

Національний авіаційний університет
Міністерство освіти і науки України

Національний авіаційний університет
Міністерство освіти і науки України

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МАЛЯРЕНКО ДАША ЛЕОНІДІВНА

УДК:656.7.071/.073 (043.5)

ДИСЕРТАЦІЯ
УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ
ПРОЦЕСАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ У АЕРОПОРТУ В
УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

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 _____ Д.Л. Маляренко

Науковий керівник

Шевчук Дмитро Олегович,
доктор технічних наук, професор

Київ–2023

АНОТАЦІЯ

Маляренко Д. Л. Управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності. – 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, 2023.

Дисертація присвячена питанням підвищення ефективності управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності, із реалізацією відповідних моделей та методів.

Мета дисертаційного дослідження полягає науковому обґрунтуванні теоретико-методичних положень та розробці практичних рекомендацій щодо управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності.

Для досягнення поставленої мети вирішуються наступні завдання:

1. Виявити закономірності формування вантажопотоків в аеропортах, що носять ймовірнісний характер.
2. Визначити засади щодо врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності.
3. Запропонувати підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту.
4. Реалізовувати систему управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.
5. Реалізувати моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.

Об'єктом дослідження є процеси обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності.

Предметом дослідження є методи та моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці та реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності.

Вперше:

- сформовано та реалізовано систему управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності, яка включає моделі, підходи, методи та принципи, що в сукупності дозволяють забезпечити ефективність обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, взаємодії обслуговування вантажопотоків та ресурсів аеропорту на основі використання ефекту синергії внаслідок зменшення впливу умов невизначеності при мінімізації ризиків;

удосконалено:

- моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності, які на відміну від існуючих, дозволяють мінімізувати витрати на перевезення вантажів уособлено або у складі консолідованої вантажної одиниці та витрати на зберігання за весь період планування, враховувати штрафи за перевищення граничних термінів доставки вантажів, а також управляти доходами аеропорту на основі використання методів гілок та відтинань, гілок та цін, симплекс-методу, методу внутрішніх точок, генетичних алгоритмів, методів імітації відпалу та локального пошуку;

- підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, які на відміну від існуючих, орієнтовані на сценарне планування та включають загальні стратегії врахування невизначеностей для різних моделей аеропортів, різнотипне прогнозування, групування рейсів аеропортів з точки зору перспективності, аналіз використання ресурсів аеропорту, вибір сценарного моделювання, що дозволяє провести деталізацію стратегій врахування невизначеності при обслуговуванні вантажопотоків та обрати найбільш оптимальні для аналізованого аеропорту;

набули подальшого розвитку:

– виявлення закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах, що носить ймовірнісний характер та передбачає визначення передумов попередньої оцінки впливу специфічних властивостей вантажів на умови їх зберігання в аеропорту, визначення ключових аспектів управління вантажопотоком в аеропорту за складовими управління технологічними процесами, складами, ризиками та інформаційними технологіями, що дозволило врахувати їх при здійсненні математичного моделювання управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в умовах невизначеності;

– засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності із визначенням ознак транспортабельності вантажу при перевезенні авіаційним транспортом, видів ризиків та причин їх появи, розробкою карт ризиків щодо обслуговування спеціальних та генеральних вантажів у аеропортах, класифікацією умов невизначеності, що виникають при обслуговуванні вантажопотоків в аеропортах, а також характеризуюванню місць посилення впливу невизначеності та ризиків при обробці вантажів в аеропортах, що дозволило мінімізувати виникаючі ризики.

Основні результати дисертаційної роботи були застосовані при управлінні організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у вітчизняному аеропорті – Товариства з обмеженою відповідальністю «Міжнародний аеропорт „Одеса“», у роботі логістичного оператора ТОВ «ФТП», а також транспортно-експедиторського підприємства ТОВ «БРОКБРІДЖ», що проявилось за рахунок використання відповідної системи та моделей управління, підходів щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів, закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах, засад врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності. Також результати досліджень використані у навчальній роботі Факультету транспорту, менеджменту і логістики Національного авіаційного університету при розробці навчальних дисциплін «Аеропорти та їх експлуатація» та «Перевезення спеціальних вантажів повітряним транспортом».

Відповідно до теми дисертації опубліковано 12 наукових праць, з яких 5 статей (3 у фахових виданнях за спеціальністю, 2 – одноосібних), 7 матеріалів та тез у збірниках міжнародних науково-практичних конференцій.

У *вступі* було обґрунтовано загальну актуальність обраної теми, сформульовано мету дисертаційної роботи, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження; висунута наукова гіпотеза; наведено 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 відображаються публікації здобувача, розкривається її особистий внесок у них, представлена апробація результатів досліджень за темою дисертації, характеризується структура та обсяг дисертаційної роботи.

У *першому розділі* дисертаційної роботи визначено наукові основи організації транспортних процесів і систем обслуговування вантажів у аеропорту. Відзначено, що авіаційний транспорт в Україні стає одним з ключових елементів транспортно-логістичної системи країни. Були узагальнені наслідки та ризики, які виникають при використанні найбільш поширеної стратегії розвитку аеропортів. Здійснено аналіз точок зору науковців на поняття «аеропорт» та дано авторське визначення.

Було досліджено процеси організації наземного обслуговування в аеропортах. Були охарактеризовані фактори, які формують заданий рівень регулярності виконання польотів у аеропорту, які складені за такими ознаками: технічні, технологічні, ресурсні, організаційні. Було визначено особливості впливу зовнішніх факторів на час наземного обслуговування літака щодо наслідків, заходів та обмежень. Було проведено аналіз дослідження проблем діяльності аеропортів вітчизняними та іноземними науковцями у попередніх наукових працях, що дозволило виявити найбільш цікаві із них. Охарактеризовані дослідження щодо управління вантажопотоком суб'єктів транспортно-логістичного ринку. В результаті аналізу було виявлено стандартні види обробки вантажу в аеропортах: транспортна, термінальна,

внутрішньоаеродромна та внутрішньолітакова. Також їх було деталізовано. Удосконалено системний підхід до запобігання ризиків при обробці спеціального вантажу в аеропорту, визначені наукові роботи, які стосуються обслуговування спеціальних категорій вантажів під час організації їх доставки.

У *другому розділі* дисертаційної роботи здійснено розроблення системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності.

Було проведено критичний аналіз світового та вітчизняного досвіду управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропортах. Удосконалено способи підвищення ефективності вантажних авіаперевезень. Описані хендлінгові компанії, які діють у найбільших вантажних аеропортах світу.

Виявлені закономірності формування вантажопотоків в аеропортах та управління ними для цього; встановлені умови, які впливають на цілість швидкопсувних вантажів при обробці їх в аеропорту, передумови попередньої оцінки впливу специфічних властивостей вантажів на умови їх зберігання в аеропорту, а також ключові аспекти управління вантажопотоком в аеропорту.

Визначені засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності за ознаками транспортабельності вантажу при перевезенні авіаційним транспортом, через формування карт ризиків, із класифікацією умов невизначеності, що виникають при обслуговуванні вантажопотоків в аеропорту, а також із встановленням місць посилення впливу невизначеності та ризиків при обробці вантажів в аеропорту. Формування системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту спирається на принципові схеми-алгоритми обслуговування різних категорій вантажів, особливо спеціальних, у міжнародному аеропорту. Однією із ключових особливостей формування відповідних схем визначено використання стандарту CEIV IATA. Також були визначені аспекти щодо інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів у аеропорту.

У *третьому розділі* дисертаційної роботи проводиться розробка моделей та методів управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту.

Реалізація системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності на першому етапі включає комплекс підходів, методів та принципів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності, а також підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту. Сформовано принципову схему врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту. Проведено деталізацію стратегій врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту.

Були представлені моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності, що включили логіку їх розробки та представлення самих моделей – моделі оперативного управління обслуговування вантажів у аеропорту на основі мінімізації витрат на зберігання та відправлення поточного вантажопотоку, а також перспективної моделі планування управління очікуваними вантажопотоками, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіатранспортом. Перша модель за критерієм мінімізації включає витрати на перевезення вантажів уособлено або у складі консолідованої вантажної одиниці та витрати на зберігання за весь період планування, а також штрафи за перевищення граничних термінів доставки вантажів. Вона є динамічною лінійною задачею з булевими та неперервними змінними.

У другій моделі розглядаємо планування управління очікуваними (перспективними) потокам вантажів, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіаційним транспортом, збільшуючи завантаження рейсів та використання складів аеропорту. Вона реалізується за критерієм максимізації, який включає сумарні доходи від перевезення вантажів

по всіх рейсах і категоріям за мінусом сумарних витрат на зберігання вантажів за весь період планування.

У четвертому розділі дисертаційної роботи здійснюється реалізація моделей та методів управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту. Представлені практичні рекомендації щодо реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності. Сформована принципова схема-алгоритм обслуговування спеціальних категорій вантажів для трансферного аеропорту за умов невизначеності, яка є уособленням завдань, які вирішується при математичному моделюванні.

Охарактеризована взаємодія обслуговування вантажопотоків та ресурсів аеропорту. Доведено, що між вантажопотоками та ресурсами аеропорту існує тісний взаємозв'язок та взаємозалежність. Було визначено особливості зменшення впливу невизначеності при обслуговуванні вантажів за різних сценаріїв роботи аеропортів. Заходи, що приймає аеропорт для зменшення впливу умов невизначеності, призводять до значного покращення організації та технології процесів обслуговування вантажів. Охарактеризовано виникнення ефекту синергії внаслідок зменшення впливу умов невизначеності.

За результатами розрахунків представлені стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи для ДП МА «Бориспіль», МА «Київ» (Жуляни) та МА «Полтава». За результатами проведених розрахунків встановлено, що економія витрат ДП МА «Бориспіль» від додаткового зберігання вантажів за найкращим сценарієм буде становити 9977,8 тис. грн. на місяць для МА «Київ» (Жуляни) – 323,6 тис. грн. на місяць, а для МА «Полтава» – 163,9 тис. грн. на місяць.

Ключові слова: аеропорт, вантаж, невизначеність, система управління, організаційно-технологічні процеси, логістичні технології, мультимодальні транспортні системи, інтелектуальне управління, вантажопотік, обслуговування вантажів, моделювання, масове обслуговування.

Список публікацій здобувача

Наукові праці у фахових виданнях, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Малярєнко Д. Л. Оптимізація ресурсів аеропорту для наземного обслуговування повітряних суден в умовах невизначеності. *Дороги і мости*. 2022. Вип. 26. С. 266–273.

2. Шевчук Д. О., Малярєнко Д. Л. Аналіз впливу основних факторів на ресурси аеропорту в умовах невизначеності. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Том 33 (72). № 1. С. 322–327. *Особистий внесок: розроблено та охарактеризовано фактори, що впливають на українську аеропортову мережу.*

3. 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.

Наукові праці у інших виданнях:

4. Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Автоматизовані способи реєстрації пасажирів і багажу в системі наземного обслуговування аеропорту. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. 2020. № 4(482). С. 68–78. *Особистий внесок: удосконалено засади обслуговування літака після прильоту й вильоту.*

5. Шевчук Д. О., Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Архітектура інтелектуальної авіаційної транспортної системи, що функціонує в умовах невизначеності. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. 2020. № 100(1). С. 159–175. *Особистий внесок: розроблено та охарактеризовано загальні принципи формування архітектури інтелектуальної авіаційної транспортної системи, що функціонує в умовах невизначеності.*

Наукові праці апробаційного характеру:

6. Шевчук Д. О., Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Аналіз основних характеристик та властивостей в роботі оператора наземного обслуговування повітряних кораблів. *Інтеграція наукових основ у практику: тези доповідей IV*

Міжнародної науково-практичної конференції, 12-16 жовтня 2020 р. Стокгольм, Швеція. Стокгольм, 2020. С. 516–523. *Особистий внесок: проведено аналіз наукових досліджень щодо роботи оператора наземного обслуговування ПС.*

7. Medynskyi D., Maliarenko D. Statement of the problem of optimization of production management in case of accumulation of delayed aircraft. *Trends in the development of modern scientific thought: Abstracts of X International Scientific and Practical Conference*, November 23-26, 2020. Vancouver, Canada. Vancouver, 2020. P. 686–691. *Особистий внесок: проаналізовано особливості затримки літака.*

8. Шевчук Д. О., Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Аеропорт як система керування. *Теорія, наука і практика: тези доповідей III міжнародної науково-практичної конференції*, 05-08 жовтня 2020 р. Токіо, Японія. Токіо, 2020. С. 445–450. *Особистий внесок: охарактеризовано наземне обслуговування літаків.*

9. Maliarenko D. L. Activities of Ukrainian airports in conditions of uncertainty. *Interaction between science and technology in modern conditions: proceedings International scientific conference*. November 3-4, 2022. Riga, the Republic of Latvia. Riga, 2022. P. 109–110.

10. Габрієлова Т. Ю., Малярєнко Д. Л. Система BigARM в оптимізації матеріально-технічних ресурсів аеропорту. *Проблеми організації перевезень та управління на повітряному транспорті: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.* Київ: НАУ, 2022. С. 152–155. *Особистий внесок: розроблено та охарактеризовано принципи роботи системи BigARM в оптимізації матеріально-технічних ресурсів аеропорту.*

11. Малярєнко Д. Л. Управління вантажопотоками в аеропорту за умов невизначеності. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф.* Харків: УкрДУЗТ, 2023. С. 152–153.

12. Малярєнко Д. Л. Особливості факторного впливу на розвиток аеропорту при організації обслуговування вантажопотоків. *Інноваційні транспортні технології та транспортні системи: зб. матеріалів міжнар. онлайн-конф.* Київ: НАУ, 2023. С. 152–155.

ABSTRACT

Management of organisational and technological processes of cargo servicing at the airport under uncertainty conditions. – Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for the degree of PhD in specialty 275 “Transport Technologies (Air Transport)”. National Aviation University. Kyiv, 2023.

The dissertation addresses the issues of improving the effectiveness of managing the organisational and technological processes of cargo servicing at the airport under conditions of uncertainty, with the implementation of appropriate models and methods.

The aim of the dissertation research is to provide scientific substantiation of theoretical and methodical provisions and develop practical recommendations for managing organisational and technological processes of cargo servicing at the airport in the context of uncertainty.

To achieve the set aim, the following objectives are being addressed:

1. To identify the regularities of forming cargo flows at airports that are probabilistic in nature.
2. To determine the bases for taking into account the occurrence of risks when changing cargo flows at airports under conditions of uncertainty.
3. To propose approaches on taking into consideration the uncertainty of cargo servicing in different scenarios of airport operation.
4. To introduce a management system for organisational and technological processes of airport cargo servicing in the context of uncertainty.
5. To implement models of managing organisational and technological processes of airport cargo servicing under conditions of uncertainty.

The object of study is the processes of cargo servicing at the airport under conditions of uncertainty.

The subject of the study covers methods and models of managing organisational and technological processes of airport cargo servicing in the context of uncertainty.

The scientific novelty of the obtained results is in the development and implementation of the management system for organisational and technological processes of cargo servicing at the airport under uncertainty conditions.

For the first time:

- A system for managing organisational and technological processes of airport cargo servicing under conditions of uncertainty was formed and implemented, which includes models, approaches, methods and principles that jointly allow to ensure the effectiveness of cargo servicing under various scenarios of airport operation, interaction of servicing cargo flows and airport resources based on the use of the synergy effect due to the reduction of the impact of uncertainty conditions while minimising risks;

Improved:

- models for managing the organisational and technological processes of airport cargo servicing under conditions of uncertainty, which, unlike the existing ones, allow minimising the costs of cargo transportation individually or as part of a consolidated cargo unit and storage costs for the entire planning period, taking into account penalties for exceeding the time limits for cargo delivery, and managing airport revenues based on the use of branch and cut method, branch and price method, simplex method, interior point method, genetic algorithms, simulated annealing and local search methods;

- approaches to taking into consideration the uncertainty of cargo servicing under different scenarios of airport operation, which, unlike the existing ones, are oriented towards scenario planning and include general strategies of incorporating uncertainties for different airport models, multi-type forecasting, grouping of airport flights in terms of prospects, analysis of using airport resources, selection of scenario modelling, which allows to detail strategies of taking into account uncertainty in servicing cargo flows and select the most optimal ones for the airport under analysis;

Were further developed:

- identification of regularities of forming cargo flows at airports, which is probabilistic in nature and involves determining the prerequisites for a preliminary

assessment of the impact of specific properties of cargo on the conditions of their storage at the airport, identification of key aspects of cargo flow management at the airport by components of managing technological processes, warehouses, risks and information technologies, which allowed to take them into account when carrying out mathematical modelling of managing organisational and technological processes of cargo servicing at the airport under conditions of uncertainty;

- bases of taking into consideration the occurrence of risks when changing cargo flows at airports under conditions of uncertainty with the definition of cargo transportability attributes during air transportation, types of risks and reasons for their occurrence, development of risk maps for special and general cargo servicing at airports, classification of uncertainty conditions arising in the servicing of cargo flows at airports, as well as characterisation of the places where the impact of uncertainty and risks in cargo servicing at airports is increased, which allowed minimising the emerging risks.

The main results of the PhD thesis were applied in the management of organisational and technological processes of cargo servicing at domestic airports – Odesa International Airport LLC, as well as in the activity of the logistics operator FTP LLC, transport and forwarding company "BROCKBRIDGE" LLC which was manifested through the use of an appropriate system and management models, approaches to taking into account the uncertainty of cargo servicing, regularities of cargo flows formation at airports, bases for taking into consideration the risks of changes in cargo flows at airports under conditions of uncertainty.

Also, the research results were used in the educational activities of the Faculty of Transport, Management and Logistics of the National Aviation University in the development of the subjects “Airports and their operation” and “Transportation of special cargo by air”.

In accordance with the topic of the PhD thesis, 12 scientific papers were published, including 5 articles (3 in professional journals by specialty, 2 – single), 7 materials and abstracts in the proceedings of international scientific and practical conferences.

In the *introduction*, the general relevance of the chosen topic is substantiated, the purpose of the PhD thesis is formulated, the object, subject and methods of research are defined; the scientific hypothesis is suggested; the scientific novelty is presented; the connection of the work with scientific programmes, plans and topics is shown; the scientific and practical significance of the results obtained and the prospects for their further implementation are revealed. The introduction also reflects the applicant's publications, discloses her personal contribution to them, presents the approbation of research results on the topic of the PhD thesis, and describes the structure and scope of the thesis.

In the *first part* of the PhD thesis, the scientific bases of organising transport processes and cargo servicing systems at the airport are defined. It is noted that air transport in Ukraine is becoming one of the key elements of the country's transport and logistics system. The consequences and risks that arise when using the most common airport development strategy are summarised. The analysis of the points of view of scientists on the “airport” concept is carried out and the author’s definition is given.

The processes of organising ground handling services at airports according to the author’s definition were studied. The factors that form a given level of regularity of flights at the airport were characterised, which are compiled according to the following features: technical, technological, resource, and organisational. The peculiarities of the external factors’ influence on the time of airplane ground handling in terms of consequences, measures and restrictions were determined.

The analysis of studying the problems of airports by domestic and foreign scholars in previous scientific works was carried out, which allowed to identify the most valuable ones. The studies on cargo flow management of transport and logistics market players were characterised.

The analysis revealed the standard types of cargo processing at airports: transport, terminal, intra-airfield and intra-aircraft. They were also detailed. A systemic approach to preventing risks when processing special cargo at the airport

was improved, and research works related to the servicing of special categories of cargo during their delivery were identified.

In the *second part* of the PhD thesis, a system for managing the organisational and technological processes of cargo servicing at the airport under conditions of uncertainty is developed.

A critical analysis of the world and domestic experience in managing the organisational and technological processes of cargo servicing at airports was carried out. The ways to improve the effectiveness of air cargo transportation were improved. Handling companies operating at the world's largest cargo airports were described.

The regularities of forming cargo flows at airports and managing them were revealed; for this purpose, the conditions that affect the integrity of perishable goods during their processing at the airport, the prerequisites for a preliminary assessment of the impact of specific properties of cargo on the conditions of their storage at the airport, as well as key aspects of cargo flow management at the airport were determined.

Bases for taking into consideration the emergence of risks when changing cargo flows at airports in conditions of uncertainty on the basis of cargo transportability signs during air transportation, through the formation of risk maps, with the classification of uncertainty conditions arising in the servicing of cargo flows at the airport, as well as with the identification of places of increasing the impact of uncertainty and risks in cargo processing at the airport, were specified.

The formation of a management system for organisational and technological processes of cargo servicing at the airport is based on the principal schemes-algorithms for servicing various categories of cargo, especially special cargo, at the international airport. The use of the CEIV IATA standard was identified as one of the key features of forming the relevant schemes. Also, aspects of intelligent management of cargo servicing processes at the airport were identified.

In the *third part* of the PhD thesis, models and methods for managing the organisational and technological processes of cargo servicing at the airport are developed.

At the first stage, the implementation of the system for managing the organisational and technological processes of airport cargo servicing under conditions of uncertainty includes a set of approaches, methods and principles of intelligent management of cargo servicing processes at the airport in the context of uncertainty, as well as approaches to taking into consideration the uncertainty of cargo servicing in different scenarios of the airport operation.

A principal scheme for taking into consideration the uncertainty of cargo servicing under different scenarios of airport operation was formed. The strategies for taking into account the uncertainty of cargo servicing under different scenarios of airport operation were detailed.

The models for managing the organisational and technological processes of cargo servicing at the airport under conditions of uncertainty were presented, including the logic of their development and presentation of the models involved – the model of operational management of cargo servicing at the airport based on minimising the costs of storage and dispatch of the current cargo flow, as well as a perspective planning model for managing the expected cargo flows arriving at the airport for further transportation by air.

The first model, by the minimisation criterion, includes the costs of transporting cargo individually or as part of a consolidated cargo unit and storage costs for the entire planning period, as well as penalties for exceeding the time limits for cargo delivery. It is a dynamic linear problem with Boolean and continuous variables.

In the second model, the planning of managing the expected (prospective) flows of cargo arriving at the airport for further transportation by air, increasing the loading of flights and the use of airport warehouses, was considered. It is implemented according to the maximisation criterion, which includes the total income from cargo transportation for all flights and categories minus the total costs of storing cargo for the entire planning period.

