою

Кількість перевантажень, сортування, консолідації/розконсолідації, контейнеризації перевезень вантажів зростає, що висуває особливі вимоги до якості та швидкості проведення НРР, засобів механізації, умов зберігання вантажів. Схема впливу виявлених та охарактеризованих транспортних інтеграційних процесів на вимоги клієнтури до перевезень вантажів представлена на рис. 4.4.



Рис. 4.4. Схема впливу виявлених транспортних інтеграційних процесів на вимоги клієнтури до перевезень вантажів

Джерело: розроблено авторкою

Останнім часом, зросли вимоги клієнтури до доставки «останньої милі», тобто доставки вантажу безпосередньо до дверей клієнтури, що викликає необхідність застосування автомобільного транспорту для цих доставок. Іншою вимогою клієнтури є надійність всієї системи доставки вантажу, що дає можливість клієнтурі організувати постачання товарів за принципом «точно-вчасно», завозити вантаж у потрібній кількості в потрібний час, а також скоротити витрати на зберігання вантажу. Однією з основних вимог до систем доставки вантажів є забезпечення безпеки перевезень та цілості вантажу. Найбільша увага цим вимогам приділяється при транспортуванні спеціальних категорій вантажів та при організації мультимодального перевезення з великою кількістю перевантажень вантажу.

Важливою вимогою клієнтури до процесів доставки вантажів, в тому числі й авіаційним видам транспорту є економічність доставки з урахуванням повних витрат на перевезення та супутні послуги. Застосування авіаційного транспорту через достатньо високі авіаційні тарифи не завжди дає пряму економію витрат, але швидкість доставки може компенсувати цей недолік. Крім того авіаційні вантажні тарифи зменшуються із збільшенням ваги відправлення, тому консолідація вантажів на авіаційному транспорті є економічно вигідною. Крім того, авіаперевізники можуть запропонувати клієнтурі спеціальні знижені товарні тарифи на перевезення певних найменувань вантажів на певних маршрутах, що також може зробити авіаційну доставку економічно доцільною. Ще однією важливою вимогою клієнтури є організація доставки єдиним логістичним оператором, з єдиною відповідальністю за доставку усіма видами транспорту, за єдиним тарифом. Це призводить до зростання ролі експедитора або логістичного оператора та перетворення його на 3PL оператора.

Повномасштабне вторгнення Росії в Україну суттєво вплинуло на організацію і технологію доставки вантажів. Авіаційні перевезення зупинилися, авіаційні зв'язки аеропортів України з країнами Європи, Близького Сходу, Південно-Східної Азії та Америки було втрачено. Також різко зменшилися можливості морського та залізничного транспортування вантажів.

Разом з тим попит на перевезення вантажів в/з інших країн, зокрема в/з Америки, ЄС, Китаю, Австралії не зменшився, але маршрути доставки різко змінилися. При організації доставки вантажів в ці регіони за участю інших видів транспорту вимічаються великі втрати часу. Вони пов'язані із процесами накопичення та консолідації відправлень, швидкістю доставки різними видами транспорту, узгодженням розкладу перевізників, наявністю вільного тоннажу. Також вимоги вантажної клієнтури щодо швидкості, надійності, безпеки та економічності доставки залишаються на достатньо високому рівні.

В цих умовах логістичні компанії вимушені шукати нові методи та технології доставки вантажів, зокрема з використанням різних видів транспорту. Для рішення цієї задачі потрібно визначити оптимальні варіанти перевезення вантажів різними видами транспорту, та визначити пункти консолідації та розконсолідації вантажних відправлень.

Особливо актуальною стає автомобільно-авіаційна доставка, оскільки вона дозволяє поєднати гнучкість та мобільність автомобільного транспорту, можливість доставки «від дверей до дверей», а також швидкість та безпеку авіаційного транспорту. У зв'язку з тим виникають нові схеми доставки вантажних відправлень. Також слід відмітити зміни структури вантажопотоку у бік достатньо дрібних відправлень, що потребує відповідних технологій сортування, консолідації, обробки та відстеження відправлень. Це потребує створення мережі автомобільно-авіаційної доставки, яка дозволяє максимально індивідуалізувати процеси доставки кожного дрібного відправлення в залежності від наявності вантажопотоку. При доставці дрібних відправлень логістичний оператор мінімізувати витрати часу на перевезення та його складові, такі як обробка вантажу, зберігання вантажу та очікування доставки, забезпечити максимальне завантаження автомобільних та авіаційних транспортних засобів, забезпечити економічну ефективність доставки.

На вибір впливають транспортно-технологічні, організаційно-економічні, нормативно-законодавчі та політичні фактори (рис. 4.5).

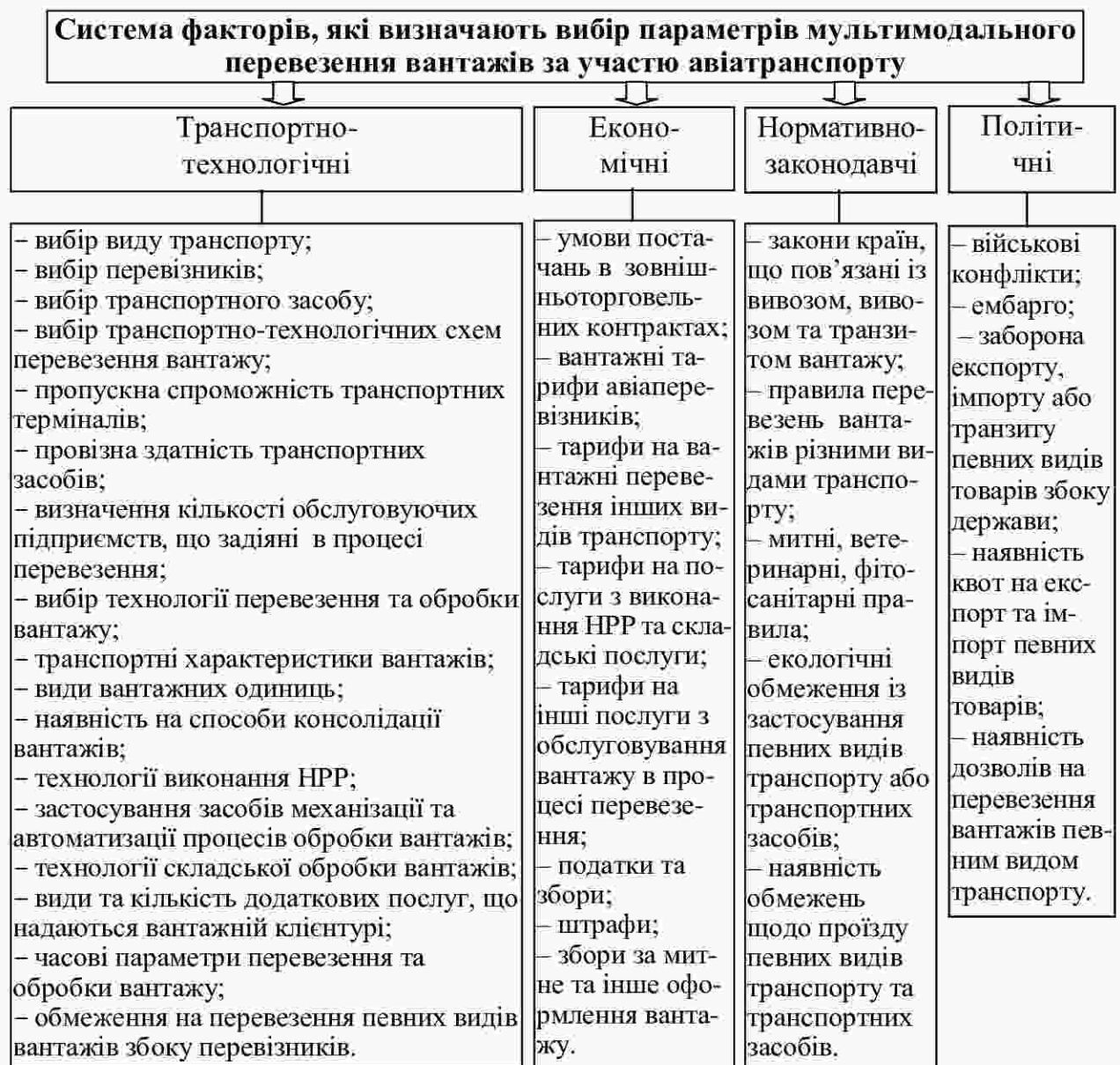


Рис. 4.5. Система факторів, які визначають вибір параметрів мультимодального перевезення вантажів за участю авіаційного транспорту

Джерело: розроблено авторкою

Нами було досліджено існуючі схеми організації доставки вантажів в/з України з консолідаційного складу у Києві до/з Америки, країн Європи, Південно-Східної Азії, Австралії, які поєднують автомобільне та авіаційне перевезення. При цьому були виявлені значні втрати часу при виконанні окремих операцій:

- час на збір окремих вантажних відправлень та доставка їх автомобільним транспортом з різних міст України до консолідаційного складу в Києві;

- час на зберігання на консолідаційному складі при формуванні партій відправки автомобільним транспортом;
- затримки на шляху прямування автомобільного транспортного засобу;
- недостатня швидкість руху автомобільного транспортного засобу;
- надто довгий маршрут перевезення автомобільним транспортом;
- час на сортування, консолідацію та очікування вантажу на складі регіонального аеропорту;
- час на сортування, консолідацію та очікування вантажу на складі хабового аеропорту;
- затримки у розкладу руху авіаційних рейсів;
- незавантаження вантажу на рейс при наявності заброньованого тоннажу з технічних чи комерційних причин;
- відсутність вільного тоннажу у авіакомпанії на певний рейс та дату;
- затримка у доставці «останньої милі» до кінцевого вантажоодержувача.

Нами були вдосконалені схеми доставки вантажів в авіаційно-автомобільному сполученні в/з України з консолідаційного складу у Києві до/з Америки, країн Європи, та до країн Південно-Східної Азії, Австралії, Нової Зеландії. Основною відмінністю вдосконалених схем доставки є більш раціональне використання автомобільного транспорту, розширення існуючої мережі як регіональних так хабових аеропортів для кращого покриття території та скорочення загального часу доставки, розширення використання трансферних авіаційних перевезень через мережу хабових аеропортів.

Зокрема у запропоновані схемі авіаційно-автомобільної доставки вантажів у країни Європи та Америки (рис. 4.6), спочатку вантаж збирається, доставляється автомобільним транспортом та накопчується на консолідаційному складі логістичній компанії у Києві. Формуються партії відправки автомобільним транспортом до найближчих регіональних аеропортів Європи. Ці аеропорти мають відповідати таким вимогам: вони мають знаходитися на відстані доцільності використання автомобільного транспорту, з точки зору швидкості та економічної ефективності доставки, мати достатньо

розвинену інфраструктуру для складської обробки вантажів, мати достатню кількість рейсів у найбільші європейські та азійські хаби з точки зору відповідної частоти перевезень та вільних провізних ємностей літаків.

Зокрема, на додаток до існуючих європейських аеропортів, таких Варшава, Будапешт, Кишинів, Рига, Таллінн, пропонується розширити мережу за рахунок додавання аеропортів Бухаресту, Праги, Братислави, Лейпцигу. В регіональних європейських аеропортах вантаж сортується та розконсолідується, частина вантажопотоку доставляється авіаційним транспортом до пунктів призначення всередині Європи, зокрема Відня та Копенгагену. Пропонуємо додати до цих пунктів доставки також Мадрид та Лісабон.



Рис. 4.6. Схема авіаційно-автомобільної доставки вантажів у країни Європи та Америки

Джерело: розроблено авторкою

Іншу частину вантажопотоку, яка прямує в напрямку в/з Америки пропонуємо доставляти авіатранспортом у великі європейські хаби, такі як Франкфурт, Амстердам, Лондон, Париж. Пропонуємо додати до цих аеропортів

Льєж, Франкфурт (Хан), Мюнхен та Стамбул. Раніше вантажі до Стамбулу доставлялися з Києва автотранспортом, що займало багато часу у дорозі. Пропонуємо замінити цю доставку авіап перевезенням з регіональних європейських аеропортів. Далі з великих європейських хабів вантаж доставляється авіатранспортом до пунктів призначення в Америці. Раніше використовувався лише один пункт доставки – Нью-Йорк. Пропонуємо розширити мережу доставки та включити аеропорти Лос-Анджелеса, Маямі, Сан-Франциско та Торонто. Завершальним етапом транспортування є доставка «останньої милі» автотранспортом безпосередньо до вантажоодержувача. Використання прямого авіап перевезення з регіональних аеропортів має певні ризики. Це пов'язано з меншою частотою польотів в різні країни, наприклад, рейс може виконуватися раз на тиждень, і вантаж буде очікувати на складі аеропорту, що викличе додаткові витрати на його зберігання та ризики його пошкодження. Загальний термін доставки вантажу також збільшується.

Використання трансферного авіап перевезення через хабові аеропорти дає ряд переваг. Кожен хаб генерує велику кількість рейсів у різні країни з достатньо великою частотою, що дозволяє зробити зручне стикування з мінімальною втратою часу на очікування вантажу а аеропорту трансферу. Хабовий аеропорт має розвинену інфраструктуру для обробки та зберігання різних категорій вантажів, процеси обробки вантажів суттєво інформатизовані, можливо забезпечити відстеження партії вантажів. Також із хабового аеропорту виконується велика кількість рейсів на літаках з достатньо великим комерційним завантаженням, що розширює можливості для швидкого перевезення достатньо великої кількості вантажів. Хабові аеропорти краще інтегровані у міжнародну транспортну систему. Для термінових відправлень наявність зручних стикувань дозволяє повністю використати швидкісні переваги авіатранспорту, забезпечити ритмічність, синхронізувати процеси перевезення вантажів. Також за умови укладення відповідних комерційних угод з авіакомпаніями можна отримати менші трансферні тарифи, ніж на прямі

перевезення. На наш погляд оптимальна кількість перевантажень вантажу на шляху прямування при такій схемі доставці 2–3 рази.

У запропоновані схемі доставки вантажів у напрямку Південно-Східної Азії, Австралії та Нової Зеландії (рис. 4.7) також необхідне застосування авіаційних трансферних перевезень, оскільки прямої авіадоставки з Європи до Австралії та Нової Зеландії не існує. Перша частина запропонованої авіаційно-автомобільної схеми доставки співпадає з європейською. Далі вантаж з великих європейських хабових аеропортів може доставлятися у трансферні аеропорти Близького Сходу. Пропонуємо використовувати аеропорти Каїру, Дубаї, Абу-Дабі, Шарм-ель-Шейху, Дохи та Маскату. На наступній ділянці пропонується трансферне авіап перевезення до Південно-Азійських хабів. На додаток до аеропортів Сеулу, Хошиміну, Сінгапуру, які залучені до схеми пропонуємо додати Гонконг, Ханой, Бангкок, Куала-Лумпур та Денпасар.