In the *fourth part* of the PhD thesis the models and methods of managing the organisational and technological processes of cargo servicing at the airport are implemented. Practical recommendations on realisation of the management system of

organisational and technological processes of cargo servicing at the airport under conditions of uncertainty were provided. A principal scheme-algorithm for servicing special categories of cargo for a transfer airport under conditions of uncertainty, which is the representation of the tasks to be solved in mathematical modelling, was formed.

The interaction between cargo flows and airport resources was characterised. It was proved that there is a close relationship and interdependence between cargo flows and resources of the airport. The features of reducing the impact of uncertainty in cargo servicing under different scenarios of airports' operation were identified. The measures taken by the airport to reduce the impact of uncertainty lead to a significant improvement in the organisation and technology of cargo handling processes. The emergence of a synergy effect as a result of reducing the impact of uncertainty was characterised.

Based on the results of the calculations, strategies for taking into consideration the uncertainty of cargo servicing under different scenarios of operation for SE IA “Boryspil”, IA “Kyiv” (Zhulyany) and IA “Poltava” were presented. According to the results of the calculations, it was determined that the cost savings of the SE IA “Boryspil” from additional cargo storage under the best scenario will amount to UAH 9977,8 thousand per month, for IA “Kyiv” (Zhulyany) – UAH 323,6 thousand per month, and for IA “Poltava” – UAH 163,9 thousand per month.

Keywords: airport, cargo, uncertainty, management system, organisational and technological processes, logistics technologies, multimodal transport systems, intelligent management, cargo flow, cargo servicing, modelling, mass service.

List of applicant's publications

Scientific papers in professional journals in which the main scientific results of the PhD thesis are published:

1. Maliarenko D. L. Optimization of airport resources for aircraft ground handling in conditions of uncertainty. *Roads and bridges*. 2022. Vol. 26. P. 266–273.
2. Shevchuk D. O., Maliarenko D. L. Analysis of the influence of main factors

on airport resources under uncertainty. *Scientific notes of V. I. Vernadsky Taurida National University. Series: Technical sciences*. 2022. Vol. 33 (72). № 1. P. 322–327. *Personal contribution: factors influencing the Ukrainian airport network were developed and characterised.*

3. Maliarenko D. L. Considering the emergence of risks related to changes in air cargo flows under conditions of uncertainty. *Scientific notes of V. I. Vernadsky Taurida National University. Technical sciences*. 2023. Vol. 34 (73). № 4. P. 256–260.

Scientific papers in other editions:

4. Medynskyi D. V., Maliarenko D. L. Automated methods of checking in passengers and baggage in the airport ground handling system. *Collection of Scientific Papers of Admiral Makarov National University of Shipbuilding*. 2020. № 4(482). P. 68–78. *Personal contribution: bases of aircraft servicing after arrival and departure were improved.*

5. Shevchuk D. O., Medynskyi D. V., Maliarenko D. L. Architecture of an intelligent aviation transport system that operates under conditions of uncertainty. *Modeling and Information Systems in Economics*. 2020. № 100(1). P. 159–175. *Personal contribution: the general principles of forming the architecture of an intelligent aviation transport system operating under conditions of uncertainty were developed and characterised.*

Scientific works of an approbation type:

6. Shevchuk D. O., Medynskyi D. V., Maliarenko D. L. Analysis of main characteristics and properties in the work of an aircraft ground handling operator. *Integration of scientific bases into practice: abstracts of the IV Scientific and practical conference, October 12-16, 2020. Stockholm, Sweden. Stockholm, 2020*. P. 516–523. *Personal contribution: the analysis of scientific researches on the work of the aircraft ground handling operator was carried out.*

7. Medynskyi D., Maliarenko D. Statement of the problem of optimization of production management in case of accumulation of delayed aircraft. *Trends in the development of modern scientific thought: Abstracts of X International Scientific and*

Practical Conference, November 23-26, 2020. Vancouver, Canada. Vancouver, 2020. P. 686–691. *Personal contribution: peculiarities of the aircraft delay were analysed.*

8. Shevchuk D. O., Medynskyi D. V., Maliarenko D. L. Airport as a management system. *Theory, science and practice: proceedings of the III International Scientific and Practical Conference*, October 05-08, 2020, Tokyo, Japan. Tokyo, 2020. P. 445–450. *Personal contribution: ground servicing of aircraft was characterised.*

9. Maliarenko D. L. Activities of Ukrainian airports in conditions of uncertainty. *Interaction between science and technology in modern conditions: proceedings International scientific conference*. November 3-4, 2022. Riga, the Republic of Latvia. Riga, 2022. P. 109–110.

10. Gabrielova T. Yu., Maliarenko D. L. BigARM system in optimising the airport's material and technical resources. *Problems of transportation organisation and management in air transport: Proceedings of the International scientific and practical conference*. Kyiv: NAU, 2022. P. 152–155. *Personal contribution: the principles of operation of the BigARM system in optimising material and technical resources of the airport were developed and characterised.*

11. Maliarenko D. L. Cargo flow management at the airport under conditions of uncertainty. *International transport infrastructure, industrial centres and corporate logistics: Proceedings of the International scientific and practical conference*. Kharkiv: UkrSURT, 2023. P. 152–153.

12. Maliarenko D. L. Features of the factor influence on the airport development in the organisation of cargo flows servicing. *Innovative transport technologies and transport systems: proceedings of the International online conference*. Kyiv: NAU, 2023. P. 152–155.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	22
ВСТУП.....	23
РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ У АЕРОПОРТУ.....	30
1.1. Дослідження закономірностей раціональної організації транспортного обслуговування та транспортних процесів в аеропорту.....	30
1.2. Дослідження процесів організації наземного обслуговування в аеропортах.....	37
1.3. Передумови управління вантажопотоками в аеропорту в умовах невизначеності.....	44
1.4. Теоретико-методичні засади забезпечення зберігання та обслуговування спеціальних категорій вантажів в аеропорту.....	54
1.5. Висновки до розділу 1.....	61
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ У АЕРОПОРТУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ.....	63
2.1. Аналіз світового та вітчизняного досвіду управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропортах.....	63
2.2. Виявлення закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах та управління ними.....	86
2.3. Засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності.....	98
2.4. Формування системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту.....	111
2.5. Висновки до розділу 2.....	128

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ У АЕРОПОРТУ.....	130
3.1. Реалізація системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.....	130
3.2. Підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту.....	135
3.3. Моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності.....	142
3.3.1. Логіка розробки моделей управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності....	142
3.3.2. Модель оперативного управління обслуговування вантажів у аеропорту на основі мінімізації витрат на зберігання та відправлення поточного вантажопотоку.....	150
3.3.3. Перспективна модель планування управління очікуваними вантажопотоками, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіатранспортом	159
3.4. Висновки до розділу 3.....	166
РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ В АЕРОПОРТУ.....	168
4.1. Практичні рекомендації щодо реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності.....	168
4.2. Зменшення впливу невизначеності при обслуговуванні вантажів за різних сценаріїв роботи аеропортів.....	174
4.3. Забезпечення мінімізації витрат у аеропортах при обслуговуванні вантажів за різних невизначеностей та сценаріїв роботи	180
Висновки до розділу 4.....	190
ВИСНОВКИ.....	193
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	195
ДОДАТКИ.....	220

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- ПС – повітряне судно
- COVID-19 – пандемія коронавірусної хвороби
- ЗПС – злітно-посадкова смуга
- НОПС – наземне обслуговування повітряних суден
- ICAO – Міжнародна організація цивільної авіації
- САУТПА – система автоматизованого управління технологічними процесами в аеропорту
- ДПП – добовий план польотів
- ВДСА – виробничо-диспетчерська служба аеропорту
- ГЕРТ-мереж – мережі сформовані на основі використання альтернативного ймовірнісного методу мережевого планування
- ULD – засоби пакування вантажів на авіаційному транспорті
- США – Сполучені Штати Америки
- IATA – Міжнародна асоціація повітряного транспорту
- CEIV – Центр передового досвіду для незалежних валідаторів
- AWB – авіаційна вантажна накладна
- MAWB – основна авіаційна вантажна накладна
- NOTOC – повідомлення командира ПС про спеціальний вантаж
- RFID – система радіочастотної ідентифікації
- IoT – Інтернет речей
- CSD – декларація безпеки відправлення
- SOP – глобальні стандартні операційні процедури
- VR – доповнена реальність
- AR – віртуальна реальність
- ДП – державне підприємство
- КП – комунальне підприємство
- МА – міжнародний аеропорт
- КО – консолідаційні одиниці

ВСТУП

Актуальність теми дослідження визначається необхідністю підвищення ефективності управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності, що дозволить забезпечити мінімізацію його витрат та комплексний розвиток в умовах посилення конкурентної боротьби.

На сьогоднішній день підвищення ефективності обслуговування вантажних потоків у системах масового обслуговування стає одним із ключових факторів успішності. В міжнародних доставках вантажів активно використовують авіаційний транспорт, як найшвидший вид транспорту, при цьому можна говорити про його мультимодальний характер, оскільки він забезпечує доставку виключно у схемі аеропорт-аеропорт, а забезпечення першої та останньої милі лягає на автомобільний транспорт.

Важливість міжнародних доставок спеціальних категорій вантажів авіаційним транспортом за останні п'ять років також посилюється, що набуває особливої актуальності зі створенням ефективних стандартів доставки, які пропонує Міжнародна асоціація повітряного транспорту (ІАТА). Активне використання аеропортів, як об'єктів, що забезпечують мультимодальні доставки вимагає розробки дієвих засобів та інструментів управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів. Це і визначає актуальність обраної теми дослідження. Очевидно, що у аеропортах існують значні невизначеності при обслуговуванні вантажних потоків, виникають різного роду ризики, що вимагає активного наукового вивчення.

Дослідженням проблем діяльності аеропортів займалися багато як вітчизняних, так і зарубіжних науковців, особливо слід відзначити роботи О. В. Ареф'євої, К. В. Астахова, В.В. Бортолотто, В. Ю. Гирич, П.С. Голлендера, О. М. Горбачової, Ю. Б. Лисиці, Р. Макаріо, Г.В. Маццанаті, А. Ч. Паканьелли мол., К. В. Сидоренко, Т. О. Сімкової, А. Т. Турсунова, Л. Флорідо-Бенітес, М. В. Харченко, С. С. Чавушоглу та ін.

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 розробила та охарактеризувала загальні принципи формування архітектури інтелектуальної авіаційної транспортної системи, що функціонує в умовах невизначеності та «Методи та моделі комплексного інноваційного розвитку авіатранспортної системи України» (державний реєстраційний номер 0121U114745), де авторкою охарактеризовані інтелектуальні транспортні системи та системи підтримки прийняття рішень.

Метою дисертаційного дослідження є наукове обґрунтування теоретико-методичних положень та розроблення практичних рекомендацій щодо управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності.

Для досягнення поставленої мети автор сформулював та вирішив наступні завдання:

- виявити закономірності формування вантажопотоків в аеропортах, що носить ймовірнісний характер;
- визначити засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності;
- запропонувати підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту;
- реалізовувати систему управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності;
- реалізувати моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.

Об'єкт дослідження – процеси обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності.

Предмет дослідження – методи та моделі управління організаційно-

технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.

Гіпотеза. Ефективність управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності формується відповідною системою, яка включає моделі, методи та принципи управління, підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, а також повинна враховувати закономірності формування вантажопотоків та специфіку виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності.

Методи дослідження. У роботі використані статистичні дані Державної авіаційної служби України, IATA, ICAO, інших міжнародних компаній та асоціацій, показники діяльності аеропортів, що були систематизовані авторкою під час реалізації дослідження. Методичною основою дослідження є методи, системного аналізу, дедукції, експертних оцінок, методу Дельфі – при врахуванні виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності; ринкового аналізу, теорії ймовірностей – при виявленні закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах; індукції та дедукції, систематизації – при розробці підходів щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів; метод гілок та меж, метод гілок та відтинань, метод гілок та цін, симплекс-метод, метод внутрішніх точок, метод генетичних алгоритмів, методи імітації відпалу, методи локального пошуку – при розробці та реалізації математичних моделей управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.

Вперше:

– сформовано та реалізовано систему управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності, яка включає моделі, підходи, методи та принципи, що в сукупності дозволяють забезпечити ефективність обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, взаємодії обслуговування вантажопотоків

та ресурсів аеропорту на основі використання ефекту синергії внаслідок зменшення впливу умов невизначеності при мінімізації ризиків;

удосконалено:

- моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності, які на відміну від існуючих, дозволяють мінімізувати витрати на перевезення вантажів уособлено або у складі консолідованої вантажної одиниці та витрати на зберігання за весь період планування, враховувати штрафи за перевищення граничних термінів доставки вантажів, а також управляти доходами аеропорту на основі використання методів гілок та відтинань, гілок та цін, симплекс-методу, методу внутрішніх точок, генетичних алгоритмів, методів імітації відпалу та локального пошуку;

- підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, які на відміну від існуючих, орієнтовані на сценарне планування та включають загальні стратегії врахування невизначеностей для різних моделей аеропортів, різнотипне прогнозування, групування рейсів аеропортів з точки зору перспективності, аналіз використання ресурсів аеропорту, вибір сценарного моделювання, що дозволяє провести деталізацію стратегій врахування невизначеності при обслуговуванні вантажопотоків та обрати найбільш оптимальні для аналізованого аеропорту;

набули подальшого розвитку:

- виявлення закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах, що носить ймовірнісний характер та передбачає визначення передумов попередньої оцінки впливу специфічних властивостей вантажів на умови їх зберігання в аеропорту, визначення ключових аспектів управління вантажопотоком в аеропорту за складовими управління технологічними процесами, складами, ризиками та інформаційними технологіями, що дозволило врахувати їх при здійсненні математичного моделювання управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності;

– засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності із визначенням ознак транспортабельності вантажу при перевезенні авіаційним транспортом, видів ризиків та причин їх появи, розробкою карт ризиків щодо обслуговування спеціальних та генеральних вантажів у аеропортах, класифікацією умов невизначеності, що виникають при обслуговуванні вантажопотоків в аеропортах, а також характеризуванням місць посилення впливу невизначеності та ризиків при обробці вантажів в аеропортах, що дозволило мінімізувати виникаючі ризики.

Практичне значення одержаних результатів. Ключові положення, висновки та рекомендації, які були наведені в дисертаційній роботі, використано в практичній діяльності ТОВ «БРОКБРИДЖ» у аспектах реалізації моделей управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності, а також підходів щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту (довідка про впровадження від 14.09.2023 р.).

Система управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності та виявлення закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах були реалізовані у практичній діяльності ТОВ «Міжнародний аеропорт „Одеса“» (довідка про впровадження від 14.11.2023 р.). Засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності, а також комплекс підходів, методів та принципів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності використані в практичній діяльності логістичного оператора ТОВ «ФТП» при взаємодії із аеропортами (довідка про впровадження від 13.11.2023 р.).

Ряд теоретичних положень було використано в навчальній роботі факультету транспорту, менеджменту і логістики Національного авіаційного університету при викладанні дисциплін «Аеропорти та їх експлуатація» та «Перевезення спеціальних вантажів повітряним транспортом» (довідка про впровадження від 11.09.2023 р.).

Особистий внесок здобувача. Представлена дисертація є самостійно виконаною та завершеною науковою працею, в якій викладено авторське бачення реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності. У наукових публікаціях автора, які виконані одноосібно, запропоновано оптимізацію ресурсів аеропорту для наземного обслуговування ПС в умовах невизначеності, врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків на авіатранспорті в умовах невизначеності, управління вантажопотоками в аеропорту за умов невизначеності, особливості факторного впливу на розвиток аеропорту при організації обслуговування вантажопотоків. У [26] автором розроблено та охарактеризовано фактори, що впливають на українську аеропортову мережу, у [101] – удосконалено засади обслуговування літака після прильоту й вильоту; у [102] – розроблено та охарактеризовано загальні принципи формування архітектури інтелектуальної авіаційної транспортної системи, що функціонує в умовах невизначеності; у [103] – проведено аналіз наукових досліджень щодо роботи оператора наземного обслуговування ПС; у [104] – проаналізовано особливості затримки літака; у [105] – охарактеризовано наземне обслуговування літаків; у [106] – розроблено та охарактеризовано принципи роботи системи BigARM в оптимізації матеріально-технічних ресурсів аеропорту.

Апробація результатів дисертаційного дослідження. Основні наукові результати, а також висновки дисертаційного дослідження обговорювалися на конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції «Інтеграція наукових основ у практику» (12-16 жовтня 2020 р., Стокгольм, Швеція); X Міжнародній науково-практичній конференції «Тенденції розвитку сучасної наукової свідомості» (23-26 листопада 2020 р., Ванкувер, Канада); III Міжнародній науково-практичній конференції «Теорія, наука і практика» (05-08 жовтня 2020 р. Токіо, Японія); Міжнародній науковій конференції «Взаємодія науки і технологій у сучасності» (3-4 листопада 2022 р. м. Рига, Латвійська Республіка); Міжнародній науково-практичній конференції

«Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика» (1-2 червня 2023, Харків); Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми організації перевезень та управління на повітряному транспорті» (22, 25 листопада 2022 р., Київ); Міжнародній он-лайн конференції «Інноваційні транспортні технології та транспортні систем» (30 травня 2023 р., Київ).

Публікації. Основні результати наукового дослідження опубліковано в 12 наукових працях загальним обсягом 4,5 друк. арк., зокрема у 3 фахових наукових працях (2 із них є одноосібними); 7 статей та тез 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 263 найменування. Основний текст дисертації викладено на 165 сторінках. Робота містить 48 рисунків та 27 таблиць, у тому числі 16 ілюстрацій та 4 таблиці викладені на окремих сторінках.

РОЗДІЛ 1. НАУКОВІ ОСНОВИ ОРГАНІЗАЦІЇ ТРАНСПОРТНИХ ПРОЦЕСІВ І СИСТЕМ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ У АЕРОПОРТУ

1.1. Дослідження закономірностей раціональної організації транспортного обслуговування та транспортних процесів в аеропорту

Зміни, які відбуваються в Україні через вплив глобальних і регіональних факторів, призводять до того, що аеропортам необхідно переглядати концепції управління власною діяльністю та знаходити нові стратегії для підвищення ефективності функціонування на ринку.

Авіаційний транспорт в Україні – один з основних елементів транспортно-логістичної системи країни. Але він є найдорожчим видом транспорту з точки зору собівартості доставки, що значно впливає на ціну перевезення. Транспортні витрати подекуди можуть становити понад 50%, і зниження їх стає основною метою управління транспортним процесом. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є оптимізація розподілення матеріально-технічних ресурсів під час транспортного обслуговування, в нашому випадку – наземного обслуговування повітряних суден в аеропорту.

Напрями розвитку та реформування аеропортів України були представлені в документі «Державна цільова програма розвитку аеропортів на період до 2023 року» [1, с. 1–3], затверджену 2016 року. У цій програмі прописано напрями реконструкції, модернізації та вдосконалення елементів системи аеропортів, де в результаті виконання її передбачалося збільшити загальний пасажиропотік майже удвічі, пропускну спроможність аеропортів теж удвічі, а також привести рівень надання послуг в аеропортах відповідно до найвищих міжнародних стандартів. Щодо технологічних цілей, то декларувалося необхідність зменшити час на наземне обслуговування кожного повітряного судна до 35–40 хвилин. З ряду причин цю цільову програму реалізовано неповністю та, зрештою, вона була зірвана.

Незважаючи на всесвітню пандемію, викликану коронавірусною інфекцією, яка мала місце від початку 2020 року і яка вплинула на розвиток та перспективи галузі транспорту амбітні плани, декларовані у цільовій програмі були майже виконані. Проте різке зниження попиту на товари та послуги у зв'язку з домашнім карантинном призвели до великого скорочення обсягу надання транспортних послуг у світі в 2020–2021 роках, у тому числі й авіаційних. COVID-19 вказав на важливість авіаційного транспорту для соціуму та економіки країн. Адже «нова реальність» в авіаційній галузі вплинула на скорочення ресурсів в аеропорту, де виникла проблема збереження діяльності на плаву. Після того, як COVID-19 відступив, в Україні почалася повномасштабна війна й авіаційне сполучення повністю припинилося.

Особливість діяльності аеропорту, з точки зору оперативної роботи, полягає в тому що, незважаючи на затримки рейсів та відхилення від добового плану польотів, які неминуче виникають, готовність до обслуговування повітряного судна має бути забезпечена всіма службами аеропорту в будь-який час.

Роль аеропортів при створенні інтегрованого транспортного комплексу України, згідно з «Національною транспортною стратегією України до 2030 року» [2], було узагальнено, що показано на рис. 1.1.

Потенціал аеропортів України є значним завдяки вдалому географічному розташуванню нашої країни, проте значення України як транзитної держави значно змінилося з початком війни.

Як зазначено в [3], основними факторами, які впливають на збільшення рівня пропускної спроможності аеропорту, є: політичні, економічні, рівень розвитку інфраструктури, рівень розвитку ресурсного потенціалу, техніко-технологічні. Саме техніко-технологічні, які переважно гарантують матеріально-технічне забезпечення аеропорту, впливають на тривалість обслуговування, яка позначається на кінцевій ефективності аеропорту. Пропускна здатність аеропорту – це можливість аеропорту обслужити за певний проміжок часу (годин, добу, місяць, рік) певний обсяг рейсів.



Рис. 1.1. Роль аеропортів при створенні інтегрованого транспортного комплексу відповідно до «Національної транспортної стратегії України до 2030 року»

Джерело: узагальнено автором за [2]

Зменшення впливу техніко-технологічного фактору на пропускну здатність аеропорту вирішується двома шляхами: створенням нової злітно-посадкової смуги (ЗПС) та скороченням часу на НОПС (наземне обслуговування повітряних суден). Побудова нової ЗПС не завжди доречна та економічно обґрунтована. Найкращим вирішення збільшення пропускну здатності аеропорту буде скорочення часу на НОПС.

Як зазначають Н. Є. Каличева та В. О. Маслова [4], транспортне обслуговування не зводиться лише до забезпечення процесу переміщення вантажів між виробниками та споживачами, надання транспортних засобів, утримання шляхів сполучення, а й передбачає значно ширший спектр послуг, пов'язаних із визначенням відстаней та часу внутрішньогосподарських

перевезень, забезпеченням сировинними матеріалами місць перероблення та продукцією ринків збуту. При цьому автори визначили три ключові операційні стратегії транспортного обслуговування: зниження витрат на транспортування; удосконалення управління процесом перевезення; підвищення якості транспортних операцій.

Відповідно до наукових досліджень О. М. Горбачової, які систематизовані у [5], кількість рейсів, які аеропорт може прийняти, перебуває під впливом його пропускних можливостей, які є саме тим показником, що визначає граничну економічну ефективність аеропорту. Ця гранична економічна ефективність прямо впливає на циклічні процеси розвитку аеропортів, оскільки зменшення пропускних можливостей аеропорту призводить до економічної стагнації, наслідком чого стає його перехід у негативні стадії життєвого циклу. Зворотний процес (збільшення пропускних можливостей) у стабільній економічній ситуації дає можливість утриматися на позитивних стадіях циклічності.

Наслідки та ризики, які виникають при використанні найбільш поширеної стратегії розвитку аеропортів, які описуються у [6], доопрацьовано та представлено на рис. 1.2.

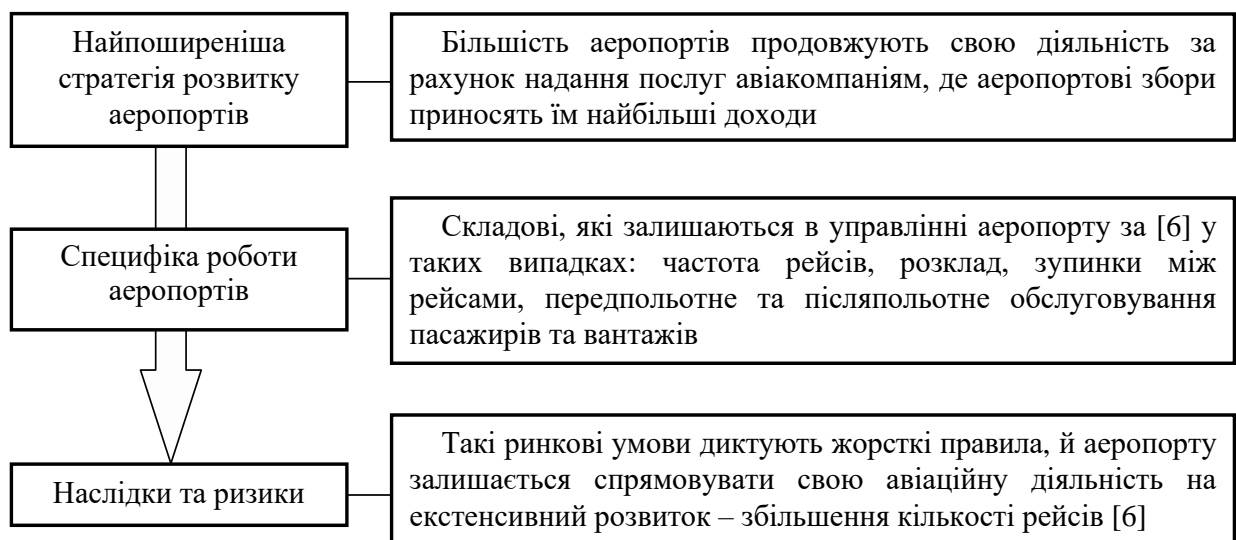


Рис. 1.2. Наслідки та ризики, які виникають при використанні найбільш поширеної стратегії розвитку аеропортів

Джерело: узагальнено автором за [6]

Дослідженням встановлено, що майбутнє за тими аеропортами (у стабільних політичних умовах розвитку країни), які ефективно управляють наявними ресурсами задля продажу та надання своїх послуг за умови збільшення пропускної здатності.

Багато дослідників та вчених пропонують своє бачення визначенню поняття «аеропорт». Під аеропортом у науковій літературі розуміють комплекс споруд, який складається з аеродрому, аеровокзалу та інших будівель, призначених для приймання і відправлення повітряних суден, пасажирів і вантажу, має для цього необхідне обладнання, авіаційний персонал. Найцікавіші визначення поняття «аеропорт» нами систематизовані у табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Аналіз точок зору науковців на поняття «аеропорт» та їх визначення
(сформовано автором)

<i>Точки зору вчених на поняття</i>	<i>Автори</i>
Аеропорт – це багатофункціональне транспортне підприємство, що є наземною частиною авіаційної транспортної системи, яка забезпечує зліт і посадку повітряних суден та їх наземне обслуговування, приймання і відправлення пасажирів, багажу, пошти й вантажів, а також створює необхідні умови для функціонування авіакомпаній, державних органів регулювання авіаційною, митною та іншими видами діяльності, сприяє діловій активності, спрямованій на поліпшення рівня обслуговування пасажирів та інших клієнтів – споживачі авіапослуг, і забезпечує економічну стабільність аеропорту	Н. Ашфорд та ін. у [7]
Аеропорт – комплексна система, що має виконувати велику кількість складних функцій і завдань, при цьому задовольняючи вимоги держави, міжнародних організацій та партнерів до рівня безпеки, стану інфраструктури, технологічних процесів тощо	Д. О. Бугайко та А. В. Терещенко [8]
Аеропорт – складна система, яка містить підрозділи та служби, метою яких є забезпечення перевезень повітряним транспортом. Деякі з них спрямовані на обслуговування потоку пасажирів, а інші – на обслуговування повітряних суден	В. В. Запорожець та М. П. Шматко [9]

Систематизуючи визначення авторів можна дійти такого висновку. Аеропорт – це відкрита система, діяльність якої перебуває під впливом зовнішнього середовища та піддається законам циклічності. Аеропорт як

складна система функціонує за допомогою ресурсів, а ресурси, в свою чергу, забезпечують його діяльність – надання послуг споживачам для досягнення поставленої мети та завдань.

Повномасштабне вторгнення Росії на територію України повністю зупинило функціонування повітряного транспорту та призвело до «закриття неба». Деякі з аеропортів мають пошкодження та руйнування основних споруд та ЗПС. Більшість аналітиків схиляються до прогнозу, що після завершення війни потік через українські аеропорти зросте. Це пояснюється впливом багатьох чинників, зокрема, масово з'являться авіаційні вантажопотоки пов'язані з гуманітарною допомогою та відновленням логістичних ланцюгів, а підвищений пасажиропотік буде проявом того, що наша країна після війни стане цікавою для іноземних туристів. Також прогнозується суттєве зменшення обмежувальних бар'єрів. З вищесказаного можна підсумувати, що українські аеропорти в найближчому майбутньому швидкими темпами інтегруються в міжнародну транспортну систему.

Як слушно відзначено у «Керівництві з економіки аеропортів ICAO Doc 9562» [10, с. 50–51], функції того чи іншого аеропорту багато в чому залежать від його розміру; виду перевезень, які він обслуговує; сфер відповідальності; обраної бізнес-моделі. Зазначається, що існують невеликі аеропорти, які самостійно займаються управлінням повітряним рухом та метеорологічним забезпеченням, хоча в абсолютної більшості інших аеропортів такі послуги віддані на аутсорсинг. Більшість аеропортів меншою чи більшою мірою виконують функції безпеки та створюють умови для роботи митної, прикордонної й медико-санітарної служб. Невеликі аеропорти також більш самостійно надають авіакомпаніям послуги з наземного обслуговування, включаючи обслуговування в аеровокзалах та на пероні, тоді як у більших аеропортах такі послуги забезпечують авіакомпанії самостійно або за допомогою спеціалізованих хендлінгових компаній. Деякі моделі аеропортів передбачають розширення функціоналу за рахунок надання консультаційних послуг, проведення громадських робіт чи організації девелоперської роботи.

Типові функції аеропорту, які визначні також у «Керівництві з економіки аеропортів ICAO Doc 9562» [10, с. 50–51], включають:

а) експлуатацію об'єктів та технічних засобів аеропорту (пасажирського й вантажного аеровокзалів, ЗПС, рульових доріжок (РД), перонів і відповідних засобів та обладнання);

б) інженерно-будівельні споруди та ремонтно-технічні служби (утримання технічних засобів у належному стані та забезпечення наявності необхідної інфраструктури для задоволення потреб користувачів);

в) організацію маркетингової роботи та PR (формування продукту пропозицій послуг аеропорту для користувачів та кінцевих споживачів, проведення роз'яснювальної роботи та зв'язків із суспільством щодо роботи аеропорту);

г) забезпечення управління та фінансів (реалізація процесів поточної роботи аеропорту в рамках бюджету, ефективного ресурсного управління та оптимального операційного балансу);

ґ) наземне обслуговування (діяльність щодо підтримки обслуговування повітряних суден – ПС, оформлення пасажирів, у тому числі реєстрація пасажирів, посадка, перонне обслуговування ПС, чищення, бортове харчування, заправка паливом та деякі види технічного обслуговування);

д) забезпечення повітряного руху (управління повітряним рухом поблизу аеропорту й наземний рух повітряних суден та інших транспортних засобів);

е) послуги з проведення огляду (включають огляд з метою безпеки перед посадкою, митне обслуговування та перевірку продуктів харчування тваринного й рослинного походження).

Останні три функції так чи інакше у більшості випадків забезпечуються не самим аеропортом, а іншими учасниками. Наземне обслуговування зазвичай виконують незалежні підрядники або авіакомпанії й лише в окремих випадках – експлуатанти аеропортів. Операції із забезпечення повітряного руху та проведення огляду зазвичай виконують державні організації [10, с. 50-51].

До того ж зазначено, що якість обслуговування в аеропорту загалом включає ряд компонентів. У випадках, коли аеропорт залучає сторонніх постачальників обслуговування, відповідні повноважні органи держави мають визначити цільові показники та встановити їхні параметри, які повинні обов'язково виконуватися та контролюватися, в тому числі й службами самого аеропорту [10, с. 147].

Установлення показників ефективності в аеропорту згідно з оцінкою наведеною в «Керівництві з економіки аеропортів ICAO Doc 9562» [10, с. 151], дасть можливість:

- підвищити прозорість процесу управління ефективністю;
- сприятиме усвідомленню можливостей щодо підвищення ефективності функціонування;
- дасть можливість активізувати застосування найкращої практики, при цьому визначивши найбільш високоефективні та високоякісні види обслуговування та процеси;
- сприятиме підвищенню ефективності координації та планування роботи з державними інституціями, стейкхолдерами, клієнтами;
- забезпечить глобалізаційний вимірник охоплення, що дасть можливість диверсифікувати інформаційні можливості.

1.2. Дослідження процесів організації наземного обслуговування в аеропортах

Надання послуг аеропортом – дуже складний технологічний процес який супроводжується великими витратами. Тобто діяльність аеропорту передбачає виникнення витрат, і більшість із них завчасно запланована, що вказує на вміння ефективно ними управляти.

Відповідно до нормативно-правових документів [11–13], сертифікації підлягає діяльність із наземного забезпечення польотів, яка включає:

- наземне адміністрування в аеропорту (Ground administration at the

airport) – послуги екіпажам, а також представникам авіакомпаній та представництвам в офісному забезпеченні, організації зв'язку, проведенні взаєморозрахунків тощо, які безпосередньо пов'язані із взаємодією в аеропорту;

- забезпечення обслуговування пасажирів та багажу (Passenger and baggage handling) – діяльність, яка включає забезпечення реєстрації та оформлення пасажирів, багажу на рейс авіаперевізника та відповідне обслуговування в термінальних комплексах аеропорту;

- обслуговування на пероні та в місцях стоянок ПС (Ground handling on ramp and parking stands) – діяльність, яка включає забезпечення обслуговування ПС на пероні аеропорту та в місцях стоянок після прильоту та перед вильотом;

- забезпечення обслуговування вантажів та пошти (Cargo and mail handling) – діяльність, яка включає забезпечення прийняття на зберігання, складське обслуговування, комплектування вантажу та пошти, які відправляються або надійшли повітряним транспортом, транспортування та завантаження й розвантаження вантажу з ПС, перевірку та оформлення відповідної документації;

- авіапаливозабезпечення авіаційних перевезень і робіт (Air transportation provision by aviation fuel) – діяльність, яка включає відповідну роботу з приймання, зберігання, підготовки до видачі, видачу в паливозаправні засоби авіаційного палива та заправлення його у ПС.

При цьому забезпечення обслуговування вантажів та пошти включає: складське обслуговування вантажу та пошти; комплектування та розкомплектування вантажу й пошти; транспортування, завантаження й розвантаження вантажу та пошти з та до ПС [12].

Система автоматизованого управління технологічними процесами в аеропорту (САУТПА) призначена для автоматизації управління технологічними процесами в аеропорту з метою підвищення комерційного завантаження рейсів, піднесення рівня культури в обслуговуванні пасажирів та забезпечення якості контролю за роботою служб наземного обслуговування. До

завдань САУТПА як підсистеми входять: технологічне обслуговування повітряних суден, оперативне управління підготовкою до рейсу, управління комплектуванням пасажирського завантаження рейсів, управління інформаційним табло в аеропорту, розрахунок відомості з центрування.

Характерною ознакою вищеназваних підсистем є перевага інформаційно-довідкових функцій, а завдання у прийнятті рішень виокремлені несуттєво. Важливим компонентом автоматизованих систем є математичне забезпечення. В автоматизованих системах управління повітряним транспортом найбільш поширені статистичні та оптимізаційні моделі, які ґрунтуються на використанні апарату дослідження операцій на транспорті.

Оптимізації забезпечення технологічних процесів наземного обслуговування літаків авіаційною наземною технікою в аеропорту присвячена наукова праця Д. В. Мединського [14], в якій автор запропонував, зокрема, класифікації технологічних процесів технічного обслуговування літаків та комерційного обслуговування їх в аеропортах, що загалом становить дуже оригінальний наробок у цій проблематиці.

У системі аеропорту можуть бути виділені підсистеми, які спеціалізуються на виконанні однієї або декількох технологічних операцій. Для виконання такої технологічної операції кожна підсистема має бути оснащена матеріально-технічними ресурсами. До цих ресурсів належать: засоби механізації, автоматизації, виробниче обладнання, паливно-мастильні матеріали, рідини тощо. Комплекс ресурсів для обслуговування одного типу ПС, який є в розпорядженні підсистеми, може складатися з різних типів ресурсів з неоднаковими характеристиками. Можна розглядати аеропорт як складну стохастичну систему, яка здійснює технологічні процеси з НОПС та їх завантаження. При НОПС аеропорт стикається з повсякденною проблемою авіаперевезень – затримкою авіарейсу. Затримки авіарейсів мають певні причини: несприятливі метеоумови, технічні несправності ПС, непередбачувані обставини, через провину авіакомпанії або аеропорту. Кожен рейс виконується в час, який йому відведений за розкладом і наданому слоті для цього рейсу.

Слот – це час відправлення або прибуття для конкретного типу ПС у певну дату в розкладі аеропорту. Дослідженнями причин порушення виконання рейсів в аеропорту встановлено, що фактори, які формують заданий рівень регулярності виконання польотів в аеропорту, можна розподілити на чотири групи, за такими технічними, технологічними, ресурсними та організаційними ознаками (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Фактори, які формують заданий рівень регулярності виконання польотів в аеропорту

Джерело: сформовано автором.

Добовий план польотів (ДПП) – це весь перелік рейсів, що відправляються й прибувають в аеропорт за добу. При формуванні ДПП авіакомпанії намагаються зменшувати час перебування ПС на землі, для того щоб збільшити ефективність використання ПС. НОПС є однією з найбільш затратних послуг авіакомпаній, її вартість становить 15–17% загальної кількості витрат, вона впливає на рівень авіаційних тарифів і, відповідно, на складову ціну товару, що перевозиться авіаційним транспортом.

Очевидно, що ефективна організація НОПС стає спільною проблемою всіх учасників цього процесу в аеропорту, але передусім самого аеропорту й авіакомпаній. На рис. 1.4 представлено схему реалізації зменшення загальних витрат та збільшення конкурентоспроможності аеропорту й авіакомпаній за рахунок ефективної організації наземного обслуговування ПС.



Рис. 1.4. Схема реалізації мети аеропорту та авіакомпаній щодо зменшення загальних витрат та збільшення конкурентоспроможності за рахунок ефективної організації наземного обслуговування ПС

Джерело: сформовано автором

Аеропорти й авіакомпанії мають враховувати різні зовнішні фактори, які створюють труднощі в роботі аеропортів при НОПС. Але в більшості випадків фактичний час прильоту та вильоту ПС може відхилитися від ДПП, а отже, й час на НОПС несе елемент невизначеності та певним чином є випадковим. Вплив зовнішніх факторів під час наземного обслуговування ПС на наслідки, заходи та обмеження представлено на рис. 1.5.



Рис. 1.5. Вплив зовнішніх факторів на час наземного обслуговування ПС:

наслідки, заходи та обмеження

Джерело: сформовано автором

Основний вплив на регулярність польотів в аеропорту припадає на такі служби: організація пасажирських перевезень, організація поштово-вантажних перевезень, організація міжнародних перевезень, паливно-мастильних матеріалів, спецтранспорту. Звісно, якщо відбувається відхилення від ДПП з вини аеропорту, це несе за собою економічні збитки через витрати на обслуговування пасажирів, роботу авіаційної наземної техніки та персоналу тощо.

Під час перебоїв в аеропорту від диспетчера виробничо-диспетчерської служби аеропорту (ВДСА) вимагається вирішити складне завдання - швидко й раціонально розподілити матеріально-технічні ресурси й персонал для ліквідації відхилення від ДПП. Таким чином, метою диспетчерського рішення є мінімізація витрат аеропорту та вихід на планову роботу. Тому, слід звертати увагу на ефективність роботи НОПС, що оцінюється за оперативністю управління, яке вимірюється часом, витраченим на прийняття рішення з моменту виникнення відхилення до моменту ліквідації перебоїв, а також тривалістю виконання рішення та відповідними витратами.

Постійне відхилення від добового плану польотів спричинює затримки рейсів, які пов'язані з певними обставинами. Найбільш значимі з них:

- збільшення кількості обслуговуючих авіакомпаній;
- кількість рейсів на добу;
- збільшення пасажиро- та вантажопотоку;
- недосконалість технологій;
- нераціональне використання ресурсів.

Тому, щоб збільшити ефективність діяльності аеропорту, організація роботи в службах, задіяних у наземному обслуговуванні повітряних суден, має бути дуже чіткою й постійно керованою.

Оптимально розподілити матеріально-технічні ресурси в умовах невизначеності під час управління НОПС можна за рішенням головного диспетчера ВДСА. Рішення, яке приймає диспетчер, впливає на витрати, які може понести як аеропорт, так і авіакомпанія в цілому, тому оптимізація

ресурсів аеропорту в умовах невизначеності є актуальною для майбутніх досліджень. Ефективність роботи аеропорту напряму залежить від того, як оперативно відбувається НОПС. Тому аеропорт має підтримувати удосконалення технологій НОПС, оскільки це сприятиме виконанню регулярності польотів, забезпечить безпеку польотів і підвищить техніко-економічну ефективність технологічних процесів наземного обслуговування.

1.3. Передумови управління вантажопотоками в аеропорту в умовах невизначеності

Вантажопотік, що надходить до аеропорту, складається з ряду окремих партій вантажу, підготовлених до перевезення повітряним транспортом. Партія вантажу на авіаційному виді транспорту – це одне або декілька місць вантажу, що прямують від одного вантажовідправника до одного вантажоодержувача й оформлені однією авіаційною вантажною накладною.

Особливостей формування партійності вантажів на авіаційному транспорті існує чимало. Варто сказати, що партія вантажу на авіаційному виді транспорту складається з окремих вантажних одиниць, які сформовані, упаковані, а також маркіровані для здійснення перевезення повітряним транспортом.

Таким чином, вантажопотік, що надходить до аеропорту, на відміну від інших видів транспорту, детермінований. Також структура вантажопотоків на авіаційному виді транспорту, як правило, неоднорідна і має свої особливості в кожному конкретному практичному випадку, а отже, створення теоретичного й практичного узагальнення значно утруднюється й потребує значного пропрацювання.

Було здійснено спробу проаналізувати дослідження проблем діяльності аеропортів у наукових працях вітчизняних науковців. Результати цього аналізу систематизовано в табл. 1.2.

**Аналіз дослідження проблем діяльності аеропортів вітчизняними
науковцями
(сформовано автором)**

Загальна сфера дослідження	Детальна характеристика досліджуваної проблеми та внесок авторів у її вирішення	Автори
1	2	3
Визначення оптимального розподілу засобів механізації у підсистемі «вантажний склад – повітряне судно»	Автор запропонував і чисельно реалізував відповідну математичну модель завдання оптимального розподілу засобів механізації в аеропорту, а також створив комп'ютерну програму для оптимального розподілу засобів механізації в аеропорту. Суттєвий внесок автора в методологічне забезпечення прогнозування обсягів авіаційних вантажних перевезень та дослідження особливостей розміщення вантажів у складських приміщеннях аеропорту з метою збільшення ефективності роботи його технологічного обладнання	В. Ю. Гирич [15]
Факторний аналіз впливу маркетингового середовища на діяльність аеропортів	Запропонований підхід дав можливість визначати життєвий цикл аеропортів як динамічну системну трансформацію часового характеру з постійним факторним впливом	О. М. Горбачова [16]
Механізми управління логістичними витратами аеропорту	Автори особливо наголошують на тому, що зміна логістичних витрат передусім залежить від інтенсивності потокових процесів, які мають місце в аеропорті. Життєво необхідна для аеропортів синхронізація руху сировини, матеріалів та комплектуючих з їхніми постачальниками	М. В. Харченко, А. Т. Турсунов [17]
Дослідження факторного впливу на формування конкурентної стратегії аеропорту	Автор охарактеризував показники результативності та перешкоди на шляху реалізації конкурентної стратегії «аеропорт-хаб», а також відмінності між ключовими прототипами моделей аеропорту-хабу	К. В. Астахов [18]
Концептуальний підхід до формування конкурентоспроможності провідних міжнародних аеропортів	Автор запропонував концептуальний підхід до формування конкурентоспроможності провідних міжнародних аеропортів в умовах світоцивілізаційної траєкторії розвитку авіатранспортного ринку, що визначає її суттєвий внесок у вирішення важливої наукової проблеми – підвищення конкурентоспроможності аеропортів	К. В. Сидоренко [19]
Організаційно-економічне забезпечення управління якістю послуг аеропортів	Запропоновано теоретико-практичні положення щодо управління якістю послуг аеропортів, економічного обґрунтування та реалізації їхніх методичних основ удосконалення з використанням системно-процесного та витратного підходів	Т. О. Сімкова [20]

1	2	3
Організаційно-економічне забезпечення управління якістю послуг авіатранспортних підприємств	Автори обґрунтували організаційно-економічне забезпечення управління якістю послуг аеропортів і виокремили сукупність організаційних та економічних факторів та реалізацію схеми організаційно-економічної адаптації аеропортів, а також результати їхньої виробничо-комерційної діяльності	О. В. Ареф'єва, Т. О. Сімкова та Ю. Б. Лисиця [21]
Організаційно-економічне забезпечення управління якістю послуг аеропортів	Обґрунтовано та розроблено теоретико-методичні й практичні підходи організаційно-економічного забезпечення управління якістю послуг аеропортів із їх реалізацією за допомогою організаційно-управлінських функцій	Т. О. Сімкова [22]

Проблеми логістичного управління вантажопотоком мережевих авіаперевізників досліджував В. С. Войцеховський, зокрема в [23–24]. Аспекти цього процесу мають спиратися на інноваційні логістичні технології та логістичні рішення. Проблеми щодо наземного обслуговування повітряних суден, досліджені нами, розглядаються в [25], а аналіз впливу основних факторів на ресурси аеропорту в умовах невизначеності представлено в [26]. Науковець К. В. Марінцева [27], зокрема, запропонувала класифікацію аеропортів для формування концепції стратегічного розвитку та функціонування мережі аеропортів України. Управління вантажопотоками на різних видах транспорту, як відзначалося раніше, суттєво відрізняється. Мультимодальні транспортні системи, які поєднують декілька видів транспорту, стають надзвичайно актуальними. Проте існують особливості управління вантажопотоками за умов поєднання видів транспорту, наприклад, в умовах контейнеризації. Аналізу стану системи контейнерних вантажоперевезень та розробленню механізму інтегрованого логістичного управління контейнерними вантажопотоками присвячено дослідження Я. Р. Корнійко та О. О. Філоненко [28].