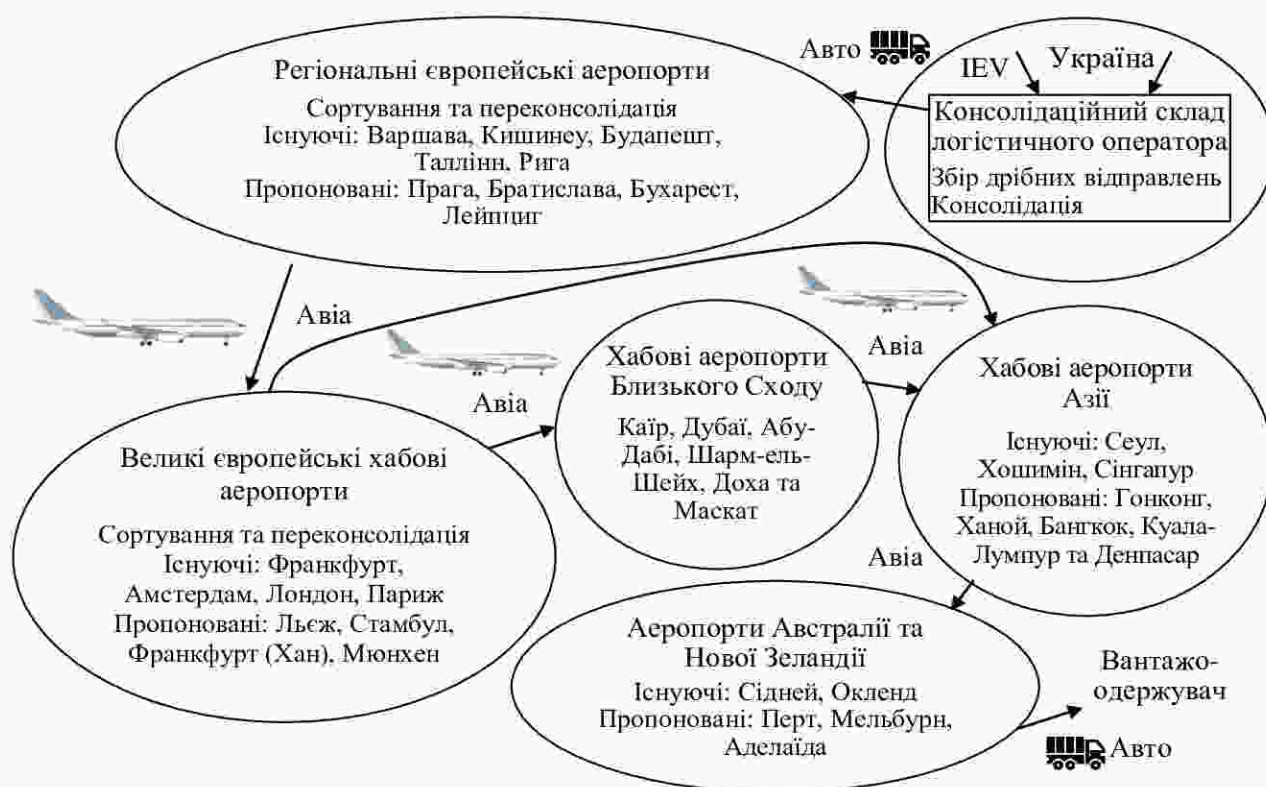


Рис. 4.7. Схема авіаційно-автомобільної доставки вантажів у напрямку Південно-Східної Азії, Австралії та Нової Зеландії

Джерело: розроблено авторкою

Далі вантажі доставляються авіатранспортом безпосередньо до аеропортів Австралії та Нової Зеландії. Нині для доставки в Австралію використовується лише один пункт доставки – Сідней. Пропонуємо також використати Перт, Аделаїду та Мельбурн. Пунктом доставки у Новій Зеландії пропонуємо залишити Окленд. Завершальним етапом цієї схеми є доставка «останньої милі» автотранспортом безпосередньо до вантажоодержувача. У запропоновані схемі можливі також більш коротші варіанти доставки з хабових європейських аеропортів у аеропорти Південно-Східної Азії та далі у Австралію та Нову Зеландію.

Також можлива інша схема доставки вантажів з використанням залізничного та авіаційного транспорту. Вона відрізняється тим, що на ділянці від Києва до Польщі вантаж доставляється залізницею у поштових вагонах. Далі вантаж доставляється до польських аеропортів і прямує авіатранспортом. Цей варіант доставки є дорожчим, ніж з використанням автотранспорту, проте його перевагою нині є мінімізація невизначеностей.

Таким чином, для того, щоб ефективно функціонувати на транспортно-логістичному ринку логістичній компанії необхідно зробити правильний вибір параметрів мультимодального перевезення тих чи інших вантажів за участю авіатранспорту. Реалізація комплексно-кластерного підходу до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, як сучасного інструменту розвитку для логістичних компаній, дозволить їм акцентувати увагу на оптимізації ключових бізнес-процесів для загального підвищення конкурентоспроможності.

4.3. Оцінювання економічного ефекту від оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції

Здійснено порівняння граничних значень індексів основних логістичних показників для логістичних компаній за оцінками експертів для кращих

світових логістичних операторів (ЛО), а також цих індексів у ТОВ «Делівері» до здійснення математичного моделювання та після моделювання при реалізації комплексно-кластерного підходу до організації мультимодальних перевезень вантажів (табл. 4.17).

Аналізуючи отримані результати можемо стверджувати наступне. Пропоновані у роботі засоби організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції на основі комплексно-кластерного підходу дозволили суттєво покращити показники та наблизити їх до рівня кращих логістичних операторів світу. Показник вчасності доставки до складу після використання пропонованих у роботі покращень для ТОВ «Делівері» на основі проведеного моделювання становитиме 79,45%, що на 2,2% більше ніж нині. Проте, до мінімального рівня кращих логістичних операторів він не дотягуватиме майже 4%. Показник вчасності доставки до дверей становитиме 79,15%, що на 2,98% більше, ніж нині. Він буде меншим за мінімальний рівень кращих логістичних операторів на 3,46%.

Таблиця 4.17

Порівняння граничних значень індексів основних логістичних показників для компаній за оцінками експертів, у ТОВ «Делівері» до оптимізації та після (сформовано авторкою на основі розрахунків за моделюванням та оцінкою експертів за даними [215] і методиками [217–235; 237–240])

Основні загальні логістичні показники для логістичних операторів (показник, вимірник)	Експертна оцінка мінімального рівня для кращих логістичних операторів	ТОВ «Делівері» до оптимізації	ТОВ «Делівері» після оптимізації	
			Моделювання	Експертна оцінка
Вчасна доставка до складу (%)	83,4>	77,25	79,45	–
Вчасна доставка до дверей (%)	82,6>	76,16	79,14	–
Доставка без пошкоджень вантажу (%)	99,96>	99,900	–	99,911
Доставка без втрати вантажу (%)	99,9997>	99,9993	–	99,9994
Доставка без скарги по відправленням (%)	99,900>	99,804	–	99,828
Доставка без скарги по клієнтам (%)	99,933>	99,873	–	99,887

Кількість пошкоджень вантажу після реалізації змін становитиме 1 на 1123 місць, тоді як нині цей показник на понад 12,5% гірший – 1 пошкодження на 997 місць. Кращі логістичні оператори світу мінімально допустимим вважають показник 1 пошкодження на 2500 місць. Загальна кількість втрат вантажу після пропонуваного покращення становитиме 1 на 161314 місць, тоді як нині цей показник у майже 1,13 рази гірший – 1 пошкодження на 142857 місць. Кращі логістичні оператори світу вважають мінімально допустимим показник у 1 втрату вантажу на 300000 місць. Кількість скарг на відправлення скоротиться за розрахунками до 1 на 583 квитанції, тоді як нині цей показник становить 1 скарга на 511 квитанцій. Кращі логістичні оператори світу вважають мінімально допустимим показник у 1 скаргу на 1000 квитанцій. Кількість скарг по клієнтах скоротиться за розрахунками до 1 на 882 клієнта, тоді як нині цей показник становить 1 скарга на 788 клієнтів. Кращі логістичні оператори світу вважають мінімально допустимим показник у 1 скаргу на 1500 клієнтів.

Візуалізація проведеного порівняння граничних значень індексів логістичних компаній на основі моделювання представлена на рис. 4.8.

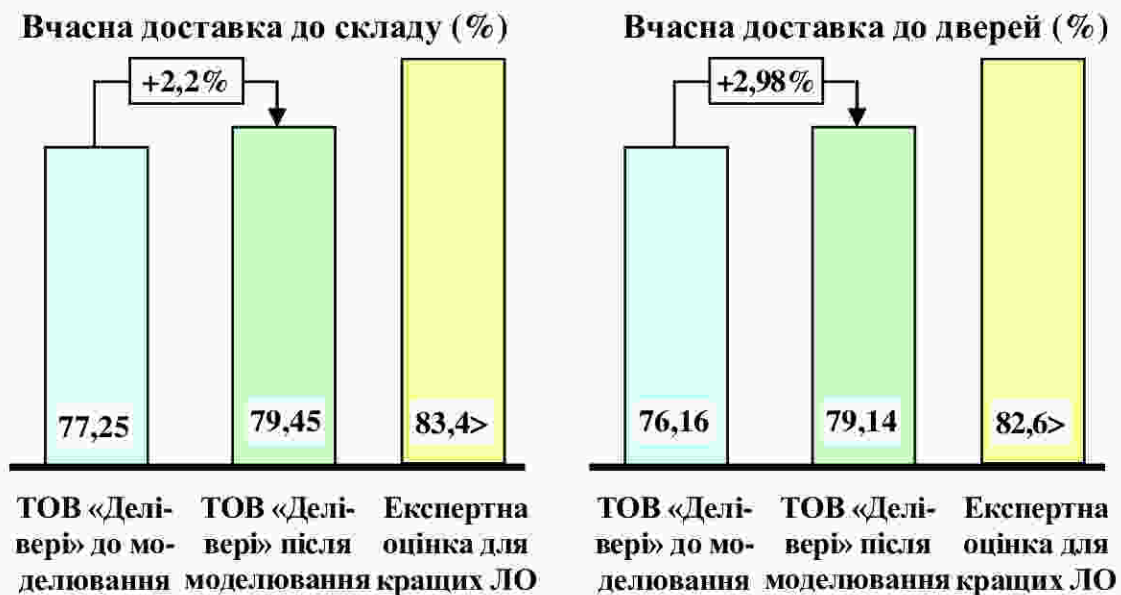


Рис. 4.8. Порівняння граничних значень індексів логістичних компаній на основі моделювання

Джерело: розраховано авторкою на основі моделювання та оцінки експертів за даними [215] та методиками [217–235; 237–240]

Візуалізація проведеного порівняння граничних значень індексів логістичних компаній на основі здійснення експертних оцінок після оптимізації на основі реалізації комплексно-кластерного підходу, методів та моделей щодо організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції представлена на рис. 4.9.

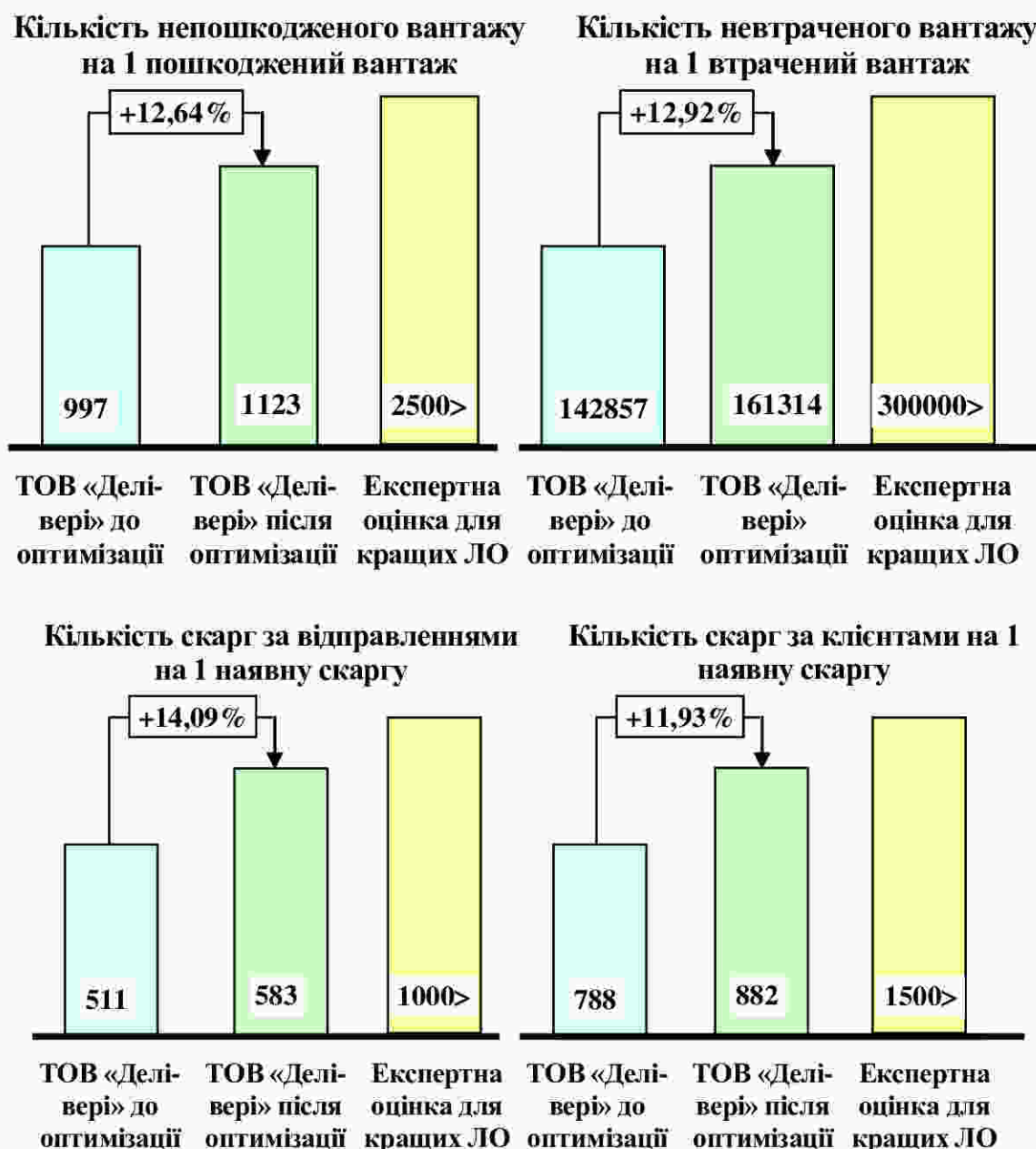


Рис. 4.9. Порівняння граничних значень індексів логістичних компаній на основі експертних оцінок після оптимізації

Джерело: розраховано авторкою на основі моделювання та оцінки експертів за даними [215] та методиками [217–235; 237–240]

Для демонстрації програмної реалізації задачі оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції на прикладі національного нішового логістичного оператора поштової логістики АТ «Укрпошта» зроблено відповідні розрахунки.