Наукове дослідження, запропоноване Є. В. Нагорним та ін. [29] також стосується управління контейнеризованими вантажопотоками транзитного типу

на основі запропонованої математичної моделі. Загалом слід зазначити, що саме контейнеризований вантажопотік створює можливості для уніфікації доставки й може розглядатися як відповідний ключовий елемент для уніфікації всього процесу логістичного управління.

Удосконаленню управління вантажопотоками в інтермодальному сполученні за допомогою ГЕРТ-мереж присвячено дослідження В. В. Петрушова та М. В. Осипова [30]. При цьому у ГЕРТ-системах автори застосовують ймовірнісні описи процесів. Проблемам управління вантажопотоками на залізниці присвячено статтю П. В. Беха та ін. [31]. Ці наукові дослідження представляють великий інтерес з точки зору врахування можливостей управління вантажопотоками одночасно на декількох видах транспорту, особливо на залізниці, що має надзвичайно багато характерних особливостей. У своєму дисертаційному дослідженні Ю. В. Пилипенко [32] запропонував модель мультимодальних вантажних перевезень маршрутами міжнародних транспортних коридорів та удосконалив метод знаходження оптимальних планів перевезення вантажів, що, зокрема, враховує незбалансованість обсягів перевезень вантажів різними видами транспорту. Логістичному управлінню вантажопотоками в транспортних системах міст присвячено фундаментальне наукове дослідження А. С. Галкіна [33]. Саме врахування логістичної складової при управлінні вантажопотоками останнім часом стає одним із ключових факторів успішності доставки.

Детермінанти повітряних вантажопотоків та аналіз ролі багатонаціональних угод представів К. Езінгманн [34]. Автор доходить висновку, що входження до зони євро та шенгенської угоди позитивно впливає на повітряні вантажопотоки, тоді як членство в ЄС саме по собі не має суттєвого впливу на авіаційні вантажні потоки, а отже наслідки глобалізації сприяли авіаційним вантажопотокам набагато менше, ніж загальні торговельні потоки. Також цілком слушно сказано про важливість правильного визначення структурної моделі гравітації як методологічного інструменту, що забезпечує контроль багатостороннього опору, ендогенність і врахування ефектів

глобалізації, а замість лінійної оцінки слід застосовувати оцінку на основі розподілу Пуассона.

Загальні аспекти управління повітряними вантажними перевезеннями та зв'язок їх із глобальним ланцюгом поставок представив Г. Бакстер [35]. На хибності твердження про другорядність вантажних авіаційних перевезень для авіаперевізників та аеропортів наголошується в дослідженні Т. Ван Аша та ін. [36]. У рамках дослідження [37] автори зробили спробу порівняти логістичні фірми міста, пов'язані з авіаперевезеннями та не пов'язані з ними. Аеропорт не визнано прямим фактором, який безпосередньо вплинув на позиціонування логістичних фірм, що пов'язані з авіаперевезеннями.

Роль аеропорту та його вплив на економічні результати ланцюга постачання повітряних вантажів дослідили Х.-М. Юань та ін. [38]. Довідкова модель операцій ланцюга поставок повітряних вантажів дала можливість дослідити інтегрований вплив операційних стратегій аеропорту на його продуктивність. Загалом у рамках дослідження було доведено, що на вантажопотік в аеропорту суттєво впливають його експлуатаційні чинники, продуктивність авіаційних перевезень, логістична сфера та економічне мезо- й мікросередовище. Інші особливості роботи аеропортів описано в [39–43], де, зокрема, охарактеризовано наземні операції аеропортів вантажних хабів; поведено структурування вантажних аеропортів; описано роль аеропортів як логістичних центрів у гуманітарних ланцюгах постачання; вивчено фактори, що впливають на вибір аеропорту під час пандемії COVID-19; вибрано економічну зону аеропорту шляхом багатоцільової оптимізації.

Дослідження оперативної ефективності аеропорту, як відзначається в [44], є одним із ключових завдань. Глобальна модель тяжіння вантажів аеропортів, запропонована в [45] відзначає високий рівень точності та можливість здійснювати прогнозування в межах одного аеропорту. Різні аспекти підвищення ефективності роботи аеропортів активно досліджували зарубіжні науковці. Результати проведеного аналізу відповідних досліджень представлено в табл. 1.3.

**Аналіз дослідження проблем діяльності аеропортів зарубіжними
науковцями
(сформовано автором)**

Характеристика досліджуваної проблеми та внесок авторів у її вирішення	Автори
1	2
Детальний аналіз найкращих вантажних аеропортів США та провідних 25 вантажних авіакомпаній у логістиці компаній електронної комерції	Л. Флорідо-Бенітес [46]
Дослідження факторів ефективності міжнародних аеропортів у загальносвітовому масштабі	А. Ч. Паканьєлла мол., П.С. Голлендер, Г.В. Маццанаті, В.В. Бортолотто [47]
Аналіз можливостей підвищення продуктивності наявної пропускної здатності в аеропортах щодо поточного стану та майбутнього	С. С. Чавушоглу, Р. Макаріо [48]
Дослідження глобальних аспектів щодо підтримки прийняття рішень з метою оцінювання продуктивності та ефективності аеропорту	М. Е. Бальтазар, Т. Роза, Дж. Сільва [49]
Реалізація інтегрованої методології щодо оцінювання ефективності аеропортів. Досвід Туреччини	Г. Кайя, У. Айдін, М. А. Карадаї, Ф. Юленгін, Б. Юленгін, А. Іккен [50]
Дослідження важливості просторових ефектів при оцінюванні ефективності аеропорту. Досвід Індії	С. Бансал, Дж. Сен [51]
Аналіз та оцінювання ефективності аеропорту з використанням зважених змінних і застосуванням методу послідовного нечіткого відношення переваг	В. Лу, С.Х. Парк, Т. Хуанг, Г.Т. Єо [52]
Дослідження впливу логістики та інтермодальності на загальну ефективність аеропорту	Х. Л. Фернандес, П. Кото-Міллан, Дж. Гундельфінгер [53]
Наземне обслуговування літаків як чинник ефективності аеропорту	С. Гюнер [54]
Вивчення функціональної ефективності терміналів аеропорту щодо загальної та стратифікованої якості їх обслуговування	А. Тампан, К. Сінха, Б.Р. Гурджар, Е. Раджасекар [55]
Реалізація підходу на основі даних для оцінювання ефективності аеропорту в умовах ендегенності. Досвід Нової Зеландії	Т. Нго, К. В. Х. Цуй [56]
Підвищення якості обслуговування аеропорту. Досвід Тайваню	К.С. Чао, Х.К. Лін, К.Й. Чен [57]
Аналіз впливу аеропортів на економічне зростання в мегаполісах. Досвід США	Н. Шеард [58]
Оцінювання просторового впливу аеропортів на економічний розвиток. Досвід Китаю	Х. Чень, С. Сюань, Р.Цю [59]
Управління аеропортами в умовах сталого місцевого економічного розвитку	Х. Лі, Ю. Чой, Ф. Янг, Дж. Деббарма [60]
Модель щодо проведення аналізу для кількісного визначення потенційних факторів зростання логістики повітряних вантажів в аеропортах	Е. Ларроде, В. Муерза, В. Вільяграса [61]

1	2
Узагальнений показник підключення на основі вартості подорожі. Досвід Скандинавії	Ф. Мюллер, А. Араважі [62]
Установлено чотири характеристики, що визначають конкурентоспроможність аеропорту. Європейський досвід	Т. Ван Аш, В. Девульф, Ф. Купфер, Х. Меерсман, Е. Онгена, Е.Ван Де Воорде [63]
Вирішення проблеми відновлення розкладу повітряних вантажів через використання змішаної задачі цілочисельного лінійного програмування	Ф. Дельгадо, К. Сірхан, М. Качер, Х. Ларрейн [64]

Слід зазначити, що незважаючи на вирішення цілої низки важливих наукових завдань, зокрема, залишається невирішеною задача управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажопотоків аеропорту в умовах невизначеності. Також потрібно з'ясувати особливості факторного впливу на розвиток аеропорту при організації обслуговування вантажопотоків. Слід додатково вивчити аспекти, які стосуються реалізації логістичних технологій та рішень, а також принципи організації масового обслуговування.

Наявність впливу різних обмежень та інші фактори створюють подальшу невизначеність щодо діяльності українських авіакомпаній та аеропортів. При цьому невизначеність стосується не тільки термінів повернення до докризових показників, а й майбутнього образу транспортної сфери в посткоронавірусному та поствоєнному світі загалом. Тому перед управлінцями транспортної галузі та директорами аеропортів постає головне завдання – розподіляти ресурси аеропорту в умовах невизначеності та залучати пасажирські й вантажні потоки при цьому. Описуючи та характеризуючи технологічний процес обслуговування вантажних потоків в аеропорту спочатку можемо говорити про те, що різні логістичні оператори завозять певну кількість різноманітних партій вантажів, призначених для відправлення тими чи іншими рейсами. Можна стверджувати, що кожна партія вантажу може бути окремою або консолідованою. Далі вантажопотік розподіляється для оброблення й зберігання на різних складах аеропорту та проходить певні технологічні операції й види контролю.

Вантажне завантаження рейсу формується з різних партій вантажів, доставлених та прийнятих на склади вантажного терміналу аеропорту. При формуванні вантажного завантаження рейсу можна укрупнювати вантажні одиниці формуванням авіаційних засобів пакетування. Таким чином утворюється вантажопотік для обслуговування конкретного рейсу.

Формування схеми завантаження ПС здійснюється за допомогою автоматизованих систем розрахунку центрування ПС. Тобто вантажопотік конкретного рейсу впорядковується та деталізується до конкретної схеми завантаження вантажних відсіків або вантажної кабіни ПС. Таким чином, вантажопотік конкретного рейсу є кінцевою точкою обслуговування вантажів в аеропорту. Окремим завданням є визначення оптимальної кількості засобів механізації для внутрішньоаеродромного транспортування та завантаження вантажів у ПС.

Умови невизначеності в аеропорту – це неповнота або недостовірність інформації про умови реалізації рішення, наявність фактору випадковості або протидії. Отже, прийняття рішення в умовах невизначеності означає вибір варіанта рішення, коли одна або кілька дій мають своїм наслідком безліч результатів, але їхні ймовірності абсолютно невідомі або не мають сенсу [65].

Але під час всесвітнього карантину більшість аеропортів світу, й українські в тому числі, зіткнулися з проблемою простою трудових ресурсів та витратами на них, які не перекривалися доходами. На діяльність аеропорту постійно впливають об'єктивні та суб'єктивні фактори. На основі систематизації досліджень, наведених у [17], графічно показано фактори постійного впливу на діяльність аеропорту представлені на рис. 1.6.

Вплив об'єктивних факторів, відповідно до положень, представлених у [17], може призвести до суттєвого обмеження можливостей аеропорту з організації обслуговування вантажопотоків. Існують численні приклади створення перебоїв у роботі вітчизняних аеропортів, що призвели до критичного накопичення вантажів, які неможливо обслуговувати в аеропорту. Це, у свою чергу, призвело до затримок рейсів, порушення умов зберігання

вантажу, псування та втрати вантажу та, як наслідок, виникнення претензій до аеропорту. Виникнення умов невизначеності в аеропорту в процесах оброблення вантажопотоків може суттєво вплинути на роботу аеропорту в цілому, тому для цього потрібно розробити певні організаційно-технологічні управлінські рішення.



Рис. 1.6. Фактори, що постійно впливають на діяльність аеропорту

Джерело: узагальнено автором на основі [13]

У процесі оброблення вантажу в аеропорту вантажопотік проходить певні трансформації. На сьогоднішній день можна говорити про такі стандартні види оброблення вантажу в аеропортах (рис. 1.7): транспортне, термінальне, внутрішньоаеродромне та внутрішньолітакове.

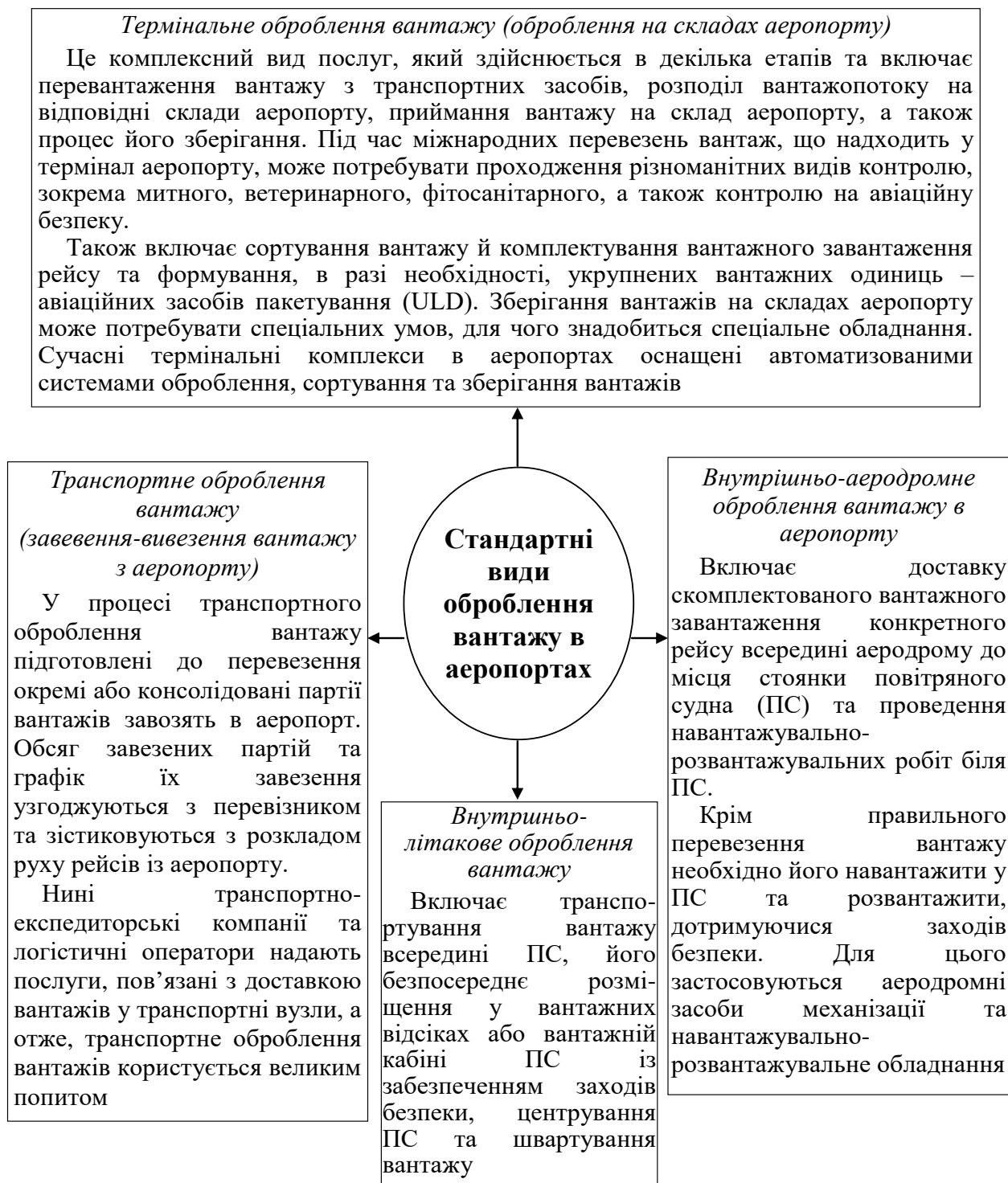


Рис. 1.7. Стандартні види оброблення вантажу в аеропортах

Джерело: сформовано автором

Спеціалізовані організації, які займаються наземним обслуговуванням, називаються хендлінговими компаніями. Вони надають свої послуги зі зберігання та оброблення вантажів в аеропорту. При проведенні кожного з видів оброблення вантажів у структурі вантажопотоку виникають кількісні та якісні зміни. Вантажопотік авіаційних вантажів не неперервний як, наприклад, у масових вантажів, його розподіл залежить від партійності вантажу та специфічних властивостей, оскільки їхня наявність потребує виділення такого вантажу в окрему партію та їх відокремлене оброблення, перевантаження, контроль та зберігання. А отже, виникає необхідність у розробленні теоретичних і практичних засобів та інструментів щодо управління вантажопотоками у аеропортах із урахуванням нових реалій. Для управління вантажопотоком слід застосовувати моделювання.

1.4. Теоретико-методичні засади забезпечення зберігання та обслуговування спеціальних категорій вантажів в аеропорту

Під поняттям «спеціальний вантаж» розуміють вантаж, який має специфічні властивості й потребує спеціальних умов перевезення, перевантаження та зберігання [66]. На повітряному транспорті використовують ряд понять, які охарактеризовані в нормативно-правових документах. Під визначеними категоріями вантажів за Авіаційними правилами України [67] розуміють вантажі, перевезення та обслуговування яких, з огляду на їхні особливості, має здійснюватися за певними спеціальними умовами.

Спеціальні умови перевезення – це умови перевезення вантажів, які виникають унаслідок їхньої винятковості або невідповідності положенням Авіаційних правил України чи аналогічних правил іншої країни, або якщо правилами іншої країни встановлено нижчий рівень щодо умов перевезень, ніж той, що встановлений Авіаційними правилами України, або якщо інша країна вимагає виключного дотримання її правил і при цьому виникає реальна загроза невиконання договору перевезення [67].

Специфічні властивості такого вантажу значно впливають на весь ланцюг його доставки. При перевезенні спеціальних вантажів необхідно жорстко дотримуватися вимог міжнародного та національного законодавства, правил перевезень їх певним видом транспорту, забезпечення транспортабельного стану вантажу протягом усього терміну доставки, точної та правильної класифікації та ідентифікації вантажу, правильного вибору маршруту перевезень, транспортного засобу, який забезпечує цілість вантажу, використання спеціальної тари, упакування, маркування, а також дотримання правил сумісності вантажів.

Технологічні процеси приймання, навантаження, розвантаження, видачі та зберігання таких вантажів мають гарантувати безпеку перевезення та цілість вантажів. Оплата перевезень спеціальних вантажів здійснюється, як правило, з використанням класових або спеціальних тарифів [66].

У старих авіаційних правилах, які діяли до 2022 року, дано таке визначення: «...Визначені категорії вантажів на повітряному транспорті включають: швидкопсувні, вологі, коштовні, важкі, великогабаритні, довгомірні, небезпечні вантажі; живих тварин; автомобільні та транспортні засоби; вантажі, що мають сильний та/або неприємний запах; товари військового призначення та подвійного використання; твори мистецтва та музейні експонати; несупроводжуваний багаж; людські останки; невеликі пакети...» [68].

Складність оброблення та зберігання спеціальних вантажів в аеропорту полягає у виникненні ризиків, пов'язаних із проявленням специфічних властивостей вантажу на всіх етапах виконання технологічних операцій. Тобто ризики закладені в природі самого вантажу, який на будь-якому етапі оброблення може втратити транспортабельний стан. Методи запобігання виникненню ризиків при обслуговуванні та зберіганні спеціальних вантажів в аеропорту мають носити системний характер.

За основі розробками І. В. Василенка [69, с. 72–75], системний підхід щодо запобігання ризиків при обробленні спеціального вантажу в аеропорту має вигляд, показаний на рис. 1.8.



Рис. 1.8. Системний підхід до запобігання ризикам при обробленні спеціального вантажу в аеропорту

Джерело: сформовано автором за [69, с. 72–75]

Спеціальні категорії вантажу потребують вкрай різноманітних умов зберігання на складах в аеропорту. Ці вантажопотоки за властивостями їхніх вантажів та організації їх зберігання слід тримати на окремих складах аеропорту. Різні види та категорії спецвантажів можуть бути несумісні між собою, причому несумісність може проявлятися навіть у межах одного виду вантажів. При цьому слід застосовувати принципи системи масового обслуговування.

Прикладом можуть бути небезпечні вантажі, різні категорії яких несумісні між собою, живі тварини, які є природними ворогами, швидкопсувні вантажі, які мають різні температурні умови зберігання, тощо. Це, звісно, різко збільшує

витрати на оброблення цих видів вантажів в аеропорту й висуває особливі вимоги до вантажних складів аеропорту та їх обладнання.

Досвід обслуговування спеціальних категорій вантажів активно вивчали науковці. Було запропоновано оригінальні інструменти щодо вирішення великої кількості актуальних наукових проблем. У табл. 1.4 подано аналіз наукових досліджень щодо обслуговування спеціальних категорій вантажів під час організації їхньої доставки.

Таблиця 1.4

Аналіз наукових досліджень щодо обслуговування спеціальних категорій вантажів під час організації їхньої доставки

(сформовано автором)

Загальна сфера дослідження	Детальна характеристика досліджуваної проблеми та внесок авторів у її вирішення	Автори
1	2	3
Спеціальний екстрактор зв'язку вантажу (SCRE)	Запропоновано підхід до навчання репрезентації зв'язків при доставленні спецвантажів із використанням багатозадачної моделі на основі ієрархічної уваги.	В. Решадат, А. Акчай, К. Зервану, Ю. Чжан, Е де Йонг [70]
Логістика холодового ланцюга харчових продуктів	Використання холодних матеріалів зі зміною фази зберігання з холодоізоляцією для забезпечення логістики холодового ланцюга харчових продуктів	Ю. Чжан, Ю. Сюй, Р. Лу, С. Чжан, А. М. Хай, Б. Тан [71]
Логістика холодового ланцюга сільгосппродукції	Інноваційне використання матеріалів із можливістю зміни фази в логістиці холодового ланцюга для зберігання сільськогосподарської продукції	Л. Чжао, К. Юй, М. Лі, Ю. Ван, Г. Лі, С. Сун, Ж. Фань, Ю. Лю [72]
Логістика холодового ланцюга e-commerce.	Розроблення та використання матеріалів щодо зміни фази в логістиці холодового ланцюга e-commerce.	Б. Мен, Х. Чжан, В. Хуа, Л. Лю, К. Ма [73]
Логістика холодового ланцюга	Підготовка та аналіз стабільності фазових змінних матеріалів на основі гліцину, із модифікацією сорбатом калію, для логістики холодового ланцюга	Я. Лю, М. Лі, Я. Жан, Я. Ван, Ю. Ю, З. Гу, Р. Тан [74]
Логістика холодового ланцюга	Реалізована інтелектуальна зелена система планування для стійкої логістики холодового ланцюга	Ю.Ші, Ю.Лін, М. К. Лім, М.-Л. Ценг, Ч.Тан, Я.Лі [75]
Логістика холодового ланцюга	Багатоцільова модель логістики холодового ланцюга з урахуванням задоволеності клієнтів	Д. Лі, К. Лі [76]
Доставка швидкопсувних вантажів	Двоцільова багатоперіодна маршрутизація транспортного засобу для доставки швидкопсувних вантажів із забезпеченням задоволеності клієнтів	Х. Лян, Н. Ван, М. Чжан, Б. Цзян [77]

1	2	3
Доставка швидкопсувних вантажів	Контролювання запасів швидкопсувних товарів із використанням глибокого навчання для стійкого зовнішнього середовища	М. Селукар, П. Джайн, Т. Кумар [78]
Інвентаризація швидкопсувних товарів	Гібридна модель щодо проведення інвентаризації швидкопсувних товарів, яка залежить від ціни та запасів, із знижками, за технологією збереження	С. Рахман, А.-А. Хан, М. А. Халім, Т. А. Нофаль, А. А. Шайх, Є. Є. Махмуд [79]
Реалізація швидкопсувних товарів	Визначення оптимального рівня реалізації швидкопсувних товарів у двошелонній мережі поставок	С. А. Х. С. Амірі, А. Захеді, М. Каземі, Ж. Сорур, М. Хаджіагхаей-Кештелі [80]
Автоперевезення небезпечних вантажів	Методика вибору оптимального маршруту при автомобільних перевезеннях небезпечних вантажів	С. Бенчковська [81]
Наземна доставка небезпечних вантажів	Аналіз зацікавлених сторін учасників і мереж для наземного транспортування небезпечних вантажів	Ж. Флоден, Ж. Воксеній [82]
Перевезення інфекційних речовин	Особливості перевезення інфекційних речовин категорії А як вантажів із високим ступенем безпеки	Дж. Х. Санчес Табоас, К. Камесель, М. Матео, Л. Альварес, С. Гувейя [83]

В результаті проведено аналізу наукових досліджень щодо обслуговування спеціальних категорій вантажів під час організації їхньої доставки не було виявлено відповідних механізмів, інструментів та засобів для аеропортів. Недостатньо вивчені перспективні логістичні технології та рішення, забезпечення роботи мультимодальних транспортних систем та ін.

У процесі перевезення вантажу авіатранспортом виникають певні види ризиків, прояв яких може призвести до негативних наслідків, а інколи – до припинення перевезення взагалі. Оскільки авіаперевезення є цілісною взаємопов'язаною системою, на виникнення ризиків при їх перевезенні впливають можливості забезпечення збоку перевізників та особливості обслуговування вантажів в аеропортах. Виникнення різких коливань попиту на перевезення може створити ситуацію браку перевізних ємностей авіаперевізників та пропускнуєї спроможності аеропорту з обслуговування вантажів певних категорій.

Проблеми виникнення ризиків на транспорті активно досліджували вітчизняні та зарубіжні науковці. Серед вітчизняних авторів цими проблемами займалися С. І. Андрусенко, С. М. Боняр, Н. В. Тарельник, Т.М. Бердичевська, О. С. Бугайчук, В.Б. Будниченко, А.С. Дорош, Є.Б. Демченко, Ю. Коноваленко, Р.В. Маркуль, В. С. Подпіснєв, М. М. Тарашевський та ін. Серед зарубіжних авторів найбільш цікаві праці К. Ліанг та ін., І. Церемоглу та ін., Б. Вандескога, В. Хуана та ін., Х. Чжао, Н. Чжана, М. Верма.

Схему наукових досліджень проблеми виникнення ризиків на транспорті вітчизняними та зарубіжними науковцями подано на рис. 1.9.

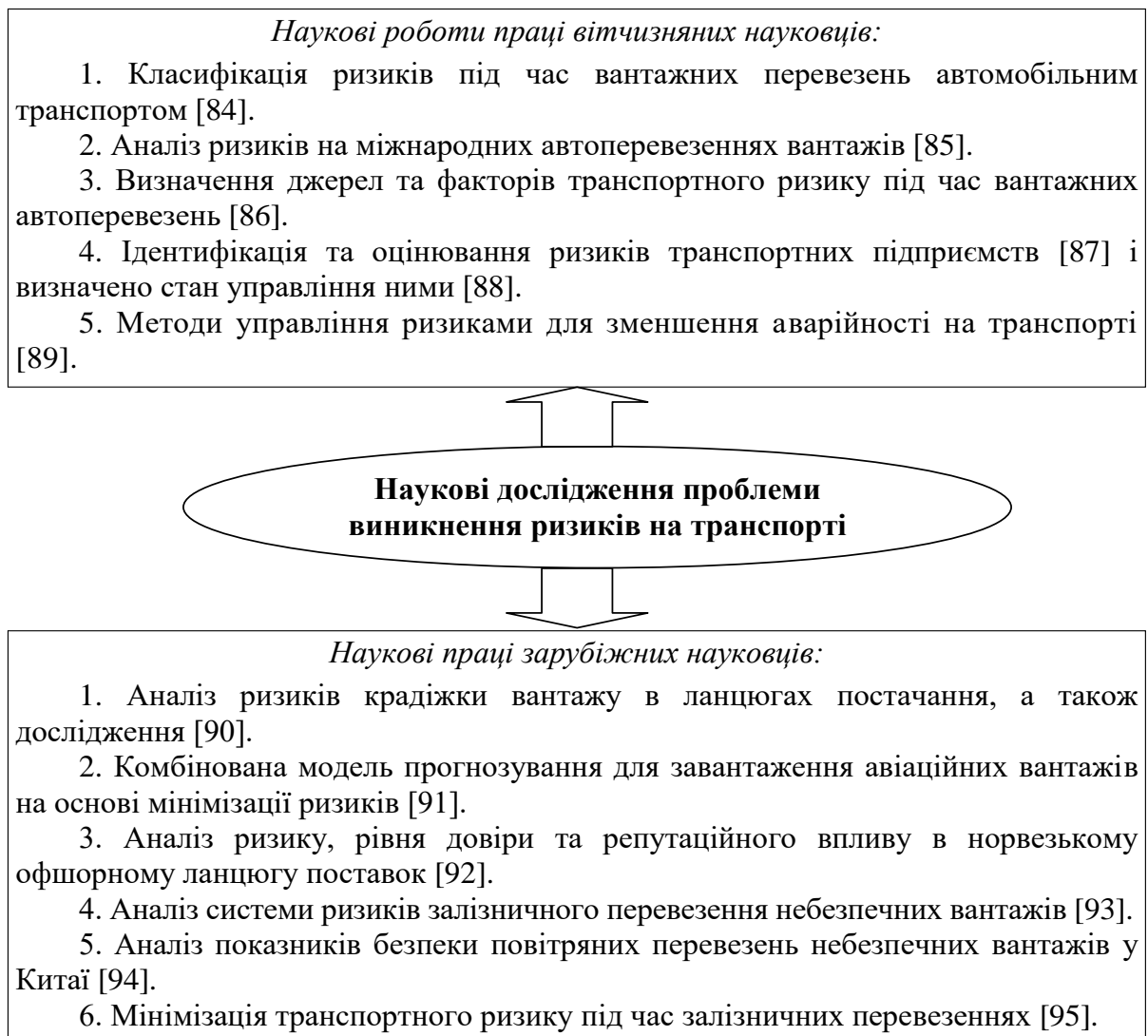


Рис. 1.9. Схема наукових досліджень проблеми виникнення ризиків на транспорті вітчизняними та зарубіжними науковцями

Джерело: сформовано автором

Критичний аналіз попередніх досліджень дає підстави стверджувати, що відсутні дослідження щодо комплексного врахування виникнення ризиків під час вантажних авіап перевезень в умовах невизначеності.

У рамках наукового дослідження А. Дж. Аденіґбо та ін. [96] було, серед іншого, систематизовано авіаційні вантажопотоки за обсягом, походженням, пунктом призначення, а також макроекономічними детермінантами, що є цікавим і може бути використано у подальших дослідженнях. Моделювання попиту на повітряні вантажі перевезення, представлене у праці М.А. Лоайза та ін. [97], суттєво збагатило теоретичний базис проблеми.

Дослідники Е. Суряні та ін. [98] запропонували динамічну імітаційну модель прогнозу попиту на повітряні вантажі та планування пропускну здатності терміналу, що стало одним із перших подібних досліджень. Представлена С.К.М. Лі та ін. у [99] реалізація інтеграційної моделі проектування мережі авіаційних вантажних перевезень та вибору маршруту польоту переконує, що правильні налаштування вузла й вибору маршруту перевантаження в мережі повітряних вантажних перевезень уттєво знижують вартість транспортування.

Наукова праця Дж. Г. М. Ангіти та О. Д. Оларіаґи щодо прогнозування попиту на вантажні повітряні перевезення за допомогою ConvLSTM2D, підходу до архітектури штучної нейронної мережі доводить, що знайдено інструмент для підвищення точності відповідних прогнозів [100].

Загалом не виявлено дієвих інструментів щодо моделювання управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажопотоків аеропорту в умовах невизначеності, необхідних у практичній діяльності.

Також слід зазначити, що для забезпечення безперебійності роботи в аеропорту, виконання добового плану польотів та підвищення рівня регулярності польотів потрібно виокремити зміст і структуру діяльності оператора, умови та організацію, які класифікують психологічний зміст професійної діяльності в структурі контуру управління при прийнятті рішень [103].

Існує проблема оптимізації управління виробництвом у разі накопичення затримки ПС [104], різні аспекти якої визначають аеропорт як систему керування [105]. Післявоєнна відбудова аеропортів України – це можливість для нового розвитку повітряного транспорту та підвищення значення України як транспортного вузла у світі [106].

Враховуючи критичний аналіз публікацій, ми сформулювали *таку робочу гіпотезу: ефективність управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в умовах невизначеності формується відповідною системою, яка включає моделі, методи та принципи управління, підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, а також має враховувати закономірності формування вантажопотоків та специфіку виникнення ризиків при зміні вантажопотоків в аеропортах в умовах невизначеності.*

Аналіз усіх наведених наукових публікацій доводить необхідність більш ретельно вивчити управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропортах в умовах невизначеності.

1.5. Висновки за розділом 1

1. У результаті дослідження закономірностей раціональної організації транспортного обслуговування та транспортних процесів в аеропорту були виявлені особливості діяльності аеропорту, з точки зору оперативної роботи, охарактеризована роль аеропортів при створенні інтегрованого транспортного комплексу відповідно до «Національної транспортної стратегії України до 2030 року», визначені шляхи зменшення впливу техніко-технологічного фактору на пропускну здатність аеропорту.

2. Аналіз наслідків та ризиків, які виникають при використанні найбільш поширеної стратегії розвитку аеропортів довів, що майбутнє за тими аеропортами (у стабільних політичних умовах розвитку країни), які ефективно управляють наявними ресурсами задля продажу та надання своїх послуг за

умови збільшення пропускної здатності.

3. В результаті дослідження процесів організації наземного обслуговування в аеропортах визначені особливості роботи системи автоматизованого управління технологічними процесами, сформульовані фактори, які формують заданий рівень регулярності виконання польотів у аеропорту, а також розроблена схема реалізації мети аеропорту та авіакомпаній щодо зменшення загальних витрат та збільшення конкурентоспроможності за рахунок ефективної організації наземного обслуговування ПС.

4. Визначаючи передумови управління вантажопотоками в аеропорту в умовах невизначеності було виявлено, що в аеропорту вантажопотік проходить певні трансформації в результаті чого нами визначено фактори, що постійно впливають на діяльність аеропорту та дана їм детальна характеристика. Було доведено, що невизначеність стосується не лише термінів повернення до докризових показників, а й майбутнього образу транспортної сфери в посткоронавірусному та поствоєнному світі загалом. Що ставить перед управлінцями транспортної галузі та директорами аеропортів питання розподілення ресурсів в умовах невизначеності та залучення пасажирських та вантажних потоків при цьому.

5. Охарактеризовано особливості роботи спеціалізованих організацій, які займаються наземним обслуговуванням у аеропортах – хендлерів. Відзначено, що при проведенні тих чи інших видів обробки вантажів у структурі вантажопотоку виникають кількісні та якісні зміни. Визначена необхідність у розробці теоретичних та практичних засобів та інструментів щодо управління вантажопотоками у аеропортах із урахуванням нових реалій.

6. Дослідження теоретико-методичних засад забезпечення зберігання та обслуговування спеціальних категорій вантажів в аеропорту визначила потребу у систематизації підходу до запобігання ризиків при обробці найбільш складних категорій вантажів в аеропорту – спеціальних.

Основні результати дослідження по цьому розділу опубліковано в працях [25; 26; 101–106].

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ В АЕРОПОРТУ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

2.1. Аналіз світового та вітчизняного досвіду управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропортах

Починаючи аналізувати світовий та вітчизняний досвід щодо управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропортах, необхідно передусім дослідити їхню структуру, особливості комерційної роботи, взаємодії з авіакомпаніями, хендлерами, логістичними операторами та ін.

Згідно зі статистикою Міжнародної ради аеропортів [107] та відповідним аналізом цих даних провідних профільних видань [108; 109; 110; 111], яка представлена у табл. 2.1, міжнародний аеропорт Гонконгу (HKG) у 2022 році був найбільшим щодо вантажних перевезень. Використання цього аеропорту значно ускладнилося в часи активного поширення COVID-19 та пов'язаних із цим обмежувальних заходів. Як відзначається у [108], особливо постраждала комбінована авіакомпанія Cathay Pacific, для якої Гонконг є базовим логістичним центром щодо вантажних авіап перевезень.

Тенденції щодо падіння обсягів обслугованих вантажів фіксувалися практично в усіх провідних вантажних аеропортах світу, хоча вони мали різну глибину. Мінімальне падіння фіксувалося в аеропортах Майамі, Анкориджу, а в аеропорту Луїсвілл навіть було зафіксовано зростання обсягів обслугованих вантажів у 2022 календарному році порівняно з 2021 роком. Проте на міжнародних рейсах зростання від'ємних показників було зафіксовано в усіх без винятку провідних аеропортах світу в 2022 році порівняно з попереднім. Найбільше падіння мало місце в Гонконзі (-16,4%) та Шанхаї (-21,7%), усі інші аеропорти мали однозначне (до 10%) падіння.

Таблиця 2.1

Найбільші вантажні аеропорти світу [107]

Місце, роки			Аеропорт	Обсяги, тонн, рік	% змін до 2021 року	% змін до 2019 року
2022	2021	2019		2022		
1	1	1	Гонконг	4199196	-16,4	-12,7
2	2	2	Мемфіс (США)	4042679	-9,8	-6,5
3	4	6	Анкорідж (США)	3461603	-4,3	26,1
4	3	3	Шанхай (Китай)	3117216	-21,7	-14,2
5	6	4	Луїсвіль (США)	3067234	0,5	9,9
6	5	5	Інчхон (Південна Корея)	2945855	-11,5	6,6
7	7	9	Тайбей (Тайвань)	2538768	-9,7	16,3
8	12	12	Маямі (США)	2499837	-0,8	19,5
9	8	13	Лос-Анджелес (США)	2489854	-7,6	19,0
10	9	10	Токіо (Японія)	2399298	-9,3	14,0

Як зазначається в [112], згідно з даними Міжнародної ради аеропортів (АСІ), вантажопотік в європейських аеропортах у 2022 році скоротився на 5%, що мало місце після вражаючого зростання на 21,8% у 2021 році (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Найбільші вантажні аеропорти Європи [112]

Аеропорт	2022 рік, тонн	2021 рік, тонн	2022/2021, %
Франкфурт	2009433	2317882	-13,3
Париж	2008712	2143467	-6,3
Включно Шарль де Голль	1925571	2062433	-6,6
Лейпциг	1510000	1591618	-,1
Амстердам	1445527	1680854	-14,0
Лондон Хітроу	1398308	1453722	-3,8
Льсж	1140060	1412498	-19,3
Кельн	971000	986000	-1,5
Люксембург	969962	1088442	-10,9
Мілан Мальпенза	721000	741881	-2,8
Брюссель	621482	668110	-7,0
Мадрид	566373	523396	+8,2
Східний Мідленд	Немає даних	453837	Немає даних
Цюрих	422153	393062	+7,4
Мюнхен	266779	173307	+53,9
Копенгаген	189613	181205	+4,6

Знову ж таки можемо говорити про нерівномірність падіння показників у різних аеропортах Європи. Найбільше падіння (-19,3%) зафіксовано в аеропорту Льсжу, який є великим європейським логістичним хабом. Двозначні

падіння (понад 10%) зафіксовано в аеропортах Амстердама (-14,0%) та Франкфурта (-13,3%), що пояснюється значним відсотком обслуговуваних вантажів у цих аеропортах, які надходять у вантажних відсіках пасажирських літаків. А оскільки пасажирські рейси майже припинилися, мала місце нестача провізних ємностей та переорієнтація вантажопотоків на інші аеропорти та інші види транспорту.

Частину 2022 року та весь 2023 рік дохідні ставки на обслуговування вантажів падають. Це пояснюється тим, що під час активізації обмежувальних заходів, пов'язаних із COVID-19, відчувалася значна нестача перевізних ємностей, особливо на ринках де суттєво зросли вантажні потоки, наприклад, в Європу та США. Слід сказати про недостатній рівень використання інструментів моделювання при цьому, а також інновацій, у тому числі і в логістичних рішеннях та технологіях. На рис. 2.1 представлено порівняння основних показників вантажних перевезень у квітні 2022-2023 років. Бачимо величезне падіння спотових вантажних тарифів у квітні 2023 року - на 41% порівняно з тим самим місяцем 2022 року [113].

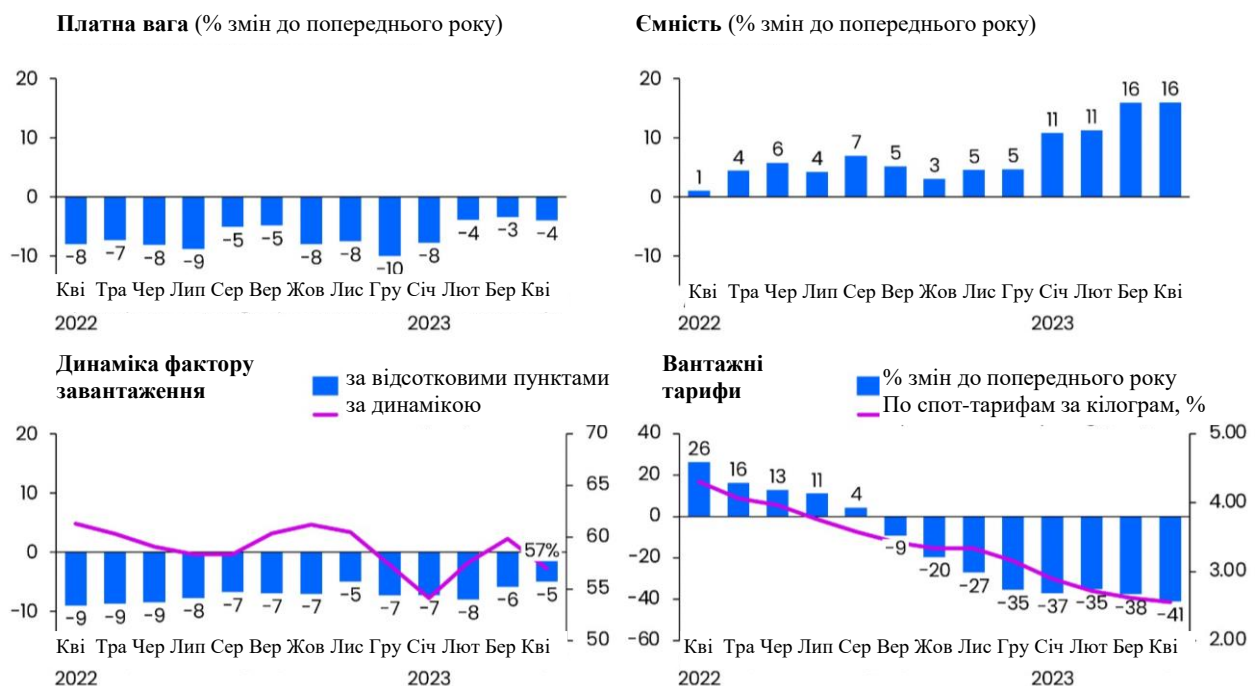


Рис. 2.1. Порівняння основних показників вантажних перевезень у квітні 2022-2023 років.

Джерело: [113]

Зміну показників прибутковості вантажних авіап перевезень за 2008-2022 роки показано на рис. 2.2 [114].