У якості основи для проведення розрахунків було взято фінансовий звіт АТ «Укрпошта» за 2023 рік [287]. Використання як основи звіту саме цієї компанії обумовлено її ключовим значенням на ринку та вільному доступі до фінансових результатів.

Було здійснено сценарне моделювання зміни чистих доходів від реалізації продукції та собівартості реалізованої продукції АТ «Укрпошта» після оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. Всього було згенеровано 200 сценаріїв, із яких для демонстрації відібрано 30 найкращих (рис. 4.10).

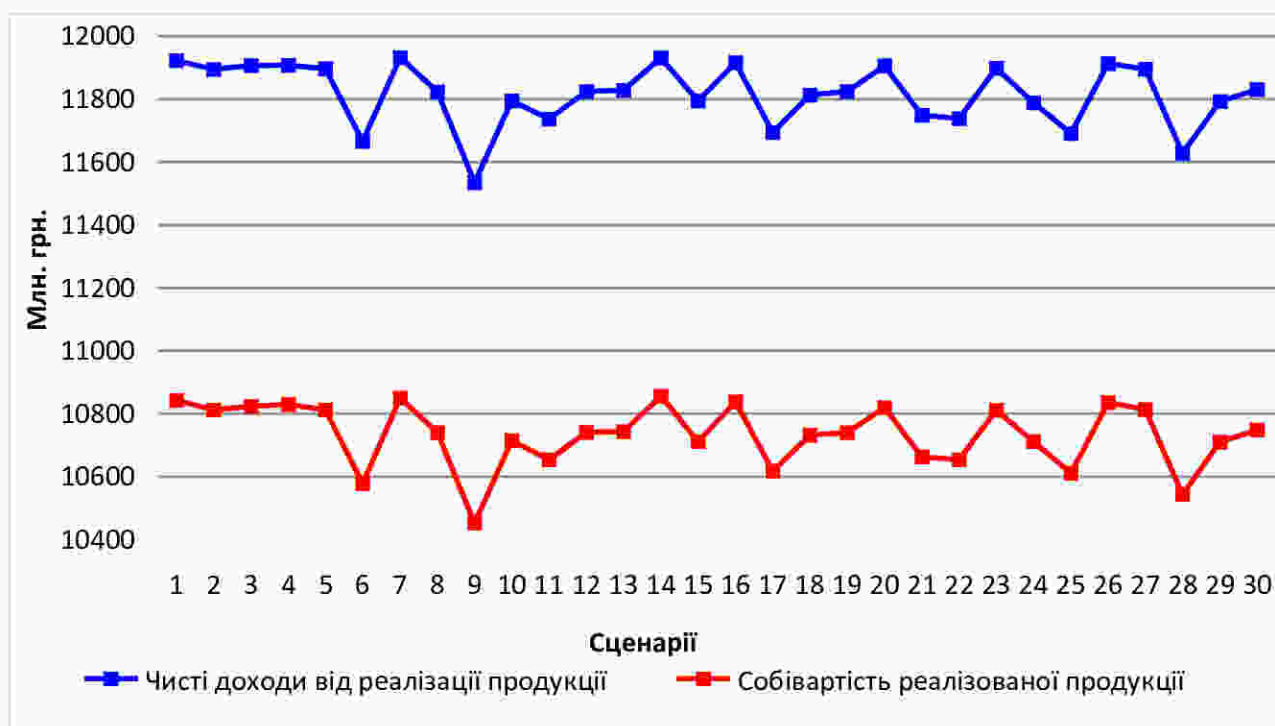


Рис. 4.10. Сценарне моделювання зміни доходів та собівартості реалізованої продукції АТ «Укрпошта» після оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції

Джерело: розраховано авторкою

Сценарне моделювання зміни валового прибутку після оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції представлено на рис. 4.11. Тут так само було згенеровано 200 сценаріїв, із яких для демонстрації відібрано 30 найкращих.



Рис. 4.11. Сценарне моделювання зміни валового прибутку після оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції

Джерело: розраховано авторкою

Порівняння найкращого сценарію моделювання змін доходів, собівартості реалізованої продукції та валового прибутку після оптимізації та поточних показників діяльності АТ «Укрпошта» представлено на рис. 4.12. Найкращим із множини виявився сценарій №6. При розрахунках за математичною моделлю, яка визначає, як дохідну, так і витратну складову, у практичній роботі логістичного оператора можливе варіювання цілою низкою обраних параметрів, що і повинно дати можливість ефективно забезпечити варіантність вибору. Доведено, що у разі реалізації запропонованих у роботі методів та моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту логістичні компанії зможуть покращити свої показники роботи.

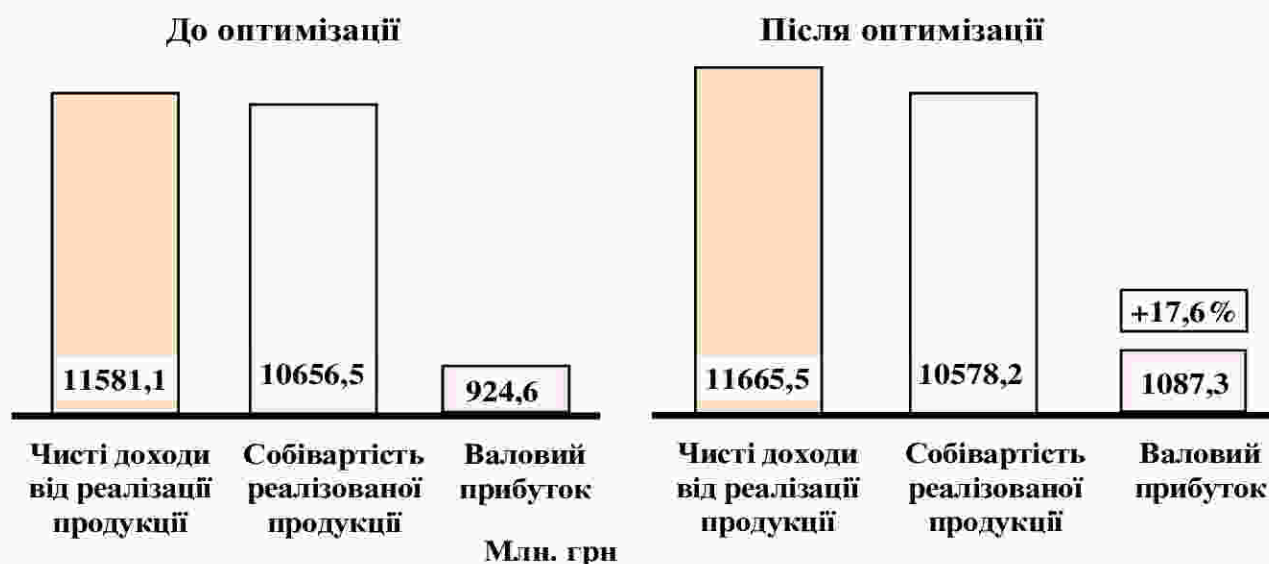


Рис. 4.12. Порівняння найкращого сценарію моделювання змін доходів, собівартості реалізованої продукції та валового прибутку після оптимізації (сценарій №6) та поточних показників діяльності АТ «Укрпошта»

Джерело: розраховано авторкою

На основі даних ТОВ «Делівері», як транспортно-логістичного оператора, було визначено можливість покращення показників вчасності доставки на 2,2–3%, непошкодження і невтрачання вантажів, а також кількості скарг – на 12–14%. В той же час, на основі даних АТ «Укрпошта» після оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту вдалося визначити можливість збільшення валового прибутку у найкращому сценарії на 17,6% із 924,6 тис. грн. до 1087,3 тис. грн.

4.4. Висновки за розділом 4

1. Для програмної реалізації задачі оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції створені методичні рекомендації щодо проведення обчислювальних експериментів математичних моделей мультимодальних перевезень вантажів, які дозволили охарактеризувати специфічні особливості визначення витрат та доходів логістичного оператора на основі реальних розрахунків за існуючими схеми мультимодального перевезення.

2. Практичні рекомендації щодо реалізації методів та моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту дозволили детально описати вплив транспортних інтеграційних процесів на організацію перевезень вантажів та запропонувати логістичним операторам не лише дієвий інструментарій для підвищення ефективності мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, а й описати його практичну користь та систему реалізації.

3. Запропоновані схеми авіаційно-автомобільної доставки вантажів із України у країни Європи та Америки, а також у напрямку Південно-Східної Азії, Австралії та Нової Зеландії. Ці схеми включили як уніфіковані найкращі практики, так і нові маршрутні альтернативи. Була також запропонована система факторів, які визначають вибір параметрів мультимодального перевезення вантажів за участю авіаційного транспорту.

4. Проведене порівняння граничних значень індексів основних логістичних показників для компаній за оцінками експертів, на прикладі ТОВ «Делівері», дозволило говорити про суттєве покращення показників після моделювання та наближення їх до рівня кращих логістичних операторів світу.

5. Для демонстрації дієвості програмної реалізації задачі оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції на прикладі національного нішового логістичного оператора поштової логістики АТ «Укрпошта» зроблено відповідні розрахунки, які включали генерацію 200 сценаріїв, із яких для демонстрації відібрано 30 найкращих, які у свою чергу звелися до порівняння найкращого сценарію моделювання змін доходів, собівартості реалізованої продукції та валового прибутку після оптимізації (сценарій №6) за яким збільшення валового прибутку зафіксовано на рівні 17,6% із 924,6 тис. грн. до 1087,3 тис. грн.

Основні результати дослідження по цьому розділу було опубліковано в працях авторки [148–152].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі отримані наукові результати, які в сукупності вирішують конкретне наукове завдання – реалізація комплексно-кластерного підходу, методів та моделей щодо організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. Проведене дослідження дало змогу зробити такі висновки:

1. Здійснений аналіз теоретичних засад раціональної організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції дозволив оцінити світовий досвід та охарактеризувати основні визначення у сфері мультимодальних перевезень, виявити різнорівневі фактори впливу на розвиток авіаперевезень, як елементу системи мультимодальних перевезень в глобалізованому світі, сформувати систему інтеграції авіатранспортної системи України до авіатранспортної системи ЄС, а також визначити передумови удосконалення методів та розроблення моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту.

2. На основі групи теоретико-методичних принципів щодо наукового обґрунтування оптимізаційних процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції запропоновано критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції, що враховує аспекти у яких проявляються інтеграційні процеси, що протікають на авіатранспорті, а також фактори, які характеризують провізну здатність кожного виду транспорту. Це дозволило оцінити факторний вплив на процеси забезпечення взаємодії видів транспорту при організації доставки вантажів за відповідними критеріями.

3. За результатами проведеного дослідження розроблено раціональні системи організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту, що складаються із відповідних засобів та найкращих практик на різних видах транспорту, запропонованої універсальної схеми створення сучасних систем доставки вантажів, класифікації навантажувально-

розвантажувальних робіт за місцем виконання у процесі доставки, технологічних схем перевезення і навантаження та розвантаження вантажів на авіатранспорті, сформульованих сучасних вимог до цих процесів.

4. У роботі досліджено комплексні проблеми логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах із виділенням завдань та інструментарію для забезпечення одночасної оцінки ціноутворення коридору та дизайну мережі обслуговування інтеграторів логістичних послуг, політик стимулювання мультимодальних перевезень, а також реалізацією найбільш сучасних рішень для логістичних операторів на основі використання крос-докінгу та фулфілменту та реалізацією загальної схеми оцінювання основних логістичних показників та базову систему граничних значень індексів для цих показників логістичних операторів в умовах міжнародної інтеграції.

5. Сформовано та науково обґрунтовано системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції, що базуються на загальних принципах консолідації для клієнта, консолідатора та перевізника при перевезенні консолідованих вантажів різними видами транспорту, визначені особливостей консолідації вантажів, які можуть проявлятися як недоліки та як умови, характеризувати видів консолідованих вантажних відправлень на авіатранспорті. Це дозволило узагальнити схему мультимодального перевезення консолідованих вантажів та забезпечує можливість максимально якісно інтегрувати авіатранспорт до міжнародних систем доставок.

6. На основі сформульованих теоретичних засад раціональної організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту і дослідження принципів взаємодії, основ функціонування та розробки систем організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту реалізовано комплексно-кластерний підхід до організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції, який формують системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів,

критеріальний метод аналізу впливу на вибір виду транспортного сполучення, моделі прийняття рішень суб'єктами транспортно-логістичних ринків, математичні моделі організації мультимодальних перевезень, а також раціональні системи організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. Це дає можливість загалом підвищити ефективність роботи суб'єктів транспортно-логістичних ринків з врахуванням сучасних трендів та можливостей.

7. Запропоновано та реалізовано моделі прийняття рішень для комплексного логістичного оператора, нішового оператора та транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту, що дозволило зосередити основні зусилля на створенні унікальних продуктів із виключною цінністю для клієнтури та забезпеченням підґрунтя для вибудовування партнерських відносин із іншими учасниками міжнародних доставок вантажів. Практичні рекомендації щодо реалізації методів та моделей організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіаційного транспорту дозволили охарактеризувати вплив виявлених транспортних інтеграційних процесів на організацію перевезень вантажів та на вимоги клієнтури до перевезень вантажів, запропонувати нові схеми авіаційно-автомобільної доставки вантажів в умовах військового стану та запропонувати систему факторів, які визначають вибір параметрів мультимодального перевезення вантажів за участю авіаційного транспорту. На основі даних провідного транспортно-логістичного оператора ТОВ «Делівері» використовуючи запропоновані математичні моделі було визначено можливість покращення показників вчасності доставки на 2,2–3%, непошкодження і невтрачання вантажів, а також кількості скарг – на 12–14%. В той же час, на основі даних АТ «Укрпошта» після оптимізації організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту із використанням математичного моделювання вдалося визначити можливість збільшення валового прибутку у найкращому сценарії на 17,6% із 924,6 тис. грн. до 1087,3 тис. грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Габрієлова Т. Ю., Литвиненко С. Л., Баннов О. В. Перевезення спеціальних вантажів: підручник. Київ: Вид-во Національного авіаційного університету «НАУ-Друк», 2015. 456 с.
2. Габрієлова Т. Ю., Литвиненко С. Л., Баннов О. В. Організація та технологія доставки спеціальних категорій вантажів: підручник. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2018. 416 с.
3. ULD and ULD CARE – 50 years of evolution. URL: <https://uldcare.com/wp-content/uploads/2020/05/History-of-ULD-and-ULD-CARE-1r.pdf> (дата звернення 14.05.2023).
4. Temperature Controlled Containers (TCC's). URL: <https://www.uldcare.com/articles/library/care/temperature-controlled-containers-tccs/> (дата звернення 22.09.2023).
5. Temperature Controlled Cargo (TCC) Operations. URL: <https://www.searates.com/blog/post/temperature-controlled-cargo-tcc-operations> (дата звернення 17.08.2023).
6. Revolutionary Temperature-Controlled Containers Revolutionize Clinical Trials in Asia. URL: <https://www.sobelnet.com/revolutionary-temperature-controlled-containers-revolutionize-clinical-trials-in-asia-pacific/> (дата звернення 11.08.2023).
7. Effect of Active Cargo Containers on Aircraft Smoke Transport. URL: <https://www.fire.tc.faa.gov/pdf/tcct22-30.pdf> (дата звернення 10.08.2023).
8. How to Utilize ULD Fleets. URL: <https://www.aviationpros.com/gse/baggage-cargo/cargo-handling-equipment-accessories/uld-containers/article/53028457/how-ground-handlers-are-utilizing-uld-fleets> (дата звернення 12.08.2023).
9. Cool Containers for Air Cargo Perishable Goods: Right Time to Invest? URL: <https://blog.vrr.aero/cool-containers-for-perishable-products-right-time-to-invest/> (дата звернення 14.08.2023).

10. Air Freight Containers: Knowledge and Insight from a Key Player. URL: <https://vrr.aero/knowledge-center/air-freight-containers-knowledge-and-insight-from-a-key-player/> (дата звернення 14.08.2023).

11. Global Air Cargo Container Market Experiences Substantial Growth with Heightened Demand in E-Commerce and Technological Innovations. URL: <https://finance.yahoo.com/news/global-air-cargo-container-market-191100737.html> (дата звернення 15.08.2023).

12. Global Air Cargo Container Market Size To Grow USD 2.28 Billion by 2032. URL: <https://www.sphericalinsights.com/press-release/air-cargo-container-market> (дата звернення 15.08.2023).

13. Global Unit Load Device Market Report 2024. URL: <https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/unit-load-device-global-market-report> (дата звернення 28.01.2024).

14. Габрієлова Т. Ю., Литвиненко С. Л. Методологія і практика формування вантажних одиниць при перевезенні вантажів авіаційним транспортом. *Актуальні проблеми економіки*. 2011. № 6. С. 60-66.

15. Маляренко Д. Л. Управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності: дис. ... д-ра філос.: 275 «Транспортні технології (на повітряному транспорті) / Національний авіаційний університет. Київ, 2023. 225 с.

16. Закон України «Про транспорт»: Закон України від 10 лист. 1994 р. № 232/94-ВР зі змінами. Відомості Верховної Ради України. 1994. 20 груд.

17. Повітряний кодекс: Кодекс України від 19 трав. 2011 р. № 3393-VI зі змінами. Голос України. 2011. 18 черв.

18. Закон України «Про мультимодальні перевезення»: Закон України від 17 лист. 2021 р. № 1887-IX зі змінами. Голос України. 2021. 19 груд.

19. Закон України «Про транзит вантажів»: Закон України від 20 жовт. 1999 р. № 1172-XIV зі змінами. Голос України. 1999. 16 лист.

20. Закон України «Про транспортно-експедиторську діяльність»: Закон України від 01 лип. 2004 р. № 1955-IV зі змінами. Голос України. 2004. 30 лип.

21. Словник основних транспортних і суміжних термінів / уклад. Б. І. Торопов. Київ: ДЕДУТ, НВО ГППРОТРАНС, 2013. 200 с.
22. Мультиmodalні перевезення: що це таке та які їхні особливості. URL: <https://pravda.if.ua/multimodalni-perevezennya-sho-ce-take-ta-yaki-yikhni-osoblivosti/> (дата звернення 14.01.2024).
23. Інтерmodalні та Мультиmodalні Перевезення: У Чому Різниця? URL: <https://www.searates.com/ua/blog/post/ntermodaln-ta-multimodaln-perevezennya-v-chomu-rznicya> (дата звернення 19.01.2024).
24. Що таке мультиmodalні перевезення: особливості та відмінності. URL: <https://ubi-logistic.com/shho-take-multimodalni-perevezennya-osoblivosti-ta-vidminnosti/> (дата звернення 14.09.2023).
25. Соколова О. Є. Концептуальні засади формування мультиmodalної системи перевезення вантажів. *Наукоємні технології*, 2014. № 1. С. 114–118.
26. Кухарчик О. Г. Ринок мультиmodalних перевезень регіону та стратегія його розвитку: автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.05/ ОНАХТ, 2019. 23 с.
27. Підлісний П. І., Паткевич Н. О., Цветов Ю. В. Роль контейнеризації змішаних вантажних перевезень у розвитку світової торгівлі. *Економічний форум*. 2016. № 3. С. 67–81.
28. Шраменко Н. Ю. Тенденції розвитку мультиmodalних технологій при міжнародних контейнерних перевезеннях. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК»*. 2017. Вип. 262. С. 102–109.
29. Ломотько Д. В., Примаченко Г. О. Методологічний підхід до формалізації процесу функціонування динамічних мультиmodalних транспортних систем. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2021. № 1. С. 30–37.
30. Вернигора Р. В., Огороков А. М., Цупров П. С., Павленко О. І. Мультиmodalні перевезення як базовий сегмент транзитного потенціалу України. *Транспортні системи та технології перевезень*. 2017. Вип. 14. С. 20–29.

31. Сучасні тенденції розвитку мультимодальної системи перевезення вантажів / Г. І. Кириченко, О. Г. Стрелко, Ю. А. Бердниченко [та ін.]. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2019. Том 30 (69). № 3, Ч. 2. С. 148–153.
32. Гуцалюк О. М., Ремзіна Н. А. Методичні основи формування єдиного наскрізного тарифу мультимодальних перевезень. *Центрально-український науковий вісник. Економічні науки*. 2020. Вип. 4(37). С. 169–176.
33. Ширяєва С. В. Фактори, що впливають на формування і розвиток мультимодальної транспортної системи України в сучасних умовах. *Вісник Національного технічного університету*. 2020. №1(46). С. 446–454.
34. Харченко М. В. Юденко Є. В., Черніхова О. С. Розвиток мультимодальних та інтермодальних технологій у системі логістичної інфраструктури України. *Інтелект XXI*. 2020. № 4. С. 53–59.
35. Manual on modernization of inland water transport for integration within a multimodal transport system. URL: https://www.unescap.org/sites/default/d8files/pub_2285_fulltext.pdf (дата звернення 11.09.2023).
36. United Nations Conference on a Convention on International Multimodal Transport. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/tdmtconf17_en.pdf (дата звернення 12.09.2023).
37. Terminology on combined transport. URL: <https://unece.org/DAM/trans/wp24/documents/term.pdf> (дата звернення 12.09.2023).
38. UNCTAD/ICC Rules for Multimodal Transport Documents. URL: https://unctad.org/system/files/official-document/tradewp4inf.117_corr.1_en.pdf (дата звернення 13.09.2023).
39. Mostafa, N. A., & Eldebaiky, O. A. (2023). Sustainable Two-Echelon Logistics Model with Shipment Consolidation. *Logistics*, 7, 18.
40. Zhu L., Wu Y., Smith, H., & Luo, J. (2023). Optimisation of containerised air cargo forwarding plans considering a hub consolidation process with cargo loading. *Journal of the Operational Research Society*. 74(3). 777-796.

41. Chan, C. (2016). Cargo Container Loading Optimization Under Uncertainty. URL: http://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2016/TU_2016_5822041330_6885_4419.pdf (дата звернення 17.12.2023).
42. Kaboudvand, S., Montreuil, B., & Savelsbergh, M. W. (2021). Hyperconnected Megacity Parcel Logistic: Joint Parcel Routing and Containerized Consolidation. URL: <https://www.semanticscholar.org/reader/7a39d35c84a0db66a115c4f9130349b0ef7d1267> (дата звернення 19.12.2023).
43. Feng, X., Song, R., Yin, W., Yin, X., & Zhang, R. (2023). Multimodal transportation network with cargo containerization technology: Advantages and challenges. *Transport Policy*. 132. 128-143.
44. Luo, Y., Zhang, Y., Huang, J., & Yang, H. (2021). Multi-route planning of multimodal transportation for oversize and heavyweight cargo based on reconstruction. *Computers and Operations Research*. 128. 105172.
45. Orozonova, A., Gapurbaeva, S., Kydykov, A., Prokopenko, O., Prause, G., & Lytvynenko, S. (2022). Application of smart logistics technologies in the organization of multimodal cargo delivery. *Transportation Research Procedia*. 63. 1192-1198.
46. Garrido, A., Quintero-Espinosa, O., & Jaller, M. (2023). Obtaining the optimal origin-destination multimodal freight transportation network for the City of Bogotá. *Research in Transportation Business & Management*. 49. 101012.
47. Chen, D., Peng, S., Lian, F., & Yang, Z. (2023). Optimization of a Japan-Europe multimodal transportation corridor. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 175. 103782,
48. Shang, X., Yang, K., Jia, B., Gao, Z., & Ji, H. (2021). Heuristic algorithms for the bi-objective hierarchical multimodal hub location problem in cargo delivery systems. *Applied Mathematical Modelling*. 91. 412-437.
49. Dini, N., Yaghoubi, S., & Bahrami, H. (2024). Route selection of periodic multimodal transport for logistics company: An optimisation approach. *Research in Transportation Business and Management*. 54. 101123.

50. Yin, C., Lu, Y., Xu, X., & Tao, X. (2021). Railway freight subsidy mechanism based on multimodal transportation. *Transportation Letters*. 13(10). 716-727.
51. Archetti, C., Peirano, L., & Grazia Speranza, M. (2022). Optimization in multimodal freight transportation problems: A Survey. *European Journal of Operational Research*. 299(1). 1-20.
52. Pang, Y., Pan, S., & Ballot, E. (2023). Robust Optimization for Perishable Product Distribution under Uncertainty of Multimodal Transportation Services. *IFAC-PapersOnLine*. 56(2). 7620-7625.
53. Mommens, K., van Lier, T., & Macharis, C. (2020). Multimodal choice possibilities for different cargo types: Application to Belgium. *Research in Transportation Business & Management*. 37. 100528.
54. Li, Z., Liu, Y., Yang, Z. (2021). An effective kernel search and dynamic programming hybrid heuristic for a multimodal transportation planning problem with order consolidation. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 152. 102408.
55. Yang, Z. Xin, X., Chen, K., Yang, A. (2021). Coastal container multimodal transportation system shipping network design-toll policy joint optimization model. *Journal of Cleaner Production*. 279. 123340.
56. Клименко В. В. Інтеграція транспорту в мультимодальних системах. Науково-технічні дослідження у галузі транспорту: колективна монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. 2022. Т2. 216 с. С. 6-41.
57. Примаченко Г. О. Основи організації логістики у мультимодальних транспортних системах за участю залізничного транспорт. Науково-технічні дослідження у галузі транспорту: колективна монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. 2022. Т2. 216 с. С. 76-107.
58. Процик О. П. Проектування транспортно-термінальних систем доставки вантажів при управлінні ланцюгами постачань. Науково-технічні

дослідження у галузі транспорту: колективна монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. 2022. Т2. 216 с. С. 108-142.

59. Сілантьєва Ю. О. Моделювання процесу доставки вантажів у змішаному сполученні. Науково-технічні дослідження у галузі транспорту: колективна монографія / за заг. ред. Д.В. Ломотька. Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. 2022. Т2. 216 с. С. 143-178.

60. Lu, H.-A., & Chung C.-S. (2020). Freighter Loading Efficiency at Airports for International Air Express. *MATEC Web Conference*. 308. 04002.

61. Sourek, D. (2023). Optimization of Cargo Handling Equipment at the Airport. URL: https://digitalcommons.georgiasouthern.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1027&context=pmhr_2023 (дата звернення 04.01.2024).

62. Brandt, F. (2017). The Air Cargo Load Planning Problem. URL: <https://publikationen.bibliothek.kit.edu/1000075507/4402801> (дата звернення 11.01.2024).

63. Yıldız B., Savelsbergh M., Dogru A. K. (2023). Transshipment network design for express air cargo operations in China. *EURO Journal on Transportation and Logistics*. 12. 100120.

64. Euler, R., Borndörfer, R., Strunk, T., & Takkula, T. (2022). ULD Build-Up Scheduling with Dynamic Batching in and Air Freight Hub. In: Trautmann, N., Gnägi, M. (eds) Operations Research Proceedings 2021. OR 2021. *Lecture Notes in Operations Research*. Springer, Cham.

65. Mızrak, F., & Akkartal, G. R. (2023). Determining and Evaluating The Strategies of Air Cargo Freight Forwarders to Increase Business Volume with AHP Method. *Journal of Aviation*. 7(2). 226-232.

66. Sen, Y., Voitsehovskiy, V., Lytvynenko, S., Borets, I., Rusanova, S., & Lytvynenko, L. (2021). Realization of a nonlinear multiproduct model of cargo traffic management of the network air carrier. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*. 74(4). 561-567.

67. Voitsehovskiy, V., Grygorak, M., Lytvynenko, S., Gabrielova, T., & Lytvynenko, L. (2022). Designing Integrated Cargo Delivery Systems on Logistics

Principles. Lecture Notes in Mechanical Engineering. *Safety in Aviation and Space Technologies*. 9. 73-82.

68. Lytvynenko, S., Voitsehovskiy, V., Grygorak, M., Gabrielova, T., Patkovskiy, S., Lytvynenko, L. (2023). Operational Management Model of Air Carrier's Cargo Flows as a Smart Logistics Tool for Sustainable Development. *Lecture Notes in Net-works and Systems. Networked Control Systems for Connected and Automated Vehicles*. 509. 13-22.