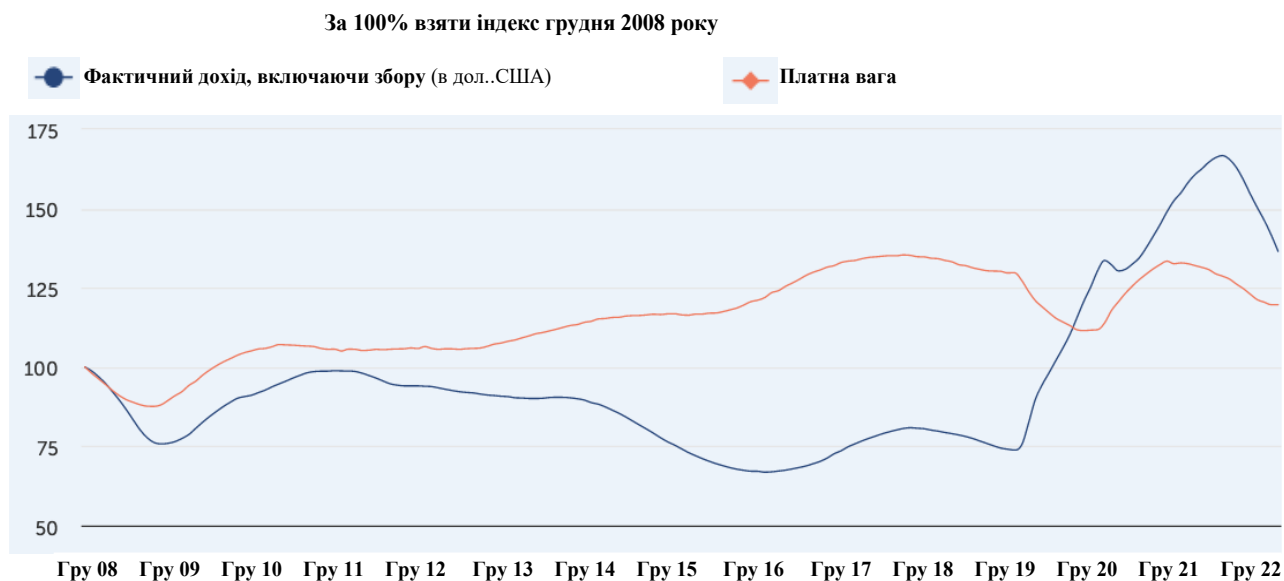


Рис. 2.2. Зміна показників прибутковості вантажних авіап перевезень за 2008-2022 роки.

Джерело: [114]

Систематизувавши звітність ІАТА щодо вантажних авіап перевезень [115–132], можемо говорити про те, що за провідними індикаторами попиту на вантажні повітряні перевезення, включаючи світову торгівлю товарами, індекси ділової активності у виробництві та співвідношення запасів до продажів, ринок повністю відновився від турбулентності та потрясінь, пов’язаних із COVID-19.

Опрацювавши звітність ІКАО [133–146] та сформовані за цими даними звіти Світового банку [147–148], бачимо, що попит на авіап перевезення вантажів продовжував знижуватися через високі відсоткові ставки, зростання інфляції, скорочення споживчих витрат в Інтернеті, а також слабший попит на міжнародний експорт. Прогнози Boeing [149–151] наголошують на загальній тенденції до розширення авіаційних вантажних ринків у найближчі 10–20 років. Критичний аналіз надзвичайного різноманіття статистичної інформації, що стосується транспорту й торгівлі, яку пропонує Євростат [152–163], також дає підстави стверджувати, що авіаційний вантажний ринок ЄС у 2022 році відновився майже повністю.

Слід відзначити з позитивного боку звіти OAG та Statista щодо авіаційних вантажних перевезень [164; 165]. Вони також підтверджують описані вище тенденції. Єдиним їхнім суттєвим недоліком є закритість більшості матеріалів. Становлять інтерес звіти компанії CAPA, які стосуються аналізу роботи конкретних аеропортів та інших проблем авіаційної сфери зокрема [166–169].

Загалом важливість авіаційних вантажних перевезень буде зберігатися в постковідний період, в тому числі й через необхідність подальшого диверсифікування потоків доходів як захисного механізму від ринкової турбулентності для перевізників, а отже, зростатимуть і вантажопотоки, які обслуговують аеропорти [170].

Бюро транспортної статистики, яке є частиною Департаменту транспорту США, аналізує чимало цікавої статистичної інформації щодо авіаційних вантажних перевезень. На особливу увагу заслуговують: зведені комплексні дані щодо авіавантажу [171]; дані щодо дохідності авіакомпаній США від вантажних перевезень (фрахт + пошта + чартер) [172]; дані щодо загального обсягу внутрішніх та міжнародних вантажних перевезень авіакомпаній США та інших країн за класами обслуговування, перевізниками, аеропортами відправлення та призначення, містами відправлення та призначення, штатами, а також групами відстаней [173]. Завдяки таким якісним масивам інформації науковці проводять обґрунтовані дослідження, спираючись на реальні дані, та роблять реальні прогнози.

Цікавою є думка, представлена в [174], де виділено шість способів підвищення ефективності вантажних авіаперевезень. Ми систематизували це дослідження, що видно на рис. 2.3.

Зі створення аеропортів дружніх до вантажів із використанням вантажоцентричного підходу значно прискорюється завантаження та розвантаження з вантажних суден, поліпшуються інші аспекти вантажної логістики в аеропорту. Важливість процесу цифровізації підкреслює Міжнародна асоціація повітряних вантажних перевезень (ТІАСА).

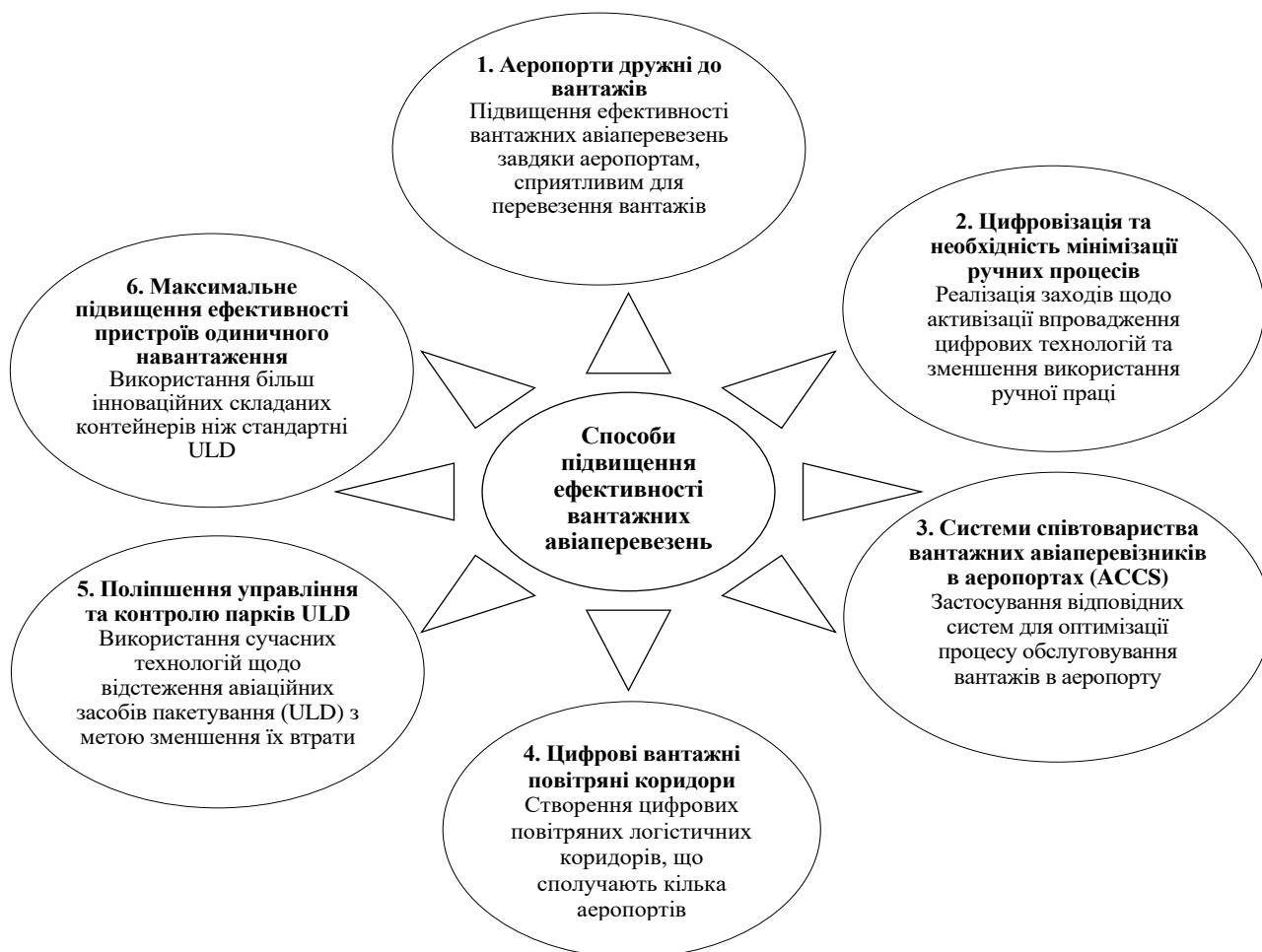


Рис. 2.3. Способи підвищення ефективності вантажних авіап перевезень

Джерело: сформовано автором за [174]

Існує надзвичайне різноманіття відповідних інформаційних систем, за допомогою яких оптимізують різні аспекти вантажних авіап перевезень. Інтеграція в системи співтовариства вантажних авіап перевізників в аеропортах (ACCS) дає змогу всім учасникам процесу доставки вантажів обмінюватися інформацією за допомогою електронного зв'язку, зменшувати загальні витрати на логістику, поліпшувати планування ланцюга постачання та зменшувати дублюючі дії. Створення цифрових повітряних логістичних коридорів, що сполучають кілька аеропортів, дасть можливість покращити інформаційний супровід перевезення та обслуговування вантажопотоків, оптимізувавши відповідний потік даних між двома країнами чи декількома аеропортами. Нині застосовуються сучасні логістичні технології задля відстеження авіаційних засобів пакетування (ULD), щоб зменшити їх втрати, особливо відстеження

ULD з підтримкою Bluetooth. З використанням більш інноваційних складаних контейнерів, ніж стандартні ULD, значно підвищиться ефективність вантажних авіап перевезень [174].

Поглиблений аналіз глобального попиту на авіаційні вантажні перевезення щодо ціноутворення в першому кварталі 2023 року, проведений WorldACD Market Data [175], показав загальний тренд падіння, проте на окремих ринках ставки зростали. Спостерігаються деякі значні коливання, пов'язані із загальним падінням. Проте відзначається значна розбіжність у трендах залежно від регіону, типу вантажу, його маси, тощо. Наприклад кількість відправлень масою понад 5000 кг у першому кварталі 2023 року, порівняно з аналогічним періодом минулого року, дуже суттєво зменшилася – на 18%. У той же час поставки вантажів масою до 1000 кг за цей самий період зросли на 3%. Відзначається, що загальне падіння глобального попиту в першому кварталі 2023 року розподілялося відносно рівномірно, з точки зору регіональних географічних баз авіакомпаній, проте найбільшим воно було для перевізників Африки (-17%) та Європи (-14%).

Зростаючі авіап перевезення спеціальних вантажів, у тому числі небезпечних, швидкопсувних вантажів та живих тварин, визначають проблему забезпечення потужностей та відповідних технологій оброблення вантажів у вантажному терміналі аеропорту. Перш за все потрібні окремі складські приміщення для зберігання цих категорій вантажів, причому для окремих видів небезпечних та швидкопсувних вантажів приміщення мають бути з різним температурним режимом. Сегменти перевезень небезпечних, швидкопсувних вантажів та живих тварин є найбільш швидко зростаючими сегментами вантажних авіап перевезень у світі. Обслуговування різних категорій спеціальних вантажів в аеропорту дуже відрізняється переліком технологічних операцій, видами документації, яка застосовується, а також потребує дотримання спеціальних запобіжних заходів.

Якщо обсяги перевезень генеральних вантажів у першому кварталі 2023 року, порівняно з аналогічним періодом минулого року знизилися на 12%, то

більшість перевезень спеціальних категорій вантажів, навпаки, зростала. Особливо слід сказати про збільшення обсягів перевезення живих тварин – на 10%. За географією перевезення швидкопсувних вантажів вони значно зросли в Єгипті, Великобританії та Еквадорі. Природно, що зменшилося використання суто вантажних літаків із відновленням пасажирських рейсів та значено більш вантажопотоки почали перевозитися у вантажних відсіках пасажирських літаків. Були цікавими окремі тренди щодо вантажних ставок на різних лініях. Так тоннаж Гонконг-Дубай зріс на 38% у першому кварталі 2023 року порівняно з аналогічним періодом минулого року, хоча середні дохідні ставки впали на 28% [175].

Аналізуючи звітність Boeing щодо структури потоків спеціальних вантажів за регіонами [149], слід зазначити, що в напрямку Східна Азія – Північна Америка найбільш доставляються комп'ютери, офісне, комунікаційне та професійне обладнання (26%), машини та електрообладнання (22%), а в зворотному напрямку – машини й електрообладнання (24%), хімічні речовини та супутні товари (23%). Із Європи до Східної Азії найбільше перевозять машини та електрообладнання (33%), комп'ютери, офісне, комунікаційне та професійне обладнання (27%), а в зворотному напрямку – машини й електрообладнання (29%) та швидкопсувні продукти (16%).

На п'ять європейських країн припадає 65% повітряної торгівлі між Європою та Північною Америкою (Німеччина – 23%, Великобританія – 13, Італія – 11, Франція – 9, Нідерланди – 9%. Найбільше доставляють за цими маршрутами, як в одному, так і в іншому напрямку, машини та електрообладнання, а також хімічні речовини й супутні товари. Із Латинської Америки до Європи найбільший вантажопотік становлять швидкопсувні вантажі (78%), у зворотному напрямку прямують машини та електрообладнання (21%), хімічні речовини й супутні товари (15%), транспортне обладнання та комплектуючі (7%). Із Латинської Америки до Північної Америки прямий вантажопотік дуже схожий на той, що описаний вище до Європи: домінуючий вантажопотік становлять швидкопсувні вантажі

(70%), тоді як із Північної Америки до Латинської слідуєть машини та електрообладнання (30%), хімічні речовини й супутні товари (18%), комп'ютери, офісне, комунікаційне та професійне обладнання (13%). Що стосується аналізу парку літаків, то слід сказати, що у Східній Азії, Європі та Латинській Америці домінують конвертовані літаки, тоді як в інших регіонах ці літаки становлять меншість [149].

Аналізуючи індекс платної ваги швидкопсувних товарів порівняно з іншими спеціальними вантажами [176], можемо констатувати, що він дещо впав. Так у аналізований період у 2019 та на початку 2020 року він становив 31-36% від загального індексу спеціальних вантажів, тоді як наприкінці 2022 року становив 26-27%. Найбільші вантажопотоки швидкопсувних вантажів існують між Еквадором та Нідерландами, США та Японією, Кенією та Нідерландами, Колумбією та Нідерландами. До 20% дефективних швидкопсувних відправлень пошкоджені через порушення холодового ланцюга.

Технологічні операції з оброблення вантажів у вантажних терміналах можуть виконувати служби авіакомпаній, служби аеропорту, або хендлінгові агенти (ground handling agents, handlers). Вони взаємодіють з вантажною клієнтурою, вантажними агентами IATA, експедиторами та логістичними операторами, а також з авіакомпаніями. Усе це є частиною мультимодальних транспортних систем.

Хендлінгові агенти загалом отримують від авіакомпаній інформацію щодо вільного комерційного завантаження на майбутні рейси, приймають на власний термінальний комплекс вантажі від агентів або експедиторів, займаються консолідацією та розконсолідацією вантажних одиниць, у тому числі авіаційних ULD, оформлюють необхідну вантажну документацію, забезпечують проходження обов'язкових видів контролю, а також створюють умови для зберігання та обслуговування вантажів після приймання та перед видачею [177–179]. На рис. 2.4 представлено хендлінгові компанії, які діють у найбільших вантажних аеропортах світу [180]. Як можемо бачити, серед хендлінгових компаній провідних аеропортів світу присутні як глобальні

оператори, які діють по всьому світу – Swissport, Lufthansa Cargo, так і оператори окремих країн чи регіонів, які мають відносно обмежене представлення по світу – Aircraft Service International Group, Worldwide Flight Services, Delta Air Lines. Також присутні й оператори, які локалізовані лише в окремих аеропортах – Korean Air, Atlantic Aviation та ін. У цьому списку, очевидно, немає невеликих місцевих лендлерів, оскільки тут показано найбільші вантажні аеропорти світу.

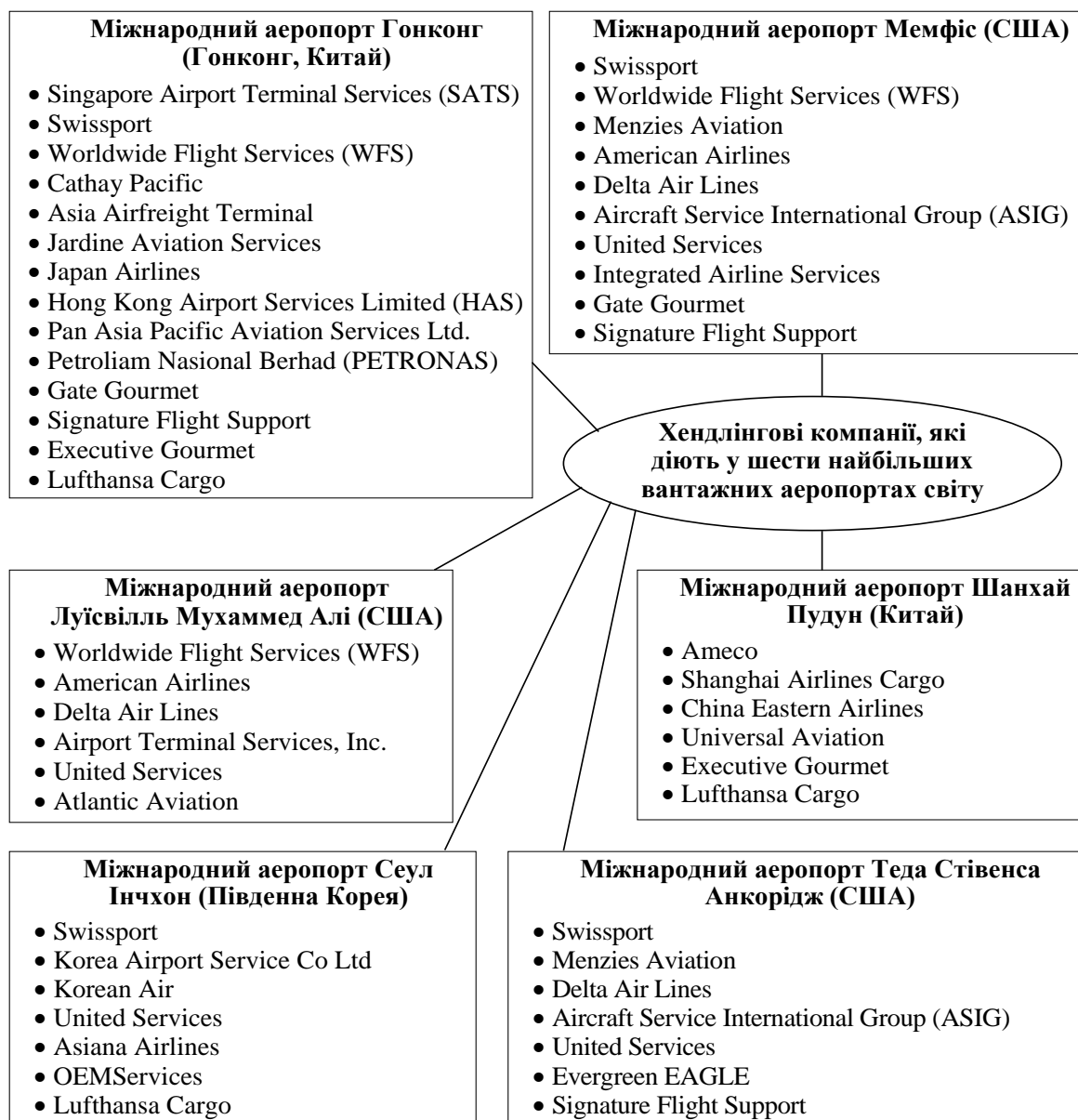


Рис. 2.4. Хендлінгові компанії, які діють у найбільших вантажних аеропортах світу

Джерело: сформовано автором за [180]

IATA у своїй роботі активно створює відповідні інструктивні матеріали для авіаперевізників, аеропортів, хендлерів та інших компаній, які беруть участь в обслуговуванні вантажопотоків в аеропортах. Найцікавіші з них наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Аналіз нормативних матеріалів IATA, які використовуються при обслуговуванні вантажних авіаперевезень в аеропортах

(сформовано автором за [181 – 186])

Назва нормативного матеріалу	Характеристика нормативного матеріалу
Керівництво IATA з оброблення вантажів (ICNM) [181]	Розглядає весь процес доставки вантажів від дверей до дверей і детально описує стандартні робочі процедури на кожному етапі транспортного ланцюга
Керівництво з доставки ULD [182]	Покликано зменшити кількість інцидентів, пов'язаних з використанням ULD, а також збитків і втрат. Містить нормативні вимоги, технічні та експлуатаційні специфікації, узгоджені стандарти та процедури щодо ULD
Стандарт для пересилання вантажних повітряних повідомлень Cargo-XML [183]	Використовуються для електронного зв'язку між авіакомпаніями та іншими учасниками ланцюга авіаційної доставки вантажів
Довідковий посібник з розвитку аеропорту (ADRM) [184].	Ключовий документ з планування та розвитку аеропорту. Наявні рекомендації щодо розвитку інфраструктури аеропорту, яка врівноважує пропускну здатність із попитом та ефективно відповідає вимогам користувачів при високому рівні технологічного розвитку
Керівництво з обслуговування в аеропорту (AHM) [185]	Містить усі затверджені галузю політики стандарти щодо підтримки безпечних та ефективних наземних операцій над і під крилом літака в аеропорту
Керівництво IATA з наземних операцій (IGOM) [186]	Стандартизує процеси та процедури наземного обслуговування, щоб зменшити складність роботи з кількома авіакомпаніями, аеропортами та постачальниками наземних послуг

Також є документи IATA, які стосуються особливостей обслуговування окремих категорій спеціальних вантажів: «Правила перевезення небезпечних вантажів (DGR)» [187]; «Правила перевезення живих тварин (LAR)» [188]; «Правила з контролю температури (TCR)» [189]; «Правила перевезення швидкопсувних вантажів (PCR)» [190]. У свою чергу, ICAO розробила документ DATA+, що є новим інструментом, який представляє в динамічному та графічному середовищі статистичні дані про повітряний транспорт. У ньому

містяться модулі щодо трафіку авіаперевізників та аеропортів, фінансів, пунктів відправлення та призначення, флоту, персоналу авіаперевізників [191; 192].