69. Raicheva, L., Mykhalchenko, O., Pryimuk, O., Voitsehovskiy, V., Kaplunovska, A., Vasylenko, I. (2023). Factor influence on the multimodal delivery conditions of special categories of cargo in economic system. *AD ALTA: Journal of Interdisciplinary Research*. Vol. 13(2). Special issue XXXVII. P. 131-134.

70. Малярєнко Д. Л. Врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків на авіаційному транспорті в умовах невизначеності. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2023. Том 34 (73). № 4. С. 256–260.

71. Приходько І. В. Теоретичні концепції міжнародної економічної інтеграції. *Економічний аналіз*, 2015. Том 19. № 1. С. 91–100.

72. Мариніна С. В. Сутність, проблеми та перспективи розвитку форм міжнародної економічної інтеграції. *Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право*. 2014. № 5-6. С. 40–47.

73. Князева О. А., Маслій Н. Д. Мотиви та цілі інтеграційних процесів на різних економічних рівнях. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки*. 2015. Вип. 10(2). С. 48–52.

74. Jung P. H., Thill J.-C. Global Shrinkage of Space and the Hub-and-Spoke System in the Global Trade Network. *International Regional Science Review*. 01600176231160491. <https://doi.org/10.1177/01600176231160491>.

75. Okyere S., Yang J., Adams C.A. Optimizing the Sustainable Multimodal Freight Transport and Logistics System Based on the Genetic Algorithm. *Sustainability*, 2022 № 14. 11577. <https://doi.org/10.3390/su141811577>

76. Cekyay B., Kabak O., Ulengin F., Ulengin B., Palut P. T., Ozaydin O. A multi-commodity network flow and gravity model integration for analyzing impact of road transport quotas on international trade. *Research in Transportation Economics*. 2020. Vol. 80(1). P. 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100816>

77. Yin C., Zhang Z., Zhang X., Chen J., Tao X., Yang L. Hub seaport multimodal freight transport network design: Perspective of regional integration development. *Ocean & Coastal Management*. 2023. Vol. 242. 106675. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106675>.

78. Russo M., Alboni F., Sanginés J.C., De Domenico M., Mangioni G., Righi S., Simonazzi A. Regionalisation and cross-region integration. Twin dynamics in the automotive international trade networks. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2023. Vol. 67. P. 98-114. DOI: 10.1016/j.strueco.2023.07.006.

79. Орлова Н. В. Проблеми розвитку транспортної системи України в умовах міжнародних інтеграційних процесів. *Інноваційна економіка: теоретичні та практичні аспекти* : монографія / за ред. д.е.н., доц. Л.О. Волощук, д.е.н., проф. Є.І. Масленнікова. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2019. С. 445–453.

80. Стасюк К. З. Маркетингове управління логістичним потенціалом підприємств залізничного транспорту в умовах лібералізації ринку: дис. ... докт. філос.: 075 – маркетинг. Львів, 2022. 294 с.

81. Прокудін Г. С., Чупайленко О. А., Дудник О. С., Прокудін О. Г., Омаров Д. М. Модель організації мультимодальних вантажних перевезень у міжнародному сполученні. *Вісник Національного транспортного університету*. 2016. № 1. С. 397-406.

82. Чупайленко О. А., Дудник О. С., Дудник А. А. Управління міжнародними мультимодальними вантажними перевезеннями. *Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку*. 2018. № 14. С. 92-101.

83. Войцеховський В. С. Особливості логістичного та інформаційного управління при доставці вантажів за участю авіаційного транспорту. *Проблеми організації авіаційних перевезень та застосування авіації в галузях економіки* :

матеріали II міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 26 вересня; 3–4 жовтня 2013 р.). Київ, 2013. Т. I. С. 76–77.

84. Bo W., Grygorak M., Voitshovskiy V., Lytvynenko S., Gabrielova T., Bugayko D, Ivanov Y. & Vidovic A. (2019). Cargo flows management model of network air carrier. *Economic Studies journal*. 4. 118-124.

85. Bo W., Grygorak M., Voitshovskiy V., Lytvynenko S., Gabrielova T., Lytvynenko L., & Ivanov Y. (2019). Assessment of the implementation of a cargo traffic management system. *Comptes rendus de l'Academie bulgare des Sciences*. 4(72). 503-509.

86. Ivannikova V., Shevchuk D., Konovalyuk V., Borets I., & Vysotska I. (2022). Estimation of the innovative technologies influence on passengers processing procedures at the airport. *Transportation Research Procedia*. 59. 127–136.

87. Sokolova O., Soloviova O., Borets I., & Vysotska I. (2021). Development of conceptual provisions to effectively manage the activities of a multimodal transport operator. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 1(3 (109)). 38–50.

88. Barz C., & Gartner D. (2016). *Air Cargo Network Revenue Management*. *Transportation Science*. 50(4). 1206–1222.

89. Bombelli A., Santos B.F., & Tavasszy L. (2020). Analysis of the air cargo transport network using a complex network theory perspective. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*. 138. 101959.

90. Malighetti P., Martini G., Redondi R., & Scotti D. (2019). Air transport networks of global integrators in the more liberalized Asian air cargo industry. *Transport Policy*. 80. 12–23.

91. Shihnazarov, J., Boboev, D., Dehkonov, M., & Ikramova, D. (2023). Choice of an efficient mode of transport on the basis of comparison of technical and economic indicators of types of transport. *E3S Web of Conference*. 389. 05032.

92. Chang, C.-H., & Thai, V. V. (2017). Shippers' Choice Behaviour in Choosing Transport Mode: The Case of South East Asia (SEA) Region. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*. 33(4). 199-210.

93. Feng, X., Wang, Z., Wang, Y., Yin, W., Chao, Y., & Ye, G. (2024). Improving resilience in an intermodal transport network via bulk cargo transport coordination and empty container repositioning. *Ocean and Coastal Management*. 248. 106970.

94. Полтавець М. А., Омельченко О. Д. Наукові основи комплексної механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних транспортно-складських робіт при взаємодії з рухомим складом та макрологістичні системи поточних ліній і комплексів. *Наукоємні технології*. 2016. № 3. С. 308–314.

95. Швець М. Д., Кірічок О. Г., Познаховський В. А. Механізація та організація виробничого процесу при виконанні навантажувально-розвантажувальних робіт. *Наукові нотатки*. 2018. Вип. 62. С. 226–229.

96. Ковальов Ю. А., Плешко С. А., Лавренчук В. І. Класифікація сучасних пристроїв для перевантаження об'єктів транспортування. *Легка промисловість*. 2016. № 4. С. 46–48.

97. Версанова Г. А. Особливості визначення собівартості навантажувально-розвантажувальних робіт в портах. *Розвиток методів управління та господарювання на транспорті*. 2018. Вип. 3. С. 54–65.

98. Лаврухін О. В., Митрофанова О. В. Удосконалення автоматизованої технології оперативного планування роботи залізничної станції. *Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту*. 2014. Вип. 144. С. 35–39.

99. Продащук С. М., Шаповал Г. В., Богомазова Г. Є., Продащук М. В. Дослідження розподілу навантажувально-розвантажувальних ресурсів при виконанні вантажних операцій. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2017. Вип. 172. С. 13–20.

100. Северин О. О., Шуліка О. О., Потаман Н. В. Дослідження залежності сумарних витрат на виконання навантажувально-розвантажувальних робіт від основних показників роботи засобів механізації. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2018. № 2. С. 198–202.

101. Rjeb, A., Gayon, J-P., & Norre, S. (2021). Sizing of a homogeneous fleet of robots in a logistics warehouse: Transport operation between reception area and storage area. *IFAC-PapersOnLine*. 54(1). 552-557.

102. Royo, B., Xenou, E., Młodawska, P., Kirchner, M., Żuchowski, W. & Ayfantopoulou, G. (2023). Evaluation of an IoT network for urban loading and unloading operations in Kalisz. *Transportation Research Procedia*. 72. 407-414.

103. Zhou, Y., Du, S., Liu, M., & Shen, X. (2024). Machine-fixture-pallet resources constrained flexible job shop scheduling considering loading and unloading times under pallet automation system. *Journal of Manufacturing Systems*. 73. 143-158.

104. Ji, D., Zhang, Z., Liang, W., Wang, C., & He, Z. (2023). Mathematical formulation and a novel two-stage algorithm for double-row layout problem with fixed loading and unloading points. *Journal of Manufacturing Systems*. 69. 242-254.

105. Bonet Filella, G., Trivella, A., & Corman, F. (2023). Modeling soft unloading constraints in the multi-drop container loading problem. *European Journal of Operational Research*. 308(1). 336-352.

106. Qin, Y., Ng, K. K.H., Hu, H., Chan, F. T.S., Xiao, S. (2021). Post disaster adaptation management in airport: A coordination of runway and hangar resources for relief cargo transports. *Advanced Engineering Informatics*. 50. 101403.

107. Tabares, D. A., Mora-Camino, F., Drouin, A. (2021). A multi-time scale management structure for airport ground handling automation. *Journal of Air Transport Management*. 90. 101959.

108. Литвиненко С. Л. Особливості здійснення навантажувально-розвантажувальних робіт при авіаційному перевезенні надважких та негабаритних вантажів. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті*. 2012. № 4(дод.). С. 29–30.

109. Марінцева К. В. Методика розрахунку оптимальної кількості навантажувально-розвантажувальних пунктів вантажного складу аеропорту. *Автомобільний транспорт*. 2012. Вип. 31. С. 100–104.

110. Питання габаритно-вагового контролю. URL: <https://mtu.gov.ua/news/33237.html> (дата звернення 04.03.2024).
111. Що таке збірні вантажі: визначення, переваги і етапи перевезення. URL: <https://es-trans.com.ua/shho-take-zbirni-vantazhi-vyznachennya-perevagy-i-etapy-perevezennya/>(дата звернення 04.03.2024).
112. Перевезення збірних та дрібнопартійних вантажів. URL: <https://www.mcs.od.ua/perevezennya-zbirnih-ta-dribnopartijnih-vantazhiv/> (дата звернення 04.03.2024).
113. Доставка збірних вантажів. URL: <https://goodlogistics.com.ua/uk/lcl-ltl-sbornye-gruzu/> (дата звернення 04.03.2024).
114. Збірні вантажі: перевезення збірних вантажів, як організувати перевезення збірних вантажів? URL: <https://cargofy.ua/uk/blog/yak-zamovniku-perevezti-neveliku-partiyu-vantazhu-bez-pereplat> (дата звернення 20.02.2024).
115. Що таке консолідований вантаж. URL: <https://www.032.ua/list/300652> (дата звернення 04.03.2024).
116. Король В. Ю. Організація експедиторського обслуговування транспортних процесів і систем доставки вантажів у контейнерах: дис. ... к.т.н.: 05.22.01 / Одеський національний морський університет. Одеса, 2019. 205 с.
117. Савченко Л. В., Гриценко С. І. Аналіз технологій доставки LTL вантажів з точки зору економічних, екологічних та соціальних витрат. *Вісник економічної науки України*. 2021. № 1 (40). С. 127-136.
118. Наконечна Т. В., Кіщук В. Я. Ефективність застосування консолідація вантажів у авіаперевезеннях економіка та суспільство. *Економіка та суспільство*. 2021. Вип. 34. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1002/960> (дата звернення 06.03.2024).
119. Хоменко І. О., Волинець Л. М., Колоток М. О. Транзитний потенціал України та розвиток міжнародних перевезень. *Сучасні питання економіки і права*. 2020. Вип. 2.(12). С.152–154.

120. Іванова Н. В., Мініна О. В. Транскордонне співробітництво України та ЄС: механізм взаємодії сторін. *Проблеми і перспективи економіки та управління*, 2021. Вип. 2(22). С. 78–87.

121. Платонов А. Ю. Транзитний потенціал України та стримуючі фактори розвитку міжнародних вантажних перевезень. *Ефективна економіка: електронний журнал*. 2017. № 12. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5943> (дата звернення 10.02.2023).

122. Функціонування ринку вантажних перевезень в Україні: фактори впливу та пріоритети розвитку: науково-аналітична доповідь (електронне видання) / наук. ред. Х. М. Притула; ДУ «Інститут регіональних досліджень імені М. І. Долишнього НАН України». Львів, 2021. 94 с.

123. Науменко А. П., Макаревич Д. О. Розвиток міжнародних автомобільних перевезень в рамках транспортних коридорів Європи та України. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури*. 2010. №26. URL: <http://jrn1.nau.edu.ua/index.php/PPEI/article/viewFile/468/456> (дата звернення 27.06.2023).

124. Дорофєєва Х. М. Розвиток європейської авіаційної мережі в умовах глобалізації: автореф. дис. ... канд. екон. наук : 08.00.02. Маріуполь, 2015. 22 с.

125. Брусакова О. В. Галузь авіаційного транспорту як об'єкт державного регулювання. *Право і Безпека*. 2020. № 1. С. 46-52.

126. Василенко І. В., Яременко В. Ю., Литвиненко С. Л. Особливості організаційно-технологічного забезпечення діяльності міжнародних аеропортів (огляд). *Наукоємні технології*. 2023. № 2(58). С. 207-2016.

127. Малярєнко Д. Л. Передумови створення інструментарію управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажопотоків аеропорту. *Вісник ХНАДУ*. 2023. Вип. 102. С. 87-94.

128. Олешко Т. І., Токар В. В. Аналіз та перспективи розвитку авіакомпаній України. *Економіка та суспільство*. 2018. №16. С. 440-445.

129. Олешко Т. І., Квітко А. В. Характеристика та аналіз розвитку авіакомпаній України. *Економіка та суспільство*. 2017. №11. С. 294-299.

130. Boldyrieva, L. M., & Sydorova, A. K. (2021). Development of Transport Service Management under the Conditions of European Integration. *Ekonomika i rehion, 1(80)*, 20-25.
131. Aulin, V., Lyashuk, O., Pavlenko, O. Velykodnyi, D., Hrynkiv, A., & Lysenko, S. (2019). Realization of the logistic approach in the international cargo delivery system. *Communications: scientific letters of the University of Zilina, 21, 2*, 3-12.
132. Lee, C.K.M., Zhang, S., & Ng, K.K.H. (2019). Design of An Integration Model for Air Cargo Transportation Network Design and Flight Route Selection. *Sustainability, 11*, 5197.
133. Lytvynenko, S., Voitsehovskiy, V., Hryhorak, M., Vasylenko, I., Ozerova, O., & Gabrielova, T. (2023). Cargo delivery management in global supply chains under sustainable development conditions. *E3S Web Conferences, 383*, 03010.
134. Karunathilake, A., & Adikariwattage, V. (2020). A Framework for evaluating the potential for using air-maritime integration in modern supply chains. *Transportation Research Procedia, 48*, 388-400.
135. Budiarto, S., Putro, H. P., Pradono, P., & Yudoko, G. (2018). Revenue management of air cargo service in theory and practice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 158*, 012022.
136. Lytvynenko, S., Voitsehovskiy, V., Hryhorak, M., Gabrielova, T., Lytvynenko, L., & Ozerova, O. (2023). Modelling for determining the adaptive potential of air carriers as participants in the process of creating a tourist product. *E3S Web Conferences, 452*, 07002.
137. Srinivasan, D., Amit, R.K., & Chiang, W-C. (2023). Air cargo revenue management: a state-of-the-art review. *International Journal of Revenue Management, 13(3)*, 144-165.
138. Bruzzone, F., Cavallaro, F., & Nocera, S. (2021). The integration of passenger and freight transport for first-last mile operations. *Transport Policy, 100*, 31-48.

139. Kuz, A., & Miskinis, A. (2021). The Impact of Globalization on European Airline Market. *Ekonomika*, 100, 1, 117-138.
140. Air Transport. Annual Report 2021 (2022). World Bank.
141. Bertazzi, L., Moezi, S. D., & Maggioni, F. (2021). The value of integration of full container load, less than container load and air freight shipments in vendor-managed inventory systems. *International Journal of Production Economics*, 241, 108260.
142. Choi, J. H. (2023). The value of time and the impact on the air freight product portfolio – A study of the South Korean market 2017–2021. *Journal of Air Transport Management*, 109, 102381.
143. Bartulović, D., Abramović, B., Brnjac, N., & Steiner, S. (2022). Role of air freight transport in intermodal supply chains. *Transportation Research Procedia*, 64, 119-127.
144. Anguita, J. G. M., & Olariaga, O. D. (2023). Air cargo transport demand forecasting using ConvLSTM2D, an artificial neural network architecture approach. *Case Studies on Transport Policy*, 12, 101009.
145. Debbage, K., & Debbage, N. (2021). Air Freight Logistics. *International Encyclopedia of Transportation*, (pp. 361-368). London: Elsevier.
146. Archetti, C., & Peirano, L. (2020). Air intermodal freight transportation: The freight forwarder service problem. *Omega*, 94, 102040.
147. Kuchma O., Kazak V., Shevchuk D., Yakushenko O., Shevchenko I. Influence of Wing Front Edge Damage on Integral Aerodynamic Characteristics of UAVs. *2021 IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development, APUAVD 2021 – Proceedings*. 2021. P. 95–98. *Особистий внесок автора: аналіз досліджень щодо застосування безпілотної авіації при доставках вантажів.*
148. Кучма О. С. Передумови раціональної організації процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. Том 34 (73). № 4. 2023. С. 251–255.*

149. Кучма О. С. Критеріальний вплив на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції *Дороги і мости*. 2024. Вип. 29. С. 307–315.

150. Кучма О. С. Підходи до формування збірних відправлень у мультимодальних транспортних системах. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2024. 35 (74) № 2. С.

151. Кучма О. С. Раціоналізація систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2024. 35 (74) № 2. С.

152. Кучма О. С. Передумови удосконалення методів та розроблення моделей доставки вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. Вип. 5 (42). С. 127–131. URL: https://journals.pdu.khmelnytskyi.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/326/288

153. Kuchma O., Gabrielova T., Lytvynenko S., Viniukov-Proshchenko A. Generalising cases of insensitive queuing city traffic management systems and their impact on the delivery of goods by air and road. *MATEC Web of Conferences*. 2024. 390. 03005. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439003005>

154. Vasylenko I., Voitsehovskiy V., Novikova A., Kuchma O., Ozerova O., Borets I. Application of strategic planning methods in assessing the transport sector as a national economic system component. *MATEC Web of Conferences*. 2024. 390. 03007. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439003007>

155. Кучма О. С. Теоретико-методичні принципи оптимізації вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика: матеріали ХІХ науково-практичної міжнародної конференції (м. Харків, 1–2 червня 2023 р.)*. Харків, 2023. С. 89–91.

156. Кучма О. С. Особливості управління міжнародними системами доставки вантажів за участю авіаційного транспорту. *Інноваційні транспортні технології та транспортні системи*: матеріали Міжнародної науково-технічної онлайн-конференції. (м. Київ, 30 травня 2023 р.). Київ, 2023. С. 88–90.
157. Кучма О. С. Специфіка авіаційних перевезень вантажів як фактор міжнародної інтеграції. *Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування*: збірник матеріалів 15 Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 13-15 березня 2024 р.). Херсон, 2024. С. 160–162.
158. Савченко Л.В. Задача вибору виду транспорту для вантажоперевезення. *Вісник Національного транспортного університету*. 2012. Вип. 26. С.267-272.
159. Марченко В. М., Шутюк В. В. Логістика: підручник. Київ: Видавничий дім «Артек», 2018. 312 с.
160. Стоколяс В. С. Ефективність транспортної логістики як складової логістичної системи. *Електронний журнал «Ефективна економіка»*. 2014. № 7. URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3216>
161. Горяїнов О. М. Теорія і практика дисципліни «Логістика» (для менеджерів): навчальний посібник. Харків: НТМТ, 2009. 522 с.
162. Як вибрати відповідний тип вантажоперевезення. URL: <https://es-trans.com.ua/yak-vybraty-vidpovidnyj-tyip-vantazhoperevezennya/> (дата звернення 28.03.2024)
163. Mode Choice in Freight Transport. Research Report 2022. Paris: OECD/ITF, 2022. 86 p.
164. Keeping Ukrainian goods moving. URL: https://transport.ec.europa.eu/ukraine/keeping-ukrainian-goods-moving_en (дата звернення 30.03.2024).
165. European Commission to establish Solidarity Lanes to help Ukraine export agricultural goods. URL: https://transport.ec.europa.eu/news-events/news/european-commission-establish-solidarity-lanes-help-ukraine-export-agricultural-goods-2022-05-12_en (дата звернення 30.03.2024).

166. Communication from the Commission: An Action Plan for EU-Ukraine Solidarity Lanes to facilitate Ukraine's agricultural export and bilateral trade with the EU. URL: https://transport.ec.europa.eu/document/download/0ebdab83-a920-4471-a43f-9dc5677d73d6_en?filename=COM20220217.pdf (дата звернення 30.03.2024).

167. Commission Decision on the signing of a High-Level Understanding between the European Union and Ukraine on indicative maps of the Trans-European transport network in Ukraine. URL: https://transport.ec.europa.eu/document/download/2577b619-2805-4135-a421-b8a480e3b3e9_en?filename=C_2022_3204.pdf (дата звернення 30.03.2024).

168. Logistics. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/logistics-and-multimodal-transport/logistics_en (дата звернення 30.03.2024).

169. Multimodal and combined transport. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/logistics-and-multimodal-transport/multimodal-and-combined-transport_en (дата звернення 28.03.2024).

170. Infrastructure and Investment. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment_en (дата звернення 28.03.2024).

171. Internalisation of transport external costs. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/sustainable-transport/internalisation-transport-external-costs_en (дата звернення 29.03.2024).

172. Directive of the European parliament and of the council amending Council Directive 92/106/EEC. 7.11.2023 COM(2023) 702 final 2023/0396 (COD). URL: https://transport.ec.europa.eu/document/download/9024df1d-7fd9-439d-aa57-478f336f8dc8_en?filename=COM_2023_702_1.pdf (дата звернення 20.03.2024).

173. Intelligent transport systems. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/intelligent-transport-systems_en (дата звернення 22.03.2024).

174. Standing with Ukraine. URL: https://transport.ec.europa.eu/eu-mobility-transport-achievements-2019-2024/standing-ukraine_en (дата звернення 27.03.2024).

175. Притула Х. М., Калат Я. Я., Кирик І. М. Розвиток мультимодальних перевезень в Україні в умовах глобальних трансформацій світової торгівлі.

Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. 2022. Вип. 4(156). С. 14-21.

176. International trade in goods by mode of transport. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=International_trade_in_goods_by_mode_of_transport (дата звернення 20.03.2024).

177. Infrastructure maintenance. URL: <https://data.oecd.org/transport/infrastructure-maintenance.htm#indicator-chart> (дата звернення 19.03.2024).

178. Global Multimodal Freight Services Market (2023-2028) Competitive Analysis, Impact of Covid-19, Ansoff Analysis. URL: <https://www.researchandmarkets.com/reports/5879953/global-multimodal-freight-services-market> (дата звернення 19.03.2024).

179. Combined Transport – Working Group. URL: <https://uic.org/freight/combined-transport/> (дата звернення 10.03.2024).

180. 2022 Report on Combined Transport in Europe. URL: https://uic.org/IMG/pdf/2022_report_on_combined_transport_in_europe.pdf (дата звернення 04.02.2024).

181. Guidelines for Combined Transport. October 2023. URL: https://uic.org/IMG/pdf/guidelines_for_combined_transport_2023.pdf (дата звернення 04.02.2024).

182. 2020 Report on Combined Transport. URL: https://uic.org/IMG/pdf/2020_combined_transport_report_press_conference_202010230.pdf (дата звернення 04.02.2024).

183. UIC and UIRR publish the “Report on Combined Transport” carried out by BSL Transportation. URL: <https://bsl-transportation.com/en/uic-and-uirr-publish-the-report-on-combined-transport-carried-out-by-bsl-transportation/> (дата звернення 04.02.2024).

184. Air. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air_en (дата звернення 30.03.2024)

185. Air. Airports. URL: https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/airports_en (дата звернення 30.03.2024)

186. Multimodal data sharing. URL: https://www.iata.org/contentassets/a1b5532e38bf4d6284c4bf4760646d4e/one_record_project_insight_multimodal_data_sharing.pdf (дата звернення 20.01.2024)

187. All you need to know about the loading security protocol. URL: <https://www.dashdoc.com/en/blog/loading-security-protocol> (дата звернення 10.01.2024)

188. Top 7 Loading and Unloading Best Practices. URL: <https://www.redwoodlogistics.com/insights/top-7-loading-and-unloading-best-practices> (дата звернення 17.01.2024)

189. Організація і технологія вантажно-розвантажувальних робіт: електор. навч. пос. комбін. використ. / В. П. Кужель, А. А. Кашканов, В. А. Кашканов, О. П. Антонюк. Вінниця: ВНТУ, 2022. 152 с.

190. Wang, Z., Zhang, D., Tavasszy, L., & Fazi, S. (2023). Integrated multimodal freight service network design and pricing with a competing service integrator and heterogeneous shipper classes. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 179, 103290.

191. Karam, A., Jensen, A.J.K. & Hussein, M. (2023). Analysis of the barriers to multimodal freight transport and their mitigation strategies. *European Transport Research Review*, 15, 43.

192. Савченко Л. В., Гриценко С. І. Аналіз та класифікація можливих схем консолідованої доставки LTL вантажів. *Вісник економічної науки України*. 2020. № 2 (39). С. 139-144.

193. Сенсація на ринку LCL від Voxline UCL UA: CFS склад у Львові. URL: <https://logist.fm/reshenia/sensaciya-na-rinku-lcl-vid-boxline-ucl-ua-cfs-sklad-u-lvovi> (дата звернення 06.02.2024)

194. Єдиний робочий простір хмарних рішень для управління логістикою. URL: <https://logist.fm/reshenia/iediniy-robochiy-prostir-hmarnih-rishen-dlya-upravlinnya-logistikoyu> (дата звернення 08.02.2024)

195. Наші проєкти. URL: <https://kapelou.com/project/> (дата звернення 02.02.2024)

196. Kuehne+Nagel централізує структуру бізнесу. URL: <https://logist.fm/news/kuehnenagel-centralizuie-strukturu-biznesu> (дата звернення 10.04.2024)
197. Гірна О.Б., Глинський Н.Ю., Кобилух О.Я. Складські послуги і крос-докінг. Економіка та суспільство. 2021. № 31. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/download/729/701/> (дата звернення 17.03.2024)
198. Крос-докінг, як він може вам допомогти? URL: <https://haski.ua/blog/kross-dokung-kak-on-mozhet-vam-pomoch> (дата звернення 18.03.2024)
199. Крос-докінг: що за послуга, кому й навіщо вона потрібна? URL: <https://wareteka.com.ua/uk/blog/shcho-take-kros-doking> (дата звернення 14.03.2024)
200. Що таке крос-докінг: його різновиди та переваги. URL: <https://meest.cn/news/sho-take-kros-doking-jogo-riznovid-ta-perevagi/> (дата звернення 10.03.2024).
201. Фулфілмент. URL: <https://partnertrade.org/ua/fulfilment-shcho-tse/> (дата звернення 11.03.2024).
202. Складський фулфілмент. URL: <https://www.diad-logistic.com.ua/skladskij-fulfilment> (дата звернення 11.03.2024).
203. Фулфілмент. URL: <https://ealc.com.ua/fulfilment-2/> (дата звернення 10.03.2024).
204. Фулфілмент в Україні. URL: <https://wareteka.com.ua/uk/fulfillment-v-ukrayini/> (дата звернення 10.03.2024).
205. Фулфілмент. URL: <https://dostavkadobra.com.ua/uk/fulfilment-ua/> (дата звернення 10.03.2024).
206. Фулфілмент по-українськи: драйвер або гальмо розвитку ринку. URL: <http://tochka365.com.ua/ua/news/fulfilment-po-ukrayinsky-drayver-abo-galmo-rozvytku-rynku> (дата звернення 12.03.2024).
207. Рейтинг якості управління корпоративною репутацією «Репутаційні АКТИВісти». URL: <https://reactiv.com.ua/ranking> (дата звернення 10.03.2024).
208. Результати рейтингу. URL: <https://reactiv.com.ua/rezultati-reytinhu> (дата звернення 10.03.2024).