Науковці активно вивчали проблеми управління організаційно-технологічними процесами обслуговування швидкопсувних вантажів, які потребують спеціального температурного режиму. У рамках вирішення поставлених завдань у [193] автори проаналізували стан і тенденції розвитку ринку «холодної» логістики в Україні, вивчили діяльність логістичних операторів холодового ланцюга постачання й накреслили перспективи сучасного стану логістичного обслуговування холодових ланцюгів постачання в Україні. Схожі завдання в цій проблематиці вирішують М. А. Саєнсус [194], а також Є. В. Крикавський та Т. В. Наконечна [195]. Послуги фреш-логістики з оцінкою поточного стану її реалізації, аналіз практичного досвіду провідних логістичних операторів, які займаються фреш-логістикою досліджені Т. В. Наконечною, Р. Я. Качмар та В. Є. Свірською [196]. У рамках дослідження особливостей перевезення продукції органічного землеробства в повітряних коридорах В. А. Кулик та ін. [197] сформулювали методичні засади управління логістикою перевезень швидкопсувних вантажів в авіаційних повітряних коридорах із збереженням якості та забезпеченням своєчасності доставки.

Аналізуючи дані щодо індексу платної ваги авіаційного перевезення спеціальних вантажів за 2019–2022 роки [198], які представлені на рис. 2.5 можемо стверджувати, що індекс платної ваги фармацевтичної продукції стрімко зростає, тоді як індекси платної ваги швидкопсувних вантажів та живих тварин знижувалися. Це пояснюється й ситуацією з поширенням COVID-19 у світі, а також і тим, що потреби в доставках фармацевтичної продукції авіатранспортом стабільно зростають протягом останнього десятиліття. Також значно зросли функціональні можливості аеропортів, авіакомпаній, хендлерів, логістичних операторів та експедиторів щодо обслуговування фармацевтичної продукції, тобто вони пропонують загалом ширший спектр послуг для вантажної клієнтури, який, природно, є й більш високовартісним. Це ґрунтується на системах масового обслуговування, логістичних технологіях у рамках функціонування мультимодальних транспортних систем.

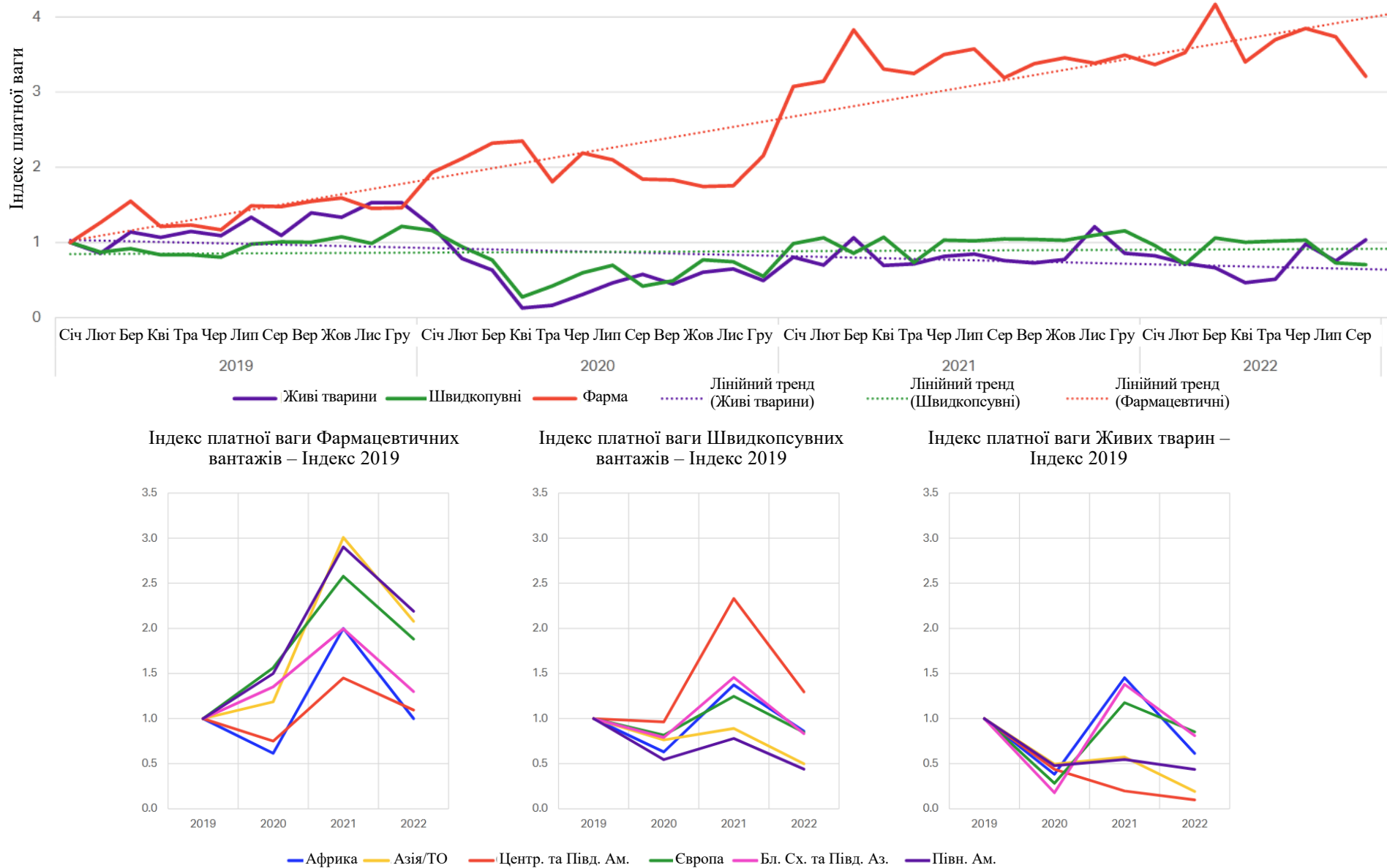


Рис. 2.5. Індекс платної ваги авіаційного перевезення спеціальних вантажів за 2019–2022 роки [198]

Що стосується регіональних особливостей авіаційного перевезення спеціальних вантажів, то слід зазначити таке. Найвищий індекс платної ваги щодо фармацевтичної продукції має місце в Азійсько-Тихоокеанському регіоні та Північній Америці. В Європі цей індекс суттєво менший (на 15–20%), а в інших регіонах світу його значення становить лише 50–60% від лідера. Швидкопсувні вантажі мають найвищий індекс платної ваги в регіонах Центральної та Південної Америки, а найнижчий – в Азійсько-Тихоокеанському регіоні та Північній Америці [198].

Щодо перевезення живих тварин авіаційним транспортом, то найвищий індекс платної ваги спостерігається в Африканському та Близькосхідному регіонах, а найнижчий – в регіонах Азійсько-Тихоокеанському, Центральної та Південної Америки [198].

Слід сказати, що індекс платної ваги для вантажу багато в чому залежить від конкретної категорії спеціального вантажу, який доставляється, а також від номенклатури послуг, яка при цьому пропонується клієнту і яку він обирає. А отже наведені оцінні значення індексів та їхня структура потребують детальнішого подальшого дослідження, перше ніж зробити остаточні висновки.

На основі дисертаційного дослідження З. Лауледеркінд [199] та статистичних даних за Freight Analysis Framework 5 [200] щодо структури вантажопотоків у США можемо стверджувати, що за період із 1997 до 2019 року вантажний потік авіаційним транспортом суттєво не змінився, вартість його висока, проте показник вартості доставки одиниці вантажу скоротився за аналізовані 23 роки майже на 1/3.

За структурою вантажопотоку (рис. 2.6) можемо говорити про те, що найбільш високовартісною є доставка електроніки та обладнання, хоча вартість доставки цієї продукції суттєво скоротилася у 2017–2019 роках порівняно з 2002 роком. Значно зросли обсяги доставки різних категорій швидкопсувних вантажів – фармацевтичної продукції, продукції хімічної промисловості, а також риби та морепродуктів.

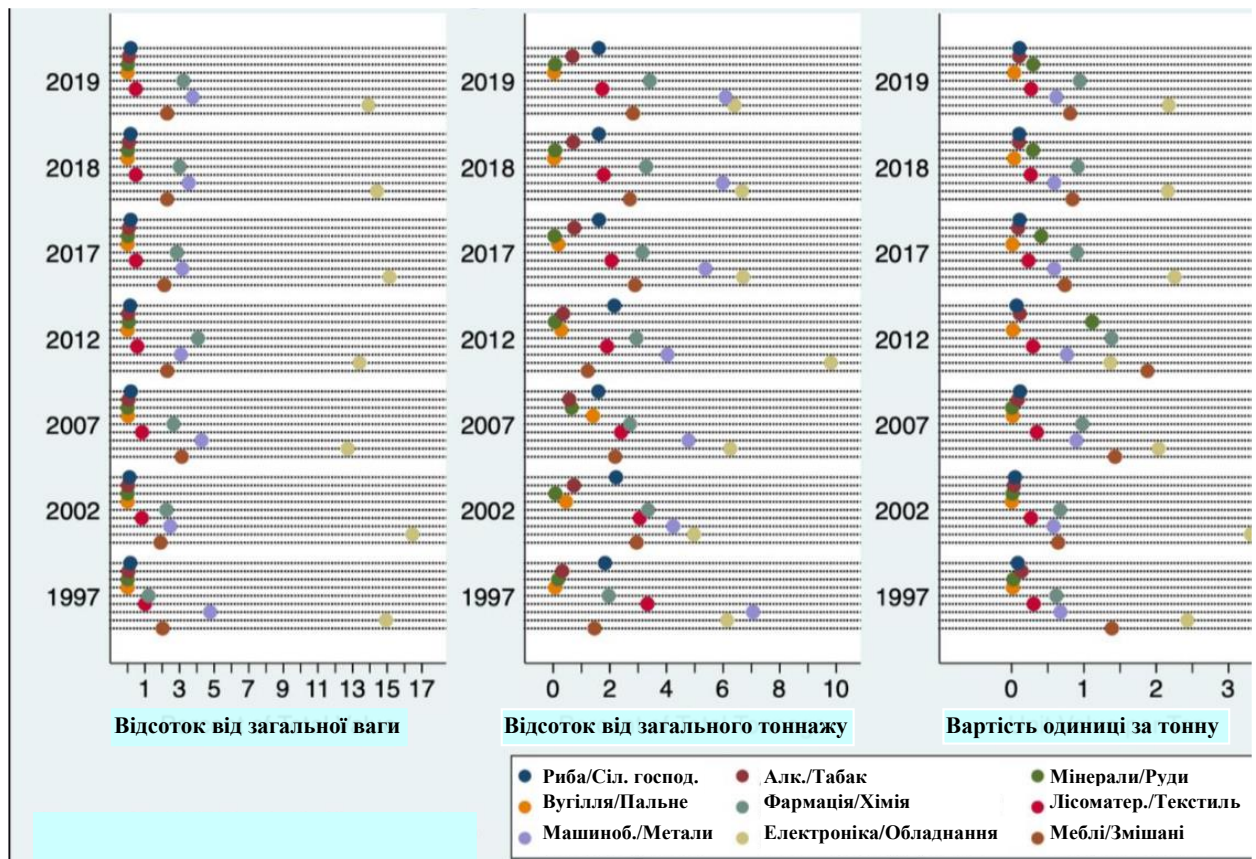


Рис. 2.6. Тоннаж і вартість вантажопотоку за видами вантажів
у 1997-2019 роках
Джерело: [199; 200]

На прикладі авіап перевезення швидкопсувних продуктів харчування з Південної Америки до США, який описав М. Стідман у [201], визначимо характерні особливості управління організаційно-технологічного процесами обслуговування цих вантажів.

Одним із ключових факторів, що впливає на попит і пропозицію швидкопсувних продуктів, є сезонність. А отже, авіап перевезення швидкопсувних харчових продуктів із Південної Америки до США має тенденцію до зростання в зимові місяці, коли є підвищений попит на свіжі та екзотичні фрукти й овочі. І навпаки, авіап перевезення швидкопсувних продуктів зі США до Південної Америки зростає в літні місяці, коли в південній півкулі збільшується попит на м'ясо, молочні продукти та квіти [201].

Типи швидкопсувних продуктів, які транспортуються повітрям з Південної Америки до США, про які йдеться в [201], наведено в табл. 2.4.

Таблиця 2.4

**Типи швидкопсувних продуктів, які транспортуються повітрям з
Південної Америки до США
(сформовано автором за [201])**

Види вантажів	Характеристика вантажопотоку	Обсяги експорту, т/рік
Фрукти	Манго, авокадо, ягоди, виноград, цитрусові, банани та ананаси	200 000
Овочі	Спаржа, броколі, цвітна капуста, морква, салат і перець	50 000
М'ясо	Яловичина, свинина, баранина та птиця	30 000
Морепродукти	Креветки, омари, краби, лосось і тунець	20 000
Молочні продукти	Сир, йогурт і масло	10 000
Фармацевтичні препарати	Вакцини, інсулін і продукти крові	5 000
Квіти	Троянди, гвоздики, орхідеї, лілії та тропічні квіти	40 000
Косметика	Креми, лосьйони та парфуми	2 000

Основні країни-джерела авіап перевезення швидкопсувних продуктів харчування з Південної Америки до США, які описані в [201] представлені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5

**Основні країни-джерела авіап перевезення швидкопсувних продуктів
харчування з Південної Америки до США [201]**

Країна	Характеристика авіаційного вантажопотоку
Бразилія	Найбільший виробник та експортер фруктів у Південній Америці, особливо цитрусових, манго та винограду. Також експортує до США м'ясо, птицю й молочні продукти
Чилі	Другий за величиною виробник та експортер фруктів у Південній Америці, особливо ягід, черешні та винограду. Також експортує морепродукти, вино та квіти
Колумбія	Третій за величиною виробник та експортер фруктів у Південній Америці, особливо бананів, ананасів та авокадо. Також експортує квіти, каву й косметику
Перу	Четвертий за величиною виробник та експортер фруктів у Південній Америці, особливо спаржі, винограду й авокадо. Також експортує морепродукти, кіноа та органічні продукти
Еквадор	П'ятий за величиною виробник та експортер фруктів у Південній Америці, особливо бананів, ананасів і маракуйї. Також експортує квіти, какао і креветки

У табл. 2.6 подано основні проблеми, які виникають при організації доставки швидкопсувних вантажів із Південної Америки до США [201].

**Основні проблеми, які виникають при організації доставки
швидкопсувних вантажів із Південної Америки до США [201]**

Проблема	Характеристика проблеми	Шляхи вирішення проблеми
Контроль температури	Ці вантажі повинні зберігатися в визначеному діапазоні температур, щоб запобігти псуванню, забрудненню чи пошкодженню	Використання спеціалізованих вантажівок, рефконтейнерів, складів і літаків, а також пристроїв та систем моніторингу температури.
Упаковка	Ці вантажі повинні бути упаковані таким чином, щоб захистити їх від фізичних ударів, вологи, шкідників і сторонніх запахів.	Використання відповідних матеріалів, таких як картонні коробки, поліетиленові пакети, поролонові подушки та засоби паркетування з льодом
Маркування	Ці вантажі мають бути маркіровані чіткою й точною інформацією щодо найменування, походження, пункту призначення, кількості, маси, терміну придатності та інструкції щодо поводження з ними.	Використання стандартизованих кодів, таких як штрих-коди, QR-коди, RFID-мітки та інші сучасні технології маркування
Документація	Ці вантажі повинні відповідати різним нормам і вимогам, таким як митне оформлення, санітарна перевірка, фітосанітарна сертифікація та дозволи на імпорт	Необхідно підготувати та подати різні документи, такі як рахунки-фактури, пакувальні листи, авіавантажні накладні та сертифікати походження
Логістичні аспекти	Ці вантажі необхідно транспортувати своєчасно та ефективно, уникаючи затримок, збоїв або втрат	Координація та оптимізація взаємодії різних видів транспорту при забезпеченні логістичного ланцюга, застосування новітніх логістичних технологій та рішень

Як слушно зазначає М. Стідман [201], підводячи підсумки, авіап перевезення швидкопсувних продуктів харчування з Південної Америки до США є надзвичайно перспективними, проте складними й динамічними, що потребує від учасників максимального зосередження та формування надійних ланцюгів постачання. Сертифікація CEIV, яку пропонує IATA, здатна переконати вантажну клієнтуру в дотриманні перевізником, експедитором, логістичним оператором контрольованих температурних режимів, часових рамок, застосування галузевих стандартів повітряного транспорту та найкращих практик, що підвищує надійність увсього ланцюга поставок. Ця сертифікація діє для фреш-вантажів, фармацевтичної продукції та живих тварин [202].

Як зазначається в [203], аеропорти та авіап перевізники продовжують

удосконалювати процедури оброблення та транспортування швидкопсувних продуктів. Запорукою ефективності авіаційної доставки швидкопсувних продуктів є мінімізація часу між прибуттям літака та безпосередньою передачею вантажів клієнтам. Ключові інновації у провідних аеропортах світу щодо обслуговування швидкопсувних вантажів представлено в табл. 2.7 [203].

Таблиця 2.7

Ключові інновації у провідних аеропортах світу щодо обслуговування швидкопсувних вантажів

(сформовано автором за [203])

Аеропорт	Характеристика інновацій
Міжнародний аеропорт Гонконг (Гонконг, Китай)	COOLPORT, яким керує Asia Airfreight Terminal (AAT). Його було відкрито у липні 2022 року, сертифіковано CEIV Fresh IATA. Це перший у світі холодовий ланцюг в аеропорту, який забезпечує повністю контрольовану температуру та доповнюється подібним об'єктом у Сінгапурі
Міжнародний аеропорт Хартсфілд-Джексон (Атланта, США)	Активно розбудовується сучасний авіавантажний термінал, який включатиме системи для зарядки рефрижераторних контейнерів та різноманітні приміщення з контрольованою температурою. Було реалізовано систему спільноти вантажів із підтримкою штучного інтелекту
Міжнародний аеропорт Франкфурт (Німеччина)	Реалізовано оптимізовані транспортні ланцюги з використанням експертної підтримки, зберігання та транспортування з контрольованою температурою. Дас можливість одномоментно обслуговувати понад 120 000 тонн свіжої продукції на площі понад 9 000 квадратних метрів. Пропонує 20 різних кліматичних зон, адаптованих до потреб товарних груп у діапазоні від -25 до +25°C.
Міжнародний аеропорт Абу-Дабі (ОАЕ)	Запущено новий ланцюг охолодження, завдяки чому значно збільшилися ємність і можливості системи. Перевантаження до 50 000 тонн, подвоєння обсягу холодильного ланцюга зберігання. Новітні технології та функції, включаючи завантажувальні доки RFS із вирівнювальними механізмами, високошвидкісні рольставні, ізоляцію та роботи з підлогою для швидшого та ефективнішого завантаження із суворішим контролем температури, збільшеним простором для зберігання. Рентгенівський скринінг для поліцейських і митних перевірок у повністю контрольованому температурному середовищі та нові спеціальні термозахисні покриття

За результатами аналізу світового та вітчизняного досвіду управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропортах ми визначили, що типовий міжнародний ланцюг доставки вантажу авіаційним транспортом має включати такі види операцій:

- планування авіаційного перевезення;

- підготовка вантажу до авіаційного перевезення;
- прийняття вантажу від вантажовідправника експедитором або логістичним оператором;
- можлива консолідація вантажних відправлень різних вантажовідправників експедитором або логістичним оператором;
- доставка сформованих партій вантажу до аеропорту;
- розвантаження вантажу;
- проходження різних видів державного контролю (митного, ветеринарного, фітосанітарного, контролю на авіаційну безпеку, тощо);
- сортування вантажопотоку між складами аеропорту;
- приймання вантажу на склад аеропорту (перевізника або хендлінг-агента);
- оброблення вантажу на складі аеропорту;
- зберігання вантажу на складі аеропорту;
- комплектування завантаження рейсу;
- видача вантажу зі складу, перевантаження на внутрішньоаеродромні засоби механізації;
- доставка вантажу до повітряного судна;
- завантаження вантажу в ПС, внутрішньолітакове транспортування, швартування вантажу;
- повітряне перевезення;
- перевантаження в аеропорту трансферу (якщо він є). Деякі маршрути перевезень здійснюються декількома рейсами між кількома аеропортами, тому авіаперевезення може включати в себе неодноразове перевантаження вантажу;
- розвантаження в аеропорту призначення;
- доставка вантажу внутрішньоаеродромними транспортними засобами від ПС до складу;
- сортування вантажопотоків між складами аеропорту;
- розвантаження на складі;
- приймання вантажу на склад аеропорту (перевізника або хендлінг-агента);
- складське оброблення вантажу, зберігання на складі;

- повідомлення вантажоодержувача;
- прибуття вантажоодержувача або експедитора, проходження різних видів контролю, остаточні розрахунки за перевезення;
- видача вантажу зі складу аеропорту;
- перевантаження вантажу на транспортні засоби вантажоодержувача або експедитора;
- доставка вантажу з аеропорту до вантажоодержувача.

Якщо аналізувати діяльність вітчизняних аеропортів, то в [204] зазначається, що на території вантажного терміналу аеропорту «Бориспіль», крім складів тимчасового зберігання для загальних вантажів, передбачено спеціалізовані склади для зберігання небезпечних вантажів площею 19 м², 25 м², 31 м² та 12 м², в тому числі радіоактивних – 18 м², а також криті майданчики для великогабаритних вантажів, місця для короткочасного розміщення тварин, сейф для зберігання цінних вантажів – 18 м². На території вантажного комплексу також розміщені холодильні та морозильні камери з температурним режимом від -18 до +2°C, загальна ємність їх становить 360 м³.