209. Експедирування вантажів. URL: <https://lemtrans.com.ua/uk/activity#freight-forwarding> (дата звернення 11.03.2024).
210. Raben. Логістична компанія. URL: <https://ukraine.raben-group.com/pro-nas/grupa-raben-v-ukrajini> (дата звернення 12.03.2024).
211. Kuehne+Nagel. URL: <https://ua.kuehne-nagel.com/uk/> (дата звернення 12.03.2024).
212. Zammler. Про групу. URL: <https://www.zammler.com.ua/about/> (дата звернення 12.03.2024).
213. Про групу компаній «DELIVERY». URL: <https://delivery-auto.com/uk-UA/GenericPages/DbIndex/7?token=d5283bfd-1f71-4bbc-9ed3-d5365511079e> (дата звернення 12.03.2024).
214. Freight Transport Partner. URL: <https://ftprua.com/> (дата звернення 12.03.2024).
215. Індокси Делівері. URL: <https://www.delivery-auto.com/uk-UA/Крі/Indexes> (дата звернення 14.03.2024).
216. Укрпошта. Поштові послуги. URL: <https://www.ukrposhta.ua/ua> (дата звернення 14.03.2024).
217. Indicators for Success: What are KPIs in Logistics? URL: <https://dhl-freight-connections.com/en/trends/indicators-for-success-what-are-kpis-in-logistics/> (дата звернення 18.03.2024).
218. What is Logistics Performance Index (LPI)? URL: <https://www.searates.com/ru/blog/post/searates-lpi-12-ndex-for-freight-companies> (дата звернення 17.03.2024).
219. 20 Best Logistics KPIs and Metric Examples for 2024 Reporting. URL: <https://insightsoftware.com/blog/20-best-logistics-kpis-and-metric-examples/> (дата звернення 17.03.2024).
220. Key Performance Indicators (KPIs) in Logistics. URL: <https://log.logcluster.org/key-performance-indicators-kpis-logistics> (дата звернення 18.03.2024).

221. The Essential Logistics KPIs & Metrics You Need to Track. URL: <https://www.netsuite.com/portal/resource/articles/inventory-management/logistics-kpis-metrics.shtml> (дата звернення 17.03.2024).

222. 15 Most Needed Logistics KPIs for 2024. URL: <https://www.plecto.com/blog/sales-performance/logistics-kpis/> (дата звернення 17.03.2024).

223. 15 KPIs for Logistics Every Logistic Manager Should Measure. URL: <https://www.datapad.io/blog/kpis-for-logistics> (дата звернення 17.03.2024).

224. Logistics Indicators Assessment Tool (LIAT). Arlington, Va.: John Snow, Inc./DELIVER. 42 p.

225. What are Logistics KPIs? URL: <https://safetyculture.com/topics/logistics-management/logistics-kpi/> (дата звернення 19.03.2024).

226. Key Performance Indicators (KPIs) in Logistics. URL: <https://fareye.com/resources/blogs/logistics-kpi> (дата звернення 19.03.2024).

227. Götz, L. N., Staudt, F. H., Borba, J. L. G., & Bouzon, M. (2023). A framework for logistics performance indicators selection and targets definition: a civil construction enterprise case. *Production*, 33, e20220075.

228. Ying, F., Tookey, J., & Seadon, J. (2018). Measuring the invisible: a key performance indicator for managing construction logistics performance. *Benchmarking*, 25(6), 1921-1934.

229. Schmidt, M., Maier, J. T., & Härtel, L. (2019). Data based root cause analysis for improving logistic key performance indicators of a company's internal supply chain. *Procedia CIRP*, 86, 276-281.

230. Gozacan-Chase, N., & Lafçı, Ç. (2020). Evaluation of Key Performance Indicators of Logistics Firms. *Logistics & Sustainable Transport*, 11, 24 - 32.

231. Wuennenberg, M., Muehlbauer, K., Fottner, & J., Meissner, S. (2023). Towards predictive analytics in internal logistics – An approach for the data-driven determination of key performance indicators. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 44, 116-125.

232. Dobers, K., Perotti, S., Wilmsmeier, G., Mauer G., Jarmer, J.-P., Spaggiari, L., Hering, M., Romano, S., & Skalski M. (2023). Sustainable logistics hubs: greenhouse gas emissions as one sustainability key performance indicator. *Transportation Research Procedia*, 72, 1153-1160.

233. Cosma, A., Conte, R., Solina, V., & Ambrogio, G. (2024). Design of KPIs for evaluating the environmental impact of warehouse operations: a case study. *Procedia Computer Science*, 232, 2701-2708.

234. Zis, T. P.V., Psaraftis, H. N., & Reche-Vilanova, M. (2023). Design and application of a key performance indicator (KPI) framework for autonomous shipping in Europe, *Maritime Transport Research*, 5, 100095.

235. Adeodu, A., Maladzhi, R., Grace M., Katumba K.-K., & Daniyan, I. (2023). Development of an improvement framework for warehouse processes using lean six sigma (DMAIC) approach. A case of third party logistics (3PL) services. *Heliyon*, 9(4), e14915.

236. Григорак М. Ю. Інтелектуалізація ринку логістичних послуг: концепція, методологія, компетентність: монографія. Київ: Сік Груп Україна, 2017. 513 с.

237. Делівері. KPI. URL: <https://www.delivery-auto.com/uk-ua/GenericPages/DbIndex/2210> (дата звернення 10.03.2024).

238. What is a Good Net Promoter Score? (2024 NPS Benchmark). URL: <https://www.retently.com/blog/good-net-promoter-score/> (дата звернення 02.04.2024).

239. Highest NPS Scores: Best NPS Scores From Top Companies in 2023. URL: <https://customergauge.com/benchmarks/blog/top-highest-nps-scores> (дата звернення 17.03.2024).

240. Net Promoter Score (NPS) US Benchmarks, 2023: Fewer Brands Show Improvement. URL: <https://www.forrester.com/blogs/nps-us-benchmarks-2023-fewer-brands-show-improvement/> (дата звернення 02.01.2024).

241. Prandtstetter, M., Markvica, K., Zajicek, J., Pfoser, S., Schauer, O., Putz, L., Hauger, G., Wanjek, M., Berkowitsch, C., Schodl, R., & Eitler, S. (2016).

Integrating air cargo into multimodal transportation networks: Vision and practical relevance of quattro-modal freight hubs. *In Proceedings of the European transport conference, 2016*, 14–28.

242. Markvica, K., Prandtstetter, M., Zajicek, J. et al. (2019). Implementing a quattromodal freight hub: an approach for the city of Vienna. *European Transport Research Review*, 11, 34.

243. Про затвердження Авіаційних правил України «Правила повітряних перевезень вантажів»: Наказ Державної авіаційної служби України від 19 лист. 2021 р. №1795. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0029-22#Text> (дата звернення: 05.03.2024).

244. Основні відмінності між довантаженням, пулінгом і збірною доставкою. URL: <https://cargofy.ua/uk/blog/osnovni-vidminnosti-mizh-dovantazhennyam-pulingom-i-zbirnoyu-dostavkoju> (дата звернення: 08.02.2024).

245. Edirisinghe, L., Jin Z., & Wijeratne A.W. (2018). The reality of container exchange between shipping lines: Clearing the pathway to virtual container yard. *Transport Policy*, 72, 55-66.

246. Trott, M., Baur, N.-F., Auf der Landwehr, M. Rieck, J., & von Viebahn, C. (2021). Evaluating the role of commercial parking bays for urban stakeholders on last-mile deliveries – A consideration of various sustainability aspects. *Journal of Cleaner Production*, 312, 127462.

247. Кучма О. С. Дослідження особливостей побудови організаційно-технологічних процесів вантажних авіаперевезень. *Політ. Сучасні проблеми науки. Секція «Організація перевезень і управління на транспорті»*: матеріали XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 4-7 квітня 2023 р.). Київ, 2023. С. 13–14.

248. Кучма О. С. Сучасні вимоги до процесів організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті. *Автомобільний транспорт та інфраструктура*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 18-20 квітня 2024 р.) Київ, 2024. С. 29-31.

249. Консолідація вантажу. URL: <https://cascade-auto.com.ua/konsolidaciya-vantazhu.php> (дата звернення: 04.01.2024).

250. Особливості та переваги консолідації вантажів. URL: <https://ceedproject.com.ua/konsolidaciya-vantazhu.php> (дата звернення: 04.01.2024).

251. Консолідація вантажів з Китаю. URL: <https://utec.ua/services/konsolidatsiya-vantazhiv-z-kitayu> (дата звернення: 04.01.2024).

252. Консолідація вантажів. URL: <https://fastdelivery.com.ua/uk/statti/110-konsolidatsiia-vantazhiv> (дата звернення: 05.01.2024).

253. Консолідація вантажів — чому це вигідно. URL: <https://zlochiv.net/konsolidatsiia-vantazhiv-chomu-tse-vyhidno/> (дата звернення: 05.01.2024).

254. Консолідація вантажів: економічна вигода та переваги. URL: <https://fractus.com.ua/uk/blog/konsolidaciya-vantazhiv-ekonomichna-vigoda-ta-perevagi/> (дата звернення: 06.01.2024).

255. Перевезення збірних і дрібних партій вантажів. URL: <https://marine-trans.com.ua/uk/perevozka-sbornyx-gruzov.html>) (дата звернення: 06.01.2024).

266. Cargo Introductory Course Textbook. 4th Edition 2019 International Air Transport Association. Montreal-Geneva: IATA. 845 p.

267. Пальчик І. М. Логістичне управління підприємством – теоретико-методичний аспект. *Ефективна економіка*. 2014. № 10. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/efek_2014_10_54 (дата звернення: 09.01.2024).

268. Іванова І., Боровик Т., Руденко А., Залозна Т. Ринок логістичних послуг України: сучасний стан, проблеми, перспективи. *Галицький економічний вісник*. 2020. Том 6. № 67. С. 185–192.

269. Кирлик Н. Ю. Аналіз ринку логістичних послуг в Україні за 2010-2018 роки. *Актуальні проблеми економіки*. 2019. №11 (221). С. 83–95.

270. Буркіна Н.В., Капітонець М.В. Аналіз ринку логістики України: статистичний аспект. *Економіка і організація управління*. 2020. № 3 (39). С. 93–103.

271. Пешко М., Завербний А. Проблеми та перспективи зміни ланцюгів поставок з метою мінімізування втрат під час війни. *Економіка та суспільство*. 2022 №44. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/1769/1705> (дата звернення: 14.01.2024).

272. Кузяк В. Управління логістичними процесами в Україні: проблеми та шляхи розв'язання в умовах воєнного стану. *Економіка та суспільство*. 2023. №55. URL: <https://economyandsociety.in.ua/index.php/journal/article/view/2833/2756> (дата звернення: 18.01.2024).

273. Струнін В. В., Селівончик А. В. Комплексний аналіз логістичної системи підприємства та визначення ефективності від її впровадження. *Ефективна економіка*. 2017. № 1. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=5386> (дата звернення: 19.01.2024).

274. Тарашевський М. М. Ключові показники діяльності транспортних підприємств як складова ефективної системи внутрішнього контролю. *Ефективна економіка: електрон.* 2019. № 11. URL: <http://www.economy.nauka.com.ua/?op=1&z=7464>

275. Мартинова Л. Б., Шарко В. В. Показники оцінки логістичних технологій промислового підприємства. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2020. Т. 31 (70). № 2. С. 222–228.

276. Бреус С. В., Семченко Є. О. Методи та моделі прийняття управлінських рішень. *Інфраструктура ринку*. 2018. Вип. 24. С. 117–122.

277. Квасницька Р. С., Дерикот О. М. Аналіз підходів до прийняття управлінських рішень. *Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу*. 2012. № 4. С. 80–83.

278. Шандрівська О. Є., Кузяк В. В. Ознаки прийняття стратегічних логістичних рішень підприємства у процесі логістичної інтеграції. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2014. Том 1. № 24.3. С. 281–291.

279. Квасницька Р. С., Дерикот О. М. Аналіз моделей прийняття управлінських рішень. *Економіка та держава*. 2013. № 1. С. 38–40.

280. Шаповалова О. О. Камардін А. С., Петухова О. А. Система підтримки прийняття рішень при виконанні логістичних завдань. *Системи обробки інформації*. 2018. № 3(154). С. 57–63.

281. Кузнецова І. О., Карпенко Ю. В., Репін А. О. Прийняття управлінських рішень з удосконалення логістичної системи. *Вісник соціально-економічних досліджень*. 2020. № 2. С. 136–149.

282. Редько Л. І. Закони прийняття управлінських рішень на рівні логістичних систем підприємства. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету (Економічні науки)*, 2018. Том 3. № 38. С. 31–36.

283. Шерстенников Ю. В. Імітаційна модель логістичної системи малого підприємства. *Проблеми економіки*. 2017. № 1. С. 457–466.

284. Шерстенников Ю. В. Моделювання процесів розвитку структури і властивостей малого підприємства на основі динамічних моделей параметрів логістичної системи : автореф. дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.11 /; Класич. приват. ун-т. Запоріжжя, 2017. 40 с.

285. Криворучко О. М. Модель аналізу результативності логістичної діяльності. *Економіка транспортного комплексу*. 2020. Вип. 36. С. 129–140.

286. Макаренко Н. О. Оцінка ефективності функціонування логістичної системи аграрного підприємства. *Східна Європа: економіка, бізнес та управління*. 2017. № 7. С. 99–104.

287. Фінансова звітність (МСФЗ) АТ «Укрпошта» 31.12.2023. URL: https://www.ukrposhta.ua/doc/annual-reports/ukrposhta_FS_2023_ukr.pdf (дата звернення: 18.03.2024).

288. Boeing. World Air Cargo Forecast 2022–2041. URL: https://www.boeing.com/content/dam/boeing/boeingdotcom/market/assets/downloads/Boeing_World_Air_Cargo_Forecast_2022.pdf (дата звернення: 10.01.2024).

289. Основні виклики логістичного ринку України 2023 року. URL: <https://logist.fm/publications/osnovni-vikliki-logistichnogo-rinku-ukrayini-2023-roku> (дата звернення: 10.01.2024).

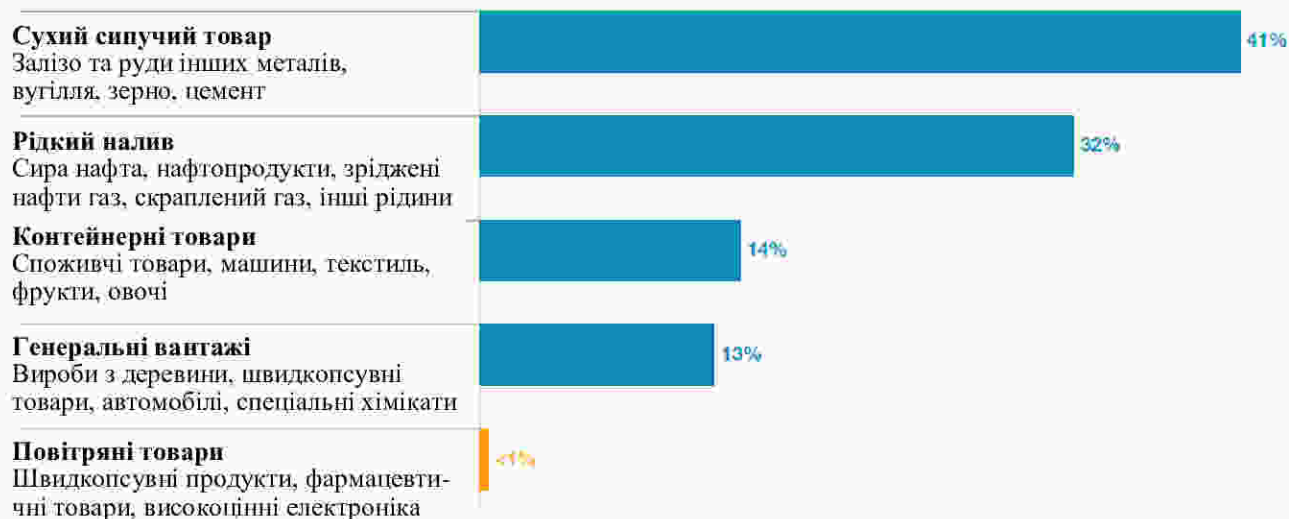
ДОДАТКИ

Додаток А

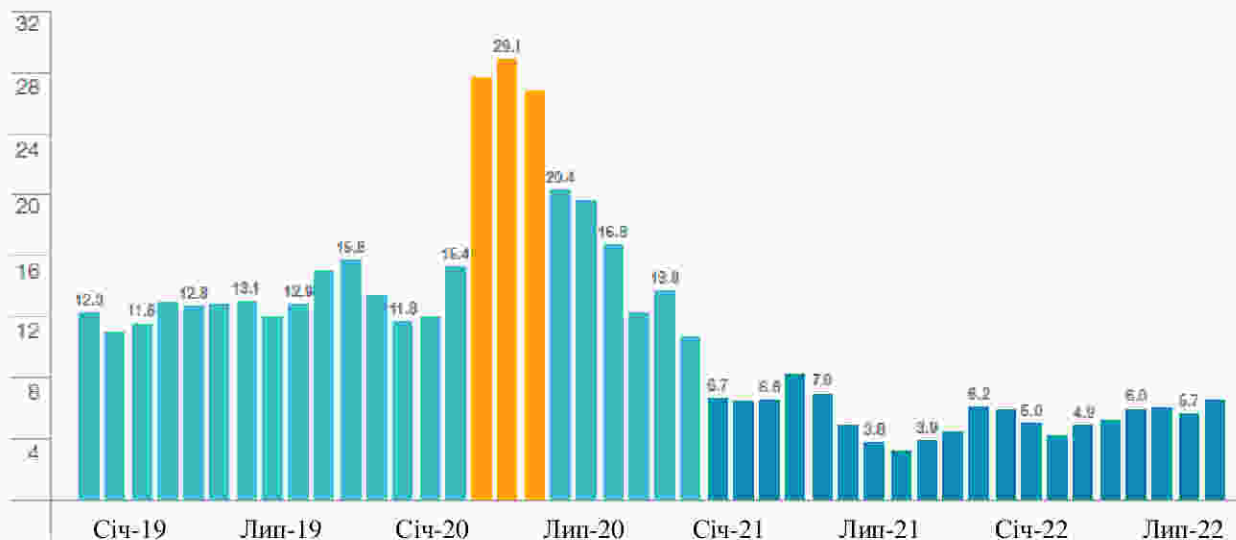
Статистичні дані щодо діяльності авіаційного ринку

Джерело: [288]

Структура світової торгівлі



Співвідношення цін на повітряні вантажні та контейнерні перевезення

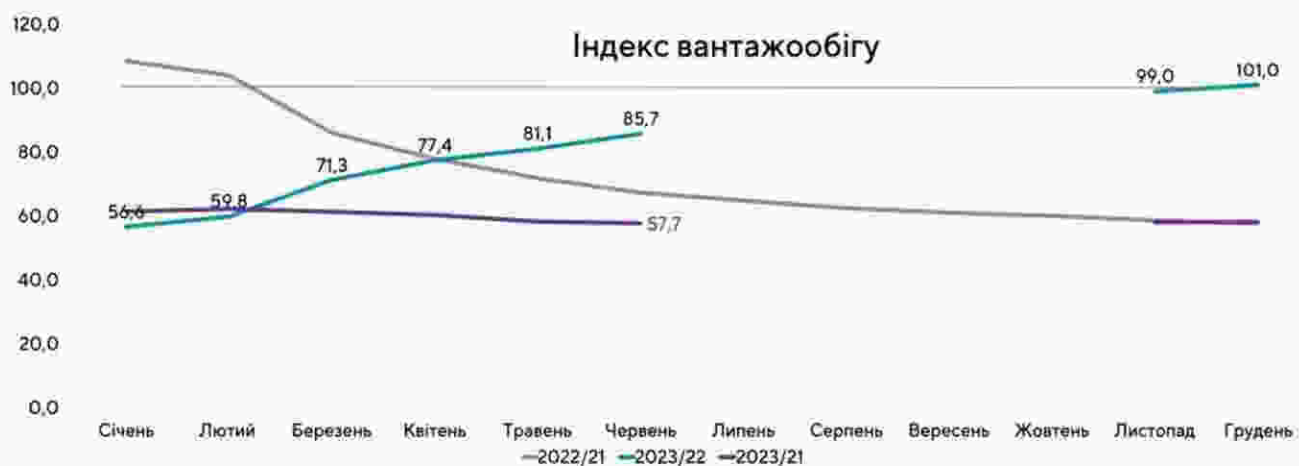


Структура авіаційних вантажоперевезень



Додаток Б Статистичні дані щодо діяльності логістичного ринку України

Джерело: [289]



Додаток В

Довідки про впровадження результатів науково-дослідної роботи



№ ВИХ/05-24/10520 від 06 травня 2024

ЗАТВЕРДЖУЮ




ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-дослідної роботи

Цю довідку складено про те, що результати наукових досліджень за темою дисертаційної роботи Кучми Олени Сергіївни «Методи та моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції» використані в практичній діяльності логістичного оператора ТОВ «ФТП».

Найменування впровадженого результату	Форма впровадження
Системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції	Використовується в діяльності логістичного оператора для визначення транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції
Моделі прийняття рішень для комплексного логістичного оператора, нішового оператора та транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту	Використовуються в діяльності логістичного оператора для оцінки ефективності прийняття рішень при організації мультимодальних перевезень за участю авіатранспорту

Підтверджуємо, що вище перераховані наукові результати, висвітлені в дисертаційній роботі Кучми О.С.

Керівник відділу морських та авіаційних перевезень

 Дарина КУЦИРИНА
«06» травня 2024 р.



**ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів науково-дослідної роботи**

Цю довідку складено про те, що результати наукових досліджень за темою дисертаційної роботи Кучми Олени Сергіївни «Методи та моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції» використані в практичній діяльності Товариства з обмеженою відповідальністю «Міжнародний аеропорт „Одеса“».

Найменування впровадженого результату	Форма впровадження
Вивчення раціональних систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту	Використовується в роботі аеропорту при здійсненні навантажувально-розвантажувальних робіт в умовах мультимодального сполучення
Дослідження комплексних проблем логістичного управління щодо перевезення, складування, обробки вантажопотоків у міжнародних транспортних системах	Використовуються в діяльності аеропорту для підвищення ефективності обслуговування вантажопотоків

Підтверджую, що вище перераховані наукові результати, висвітлені в дисертаційній роботі Кучми О.С.

Директор

Володимир Семенченко

23.05.2024р.

Поштова адреса для листування: вул. Центральний аеропорт, 2, м. Одеса, 65036, Україна
Address for lettering: 2 Central airport str., Odessa, 65036, Ukraine

**ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів науково-дослідної роботи.**

Цю довідку складено про те, що результати наукових досліджень за темою дисертаційної роботи Кучми Олени Сергіївни «Методи та моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції» використані в практичній діяльності Товариства з обмеженою відповідальністю "БІЗ ЕЙРЛАЙН".

Найменування впровадженого результату	Форма впровадження
Комплексно-кластерний підхід організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції	Використовується в роботі авіакомпанії для прийняття більш ефективних управлінських рішень, що дає змогу мінімізувати витрати та підвищити загальну ефективність.
Удосконалені системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції	Використовується в роботі авіакомпанії при організації транспортно-експедиторського обслуговування вантажів, що дає змогу скоротити час на перевезення.
Рационалізація систем шоло забезпечення комплексної механізації та автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт	Використовується в роботі авіакомпанії при організації навантажувально-розвантажувальних робіт, що дає змогу підвищити загальну ефективність роботи авіанерівізника.

Підтверджую, що вище перераховані наукові результати, висвітлені в дисертаційній роботі Кучми О.С.

Директор Товариства з
обмеженою відповідальністю
"БІЗ ЕЙРЛАЙН"

« 10 » 05 2024 р.


 Євгеній ХАЙНАЦЬКИЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальних робіт
Національного
авіаційного університету



« 20 » 07

2024 р.

ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-дослідної роботи

Ми, що нижче підписалися, декан Факультету транспорту, менеджменту і логістики НАУ Мостенська Т.Л., завідувач кафедри організації авіаційних перевезень Шевчук Д.О., склали цей акт про те, що результати наукового дослідження за темою дисертаційної роботи Кучми Олени Серіївни «Методи та моделі організації мультимодальних перевезень вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції» використовуються в навчальному процесі Національного авіаційного університету, факультету транспорту, менеджменту і логістики, на кафедрі організації авіаційних перевезень.

Найменування впровадженого результату	Форма впровадження і досягнутий практичний ефект
1. Системи транспортно-експедиторського обслуговування вантажів за участю авіаційного транспорту в умовах міжнародної інтеграції.	Матеріали дисертаційної роботи впроваджені у вигляді конспекту лекцій, а також були реалізовані у робочих програмах навчальних дисциплін «Авіаційні вантажні перевезення», «Перевезення спеціальних вантажів повітряним транспортом» та «Транспортно-експедиторська діяльність» для ЗВО за спеціальністю 275 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)», освітньо-професійної програми «Організація перевезень і управління на транспорті (повітряному)».
2. Моделі прийняття рішень для комплексного логістичного оператора, пішового оператора та транспортно-логістичного оператора при здійсненні доставок у мультимодальному сполученні за участю авіатранспорту.	Впровадження зазначених матеріалів дозволило доповнити тематику навчальних дисциплін з урахуванням новітніх трендів у сфері мультимодальних перевезень за участю авіатранспорту.
3. Обґрунтування технологічних процесів вантажних перевезень за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції.	

Декан Факультету транспорту,
менеджменту і логістики

Тетяна МОСТЕНСЬКА

Завідувач кафедри організації
авіаційних перевезень

Дмитро ШЕВЧУК

Додаток Г

Список наукових публікацій автора за темою дисертації

Стаття у виданні, що входить до наукометричної бази Scopus:

1. Kuchma O., Kazak V., Shevchuk D., Yakushenko O., Shevchenko I. Influence of Wing Front Edge Damage on Integral Aerodynamic Characteristics of UAVs. *2021 IEEE 6th International Conference on Actual Problems of Unmanned Aerial Vehicles Development, APUAVD 2021 – Proceedings*. 2021. P. 95–98.
Особистий внесок автора: аналіз досліджень застосування безпілотної авіації при доставках.

Статті у фахових виданнях України:

2. Кучма О. С. Передумови раціональної організації процесів вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. Том 34 (73). № 4. 2023. С. 251–255.

3. Кучма О. С. Критеріальний вплив на вибір виду транспортного сполучення при організації доставки вантажів в умовах міжнародної інтеграції *Дороги і мости*. 2024. Вип. 29. С. 307–315.

4. Кучма О. С. Підходи до формування збірних відправлень у мультимодальних транспортних системах. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Економіка і управління*. 2024. 35 (74) № 2. С.

5. Кучма О. С. Раціоналізація систем організації комплексної механізації й автоматизації навантажувально-розвантажувальних робіт у пунктах сполучення авіаційного та інших видів транспорту. *Вчені записки Таврійського Національного Університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2024. 35 (74) № 2. С. 298–303.

6. Кучма О. С. Передумови удосконалення методів та розроблення моделей доставки вантажів за участю авіатранспорту в умовах міжнародної інтеграції. *Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка*. 2024. Вип. 5

(42). С. 127–131. URL: https://journals.pdu.khmelnitskiy.ua/index.php/podilian_bulletin/article/view/326/288

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

7. Kuchma O., Gabrielova T., Lytvynenko S., Viniukov-Proshchenko A. Generalising cases of insensitive queuing city traffic management systems and their impact on the delivery of goods by air and road. *MATEC Web of Conferences*. 2024. 390. 03005. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439003005>

Особистий внесок автора: встановлення ступеня впливу організації міського руху та системи організації авіаційного руху, на мультимодальну доставку вантажів у автомобільно-авіаційному сполученні.

8. Vasylenko I., Voitsehovskiy V., Novikova A., Kuchma O., Ozerova O., Borets I. Application of strategic planning methods in assessing the transport sector as a national economic system component. *MATEC Web of Conferences*. 2024. 390. 03007. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202439003007>

Особистий внесок автора: аналіз змін явищ і процесів у транспортній системі України та визначення оптимальних методів її оцінки.

Наукові праці апробаційного характеру:

9. Кучма О. С. Теоретико-методичні принципи оптимізації вантажних авіаперевезень в умовах міжнародної інтеграції. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика: матеріали ХІХ науково-практичної міжнародної конференції (м. Харків, 1–2 червня 2023 р.)*. Харків, 2023. С. 89–91.

10. Кучма О. С. Особливості управління міжнародними системами доставки вантажів за участю авіаційного транспорту. *Інноваційні транспортні технології та транспортні системи: матеріали Міжнародної науково-технічної онлайн-конференції (м. Київ, 30 травня 2023 р.)*. Київ, 2023. С. 88–90.

11. Кучма О. С. Дослідження особливостей побудови організаційно-технологічних процесів вантажних авіаперевезень. *Політ. Сучасні проблеми науки. Секція «Організація перевезень і управління на транспорті»*: матеріали

XIII Міжнародної науково-практичної конференції (м. Київ, 4-7 квітня 2023 р.). Київ, 2023. С. 13–14.

12. Кучма О. С. Специфіка авіаційних перевезень вантажів як фактор міжнародної інтеграції. *Сучасні енергетичні установки на транспорті, технології та обладнання для їх обслуговування*: збірник матеріалів 15 Міжнародної науково-практичної конференції (м. Херсон, 13-15 березня 2024 р.). Херсон, 2024. С. 160–162.

13. Кучма О. С. Сучасні вимоги до процесів організації навантажувально-розвантажувальних робіт на повітряному транспорті. *Автомобільний транспорт та інфраструктура*: матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 18-20 квітня 2024 р.) Київ, 2024. С. 29-31.