Згідно з чинним Стандартом якості обслуговування, в аеропорту «Бориспіль» [205] діють такі нормативи:

- доступ до документів після їх повернення з митниці – 20 хв;
- надання повідомлення про прибуття вантажу вантажоодержувачеві після реєстрації документів на митниці – 60 хв;
- час видачі вантажу – 3, 4 та 5 год для вузькофюзеляжних, широкофюзеляжних та вантажних ПС відповідно;
- час очікування клієнта на початок завантаження після передачі документів прийомоздавальникові – 30 хв;
- подача вантажо-супровідних документів до диспетчерської вантажного терміналу за 2,5, 3 та 4,5 год до закінчення часу блоку для вузькофюзеляжних, широкофюзеляжних та вантажних ПС відповідно;
- час очікування клієнтом початку розвантаження вантажу після передачі документів прийомоздавальникові – 30 хв;

- кількість випадків пошкодження вантажу – 4 на 10 000 вантажних місць;

- кількість помилок при відправленні вантажу – не більше 3 на 10 000 вантажних місць.

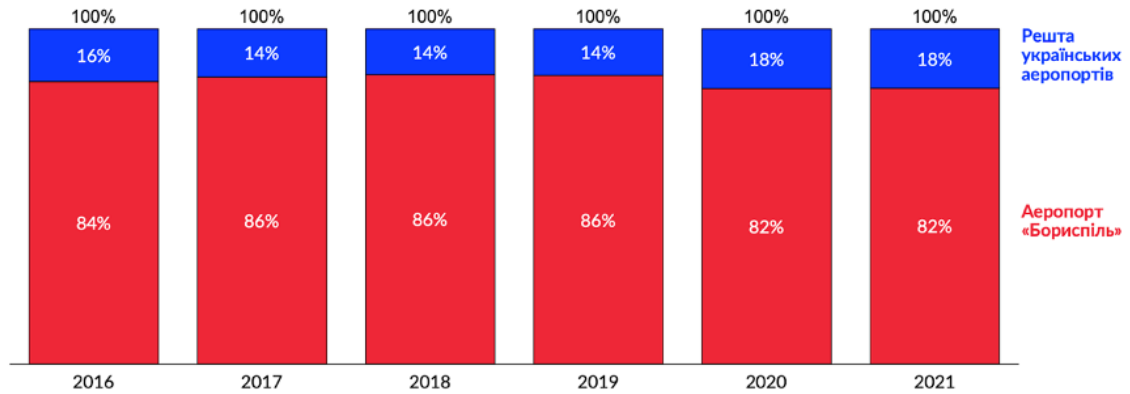
За підсумками 2020 року, діяльність аеропортів України показала незадовільні результати порівняно з 2019 роком. За 2020 рік аеропорти прийняли всього 94 тисячі повітряних суден, аеропортові пасажиропотоки зменшилися на 64,4%, поштові та вантажні потоки – на 13,3% [206]. У 2021 році ситуація дещо поліпшилася. Поштовантажопотоки через аеропорти України в 2021 році зросли на 21,1% й становили 63,2 тис. тонн [207].

Фінансовий стан ДП МА «Бориспіль» у 2021 році був цілком непоганий. Аеропорт отримав прибуток за 9 місяців 2021 року на суму понад 631 млн грн, на відміну від минулорічного збитку. Слід сказати, що в 2017 році прибуток аеропорту становив понад 2,1 млрд грн, а в доковідний 2019 рік – понад 1,5 млрд грн [208; 209]. Звіт незалежного аудитора щодо фінансової звітності Державного підприємства «Міжнародний аеропорт «Бориспіль» за 2021 рік підтвердив ефективність діяльності аеропорту [210].

На рис. 2.7 представлено відсоток обслуговування вантажів та пошти ДП МА «Бориспіль» серед усіх аеропортів України у 2016-2021 роках, зміну вантажного сегменту вантажів і пошти аеропорту за січень-жовтень 2019-2021 років, а також порівняну структуру вантажопотоку за експортом та імпортом у аеропорту в 2019 та 2021 роках [211]. МА «Жуляни», за підсумками першого півріччя 2021 року, отримав збиток більш ніж на 4,1 млн грн. Прибутковими були 2018 та 2019 роки, коли аеропорт отримав понад 111 та понад 47,6 млн грн прибутку відповідно [212–214].

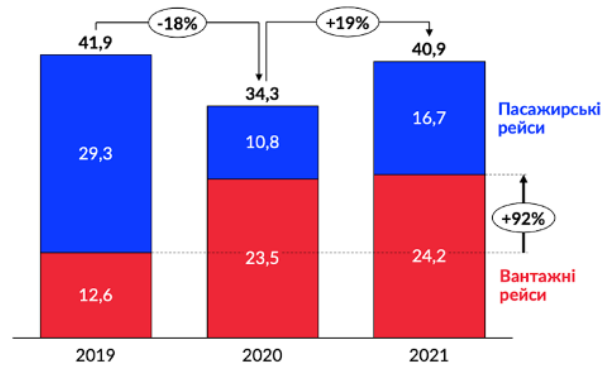
На основі підходів, описаних у [15], ми удосконалили технологічну схему оброблення вантажів у вантажному комплексі аеропорту, яка представлена на рис. 2.8. Було деталізовано документальний супровід процесу обслуговування вантажів, особливості оброблення вантажів, які перевозяться поштучно та в контейнерах. Враховано необхідність застосування сучасних логістичних технологій та рішень, мультимодальні принципи та моделювання.

Обслуговані вантаж та пошта, тис. т



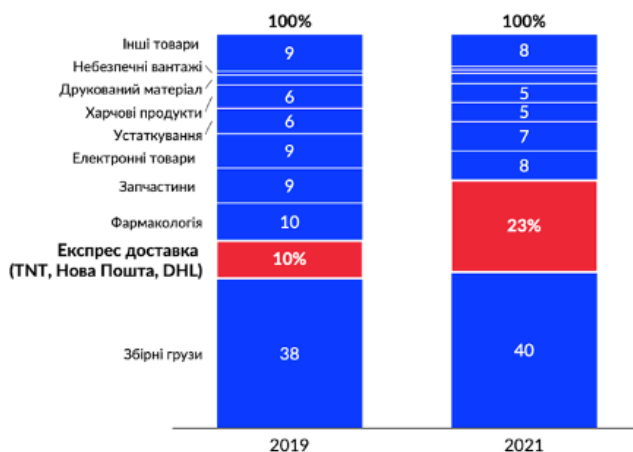
Відсоток обслуговування вантажів та пошти ДП МА «Бориспіль» серед усіх аеропортів України у 2016-2021 роках

Обслуговані вантаж та пошта, показники за січень – жовтень, тис. т

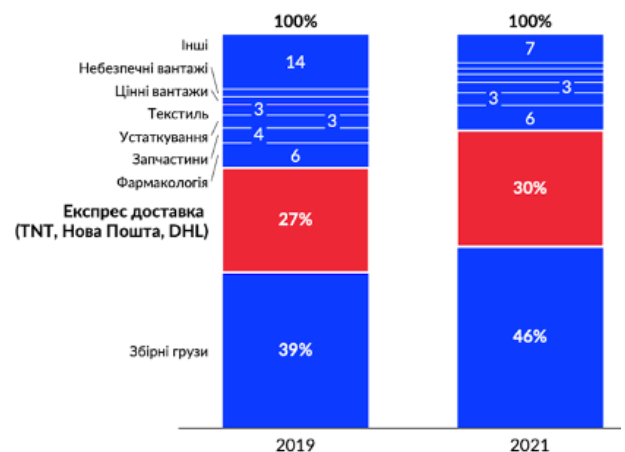


Зміна вантажного сегменту вантажів і пошти ДП МА «Бориспіль» за січень-жовтень 2019-2021 років

Експорт вантажу, тис. т



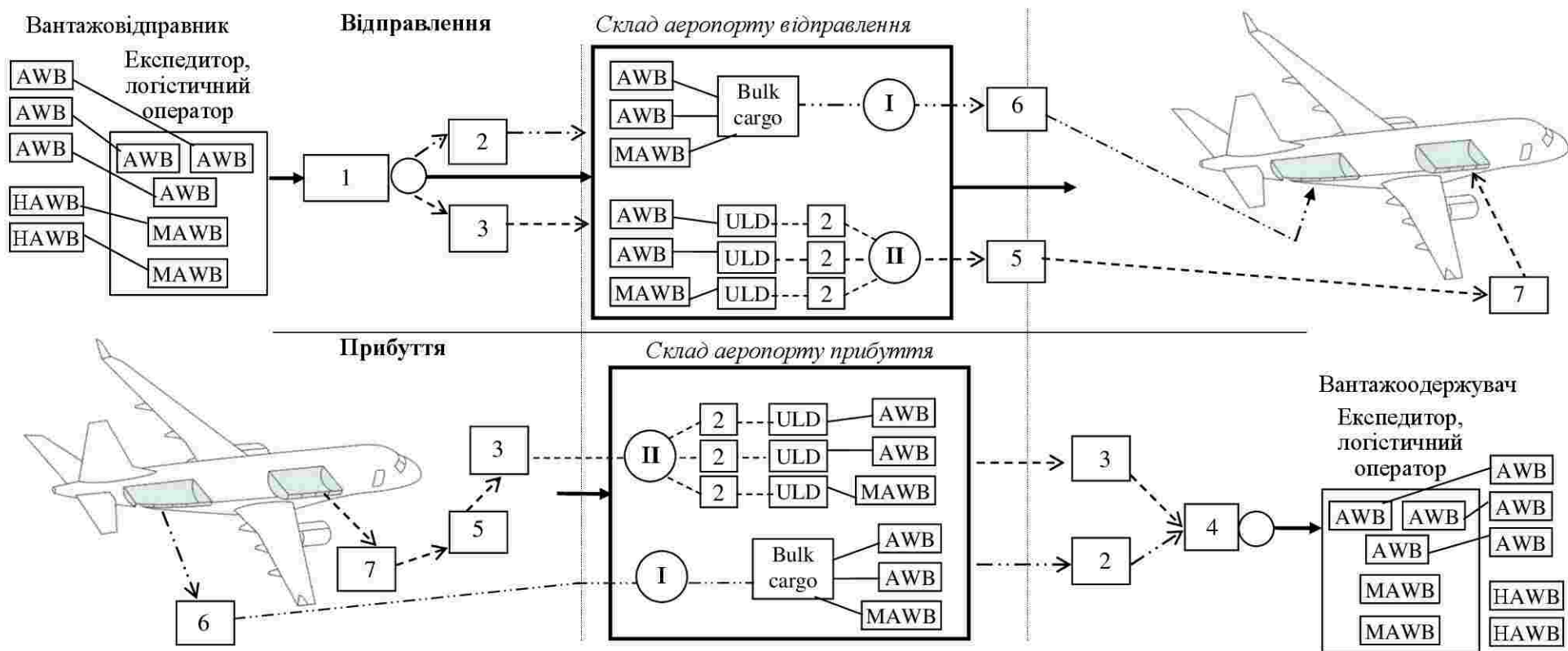
Імпорт вантажу, тис. т



Порівнянна структура вантажопотоків за експортом та імпортом у ДП МА «Бориспіль» в 2019 та 2021 роках

Рис. 2.7. Показники роботи ДП МА «Бориспіль»

Джерело: [211]



Умовні позначки

□ – засоби механізації; → – напрямок руху; --> – напрямок оброблення контейнеризованого вантажу;
 - -> – напрямок обробки вантажу, який перевозиться поштучно; ○ – варіант технологічної схеми оброблення вантажу.

1 – автомобіль вантажовідправника; 2 – електричний вилковий навантажувач; 3 – дизельний вилковий навантажувач; 4 – автомобіль вантажоодержувача; 5 – дизельний тягач із возиками; 6 – автомобіль із підймальним кузовом; 7 – авіаційний перенавантажувач палет/контейнерів; I – технологічна схема оброблення вантажу, який перевозиться поштучно; II – технологічна схема з обробки контейнеризованого вантажу; AWB – авіаційна вантажна накладна; HAWB – авіаційна вантажна накладна агента; MAWB – основна авіаційна вантажна накладна; Bulk cargo – вантажі навалом; ULD – авіаційний засіб пакування.

Рис. 2.8. Удосконалена технологічна схема оброблення вантажів у вантажному комплексі аеропорту

Джерело: доповнено автором за [15]

2.2. Виявлення закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах та управління ними

Процес обслуговування вантажопотоку в аеропорту носить ймовірнісний характер. На цей процес найбільш впливають зміни у вхідних та вихідних потоках вантажу. Поєднання несприятливих чинників та умов невизначеності в аеропорту може призвести до ситуації коли система обслуговування вантажів в аеропорту не в змозі буде обробити вхідні та вихідні вантажні потоки, внаслідок чого виникнуть перебої в роботі аеропорту.

Щоб забезпечити нормальне обслуговування вантажів в аеропорту слід запобігти виникненню перебоїв у роботі. Для цього необхідно оптимізувати функціонування системи обслуговування вантажів. Це може бути як оптимізація управління ресурсами аеропорту, так і впровадження сучасних інтелектуальних систем управління.

Основною метою управління вантажопотоками в аеропорту є забезпечення безпеки авіап перевезень, запобігання виникненню перебоїв у роботі аеропорту, швидкість обслуговування та забезпечення цілості вантажів, тобто забезпечення надійності ланцюга постачань в межах мультимодальних транспортних систем за участю авіаційного транспорту. Вантажний термінал аеропорту працює із вхідними та вихідними вантажопотоками як з боку міста так і з боку перону, при цьому враховано принципи систем масового обслуговування.

Вхідним потоком з боку міста є потік автомашин з вантажем, який завозять в аеропорт за певний період часу. Він складається з партій вантажів, окремих або консолідованих, призначених для відправлення різними рейсами. В процесі оброблення вантажу в аеропорту цей вантажопотік трансформується: його сортують між окремими складами аеропорту залежно від характеристик вантажу, де він проходить різні види оброблення та контролю.

При комплектуванні завантаження на з різних складів аеропорту формуються вихідні вантажопотоки рейсів. У процесі оброблення вантажу

можуть формуватися вантажопотоки, які перевозяться та завантажуються поштучно, та вантажопотоки в укрупнених вантажних одиницях у звичайних або авіаційних засобах пакування.

Вхідним потоком у вантажний термінал збоку перону є потік повітряних суден з вантажем. Вантажне завантаження кожного рейсу також може складатися з вантажопотоку, який перевозиться поштучно та у вантажопотоку в засобах пакування. Ці вантажопотоки сортуються між складами аеропорту, проходять там певні види оброблення та контролю й розподіляються на окремі партії вантажів, призначені для видачі окремим вантажоодержувачам, що є вихідними потоками вантажу. Вихідний потік вантажу, що складається з окремих партій вантажу, може консолідуватися для вивезення з аеропорту окремим експедитором або логістичним оператором.

Також особливістю вантажопотоку в аеропорту є те, що його структура неоднорідна за властивостями вантажу, транспортними характеристиками вантажу, видами вантажних одиниць та вантажних партій.

Багато в чому закономірності формування вантажопотоків в аеропортах залежать від категорії вантажів та особливостей їхнього зберігання й обслуговування.

Небезпечні вантажі приймаються до перевезення за умови, що їхні властивості, тара та упакування гарантують безпеку повітряного перевезення. Це підтверджується оформленням спеціального документа – декларації відправника небезпечних вантажів (Shipper's Declaration for Dangerous Goods), в якому вантажовідправник гарантує, що він необхідним чином класифікував, ідентифікував небезпечний вантаж, підготував необхідну тару, належним чином упакував та маркував вантаж із дотриманням усіх умов, зазначених у «Правилах повітряного перевезення небезпечного вантажу».

Ще однією відмінністю технології оброблення небезпечних вантажів в аеропорту є процедура прийняття до перевезення небезпечного вантажу, яка здійснюється за допомогою окремого документа «Контрольного листа приймання небезпечних вантажів». На підставі цього документа враховуються

усі фактори, які стосуються оброблення небезпечного вантажу та які обов'язково необхідно перевірити.

На практиці використовують три види Контрольного листа приймання небезпечних вантажів на авіаційному транспорті: для нерадіоактивних небезпечних вантажів, для радіоактивних небезпечних вантажів, а також для сухого льоду. Якщо небезпечний вантаж не пройшов такої перевірки, то його до повітряного перевезення не приймають. Зберігаються небезпечні вантажі на окремих складах вантажного терміналу аеропорту, причому для окремих класів небезпечних вантажів, зокрема радіоактивних матеріалів та органічних перекисів, а також самореагуючих речовин необхідно забезпечити у обов'язковому порядку окремі приміщення для зберігання.

При обробленні небезпечних вантажів в аеропорту окрема увага надається забезпеченню сумісності небезпечних вантажів. Небезпечні вантажі можуть бути завантажені не в усі повітряні судна, на пасажирських ПС перевозиться дуже обмежений перелік небезпечних вантажів. У літаку всі упакування з небезпечними вантажами мають бути надійно закріплені.

Ще однією відмінністю технології оброблення небезпечних вантажів в аеропорту є оформлення рейсової перевізної документації. Інформація про наявність небезпечних вантажів на борту ПС вказується в документі: Повідомлення командира ПС про спеціальний вантаж – Special Load Notification to Captain (NOTOC) та у вантажному маніфесті. Усі навантажувально-розвантажувальні роботи з небезпечними вантажами здійснюються на спеціально виділених площадках, із застосуванням запобіжних заходів, персоналом, що пройшов спеціальне навчання та має відповідні сертифікати.

Оброблення швидкопсувних вантажів в аеропорту має забезпечити їхній захист від підвищеної або зниженої температури та дотримання вологості. Для швидкопсувних вантажів важливо, щоб вони після перевезення зберегли свої початкові властивості. Умови, які впливають на цілість швидкопсувних вантажів при обробленні їх в аеропорту, представлені на рис. 2.9.

Швидкопсувні вантажі дуже відрізняються за походженням, методами захисту від коливань температури, способами транспортування. Оброблення швидкопсувних вантажів в аеропорту також має певні особливості й потребує спеціальних технологічних та організаційних заходів.



Рис. 2.9. Умови, які впливають на цілість швидкопсувних вантажів при обробленні їх в аеропорту

Джерело: сформовано автором

Вантаж має бути відповідним чином підготовлений до повітряного перевезення, класифікований, упакований, мати відповідне маркування та за необхідності забезпечений холодоагентами, мати відповідні документи, що підтверджують якість продукту й необхідні для проходження відповідних видів контролю. Також у супровідних документах може бути вказано максимальний термін доставки. Якщо таких документів немає або перевізник не в змозі

забезпечити доставки вантажу у вказаний термін, вантаж може бути не прийнятий до повітряного перевезення.

Вантаж завозиться в аеропорт у тому обсязі, який може бути відправлений своєчасно. Відмітною рисою технологічних процесів є забезпечення швидкості оброблення вантажу в аеропорту та забезпечення його цілості. Загальний час доставки вантажу з урахуванням наземного транспортування та зберігання має бути мінімізований.

В аеропорту вантаж проходить необхідні види державного контролю. При прийоманні до перевезення вантажів, чутливих до часу та температури, також використовують Контрольний лист, в якому відображено дотримання усіх умов повітряного транспортування таких вантажів.

Швидкопсувні вантажі в аеропорту зберігаються в окремих приміщеннях з відповідним температурним режимом та режимом вологості. При зберіганні швидкопсувних вантажів забезпечується відповідний санітарний стан приміщення. Характерною особливістю технологічного процесу оброблення швидкопсувного вантажу в аеропорту є здійснення контролю температурного режиму та інших умов зберігання.

Для забезпечення якісного оброблення швидкопсувних вантажів в аеропорту необхідно дотримуватися їх сумісності при зберіганні, консолідації, формуванні комерційного завантаження та розміщення в літаку. Сумісність швидкопсувного вантажу забезпечується згідно з вимогами «Правил перевезення швидкопсувних вантажів». При обслуговуванні швидкопсувних вантажів в аеропорту також враховують кліматичні особливості в аеропорту відправлення, трансферу та призначення. При обробленні швидкопсувного вантажу в аеропорту вантаж може потребувати додаткового обслуговування, наприклад заміни холодоагентів, переупакування тощо. Забезпечення безпечного та цілісного транспортування живих тварин також потребує відповідних технологій оброблення цього виду спеціального вантажу в аеропорту.

Вантаж має бути ретельно підготовлений до повітряного перевезення, взято до відома усі фактори, що діють на живих тварин при повітряному перевезенні, враховано маршрут перевезення та загальний термін перевезення вантажу. Головні умови повітряного перевезення живих тварин: швидкість перевезення вантажу, забезпечення цілості вантажу та безпеки перевезення. При перевезенні живих тварин особлива увага приділяється оформленню документації. Вантажовідправник має оформити усі дозвільні документи, передбачені міжнародними конвенціями та угодами, видами міжнародного контролю та повітряного перевезення.

При перевезенні живих тварин повітряним транспортом на кожен вантажну відправку оформлюють окремий документ: сертифікат відправника на перевезення живих тварин (Shipper`s Certification for Live Animals). Оформленням цього документа вантажовідправник гарантує дотримання усіх правил повітряного перевезення живих тварин. Вантаж має бути відповідним чином підготовлений до повітряного перевезення, обрана відповідна тара та упакування, щоб створити для тварин необхідний життєвий простір і зручності, забезпечено кріплення. Вантаж має бути відповідним чином маркірований.

Вантаж живих тварин проходить в аеропорту всі необхідні види державного контролю. Технологічний процес оброблення живого вантажу в аеропорту має бути якнайшвидшим. Вантаж завозять в аеропорт якнайближче до вильоту й вивозять з аеропорту якомога скоріше після прильоту. Живі тварини перебувають на окремих складах в аеропорту, де треба створити для них усі необхідні умови. Важливо забезпечити необхідний вільний простір, вентиляцію та санітарні умови. Живі тварини потребують обслуговування в аеропорту – поїння, годування, додає кисню в упакування з рибами тощо.

Особлива увага надається сумісності вантажу живих тварин. Умови сумісності вантажу вказані в документі «Правила повітряних перевезень тварин IATA». Живі тварини можуть бути несумісні як між собою, так і з іншими вантажами. Хендлінгові агенти на прохання авіакомпаній дуже жорстко дотримуються обмежень щодо сумісності живих вантажів при плануванні

завантаження рейсу. Наприклад, на вранішній рейс планується завантажити тільки собак, на вечірній – тільки котів. Завантажують живих тварин тільки в підходящі вантажні відсіки ПС. Цю роботу виконує спеціально навчений персонал.

Забезпечення цілості спеціальних вантажів залежить від дії зовнішніх та внутрішніх факторів та створення для них сприятливих умов навколишнього середовища при зберіганні, застосуванні принципів системності при організації масового обслуговування, а також інноваційних логістичних технологій та новітніх підходів у моделюванні.

На основі дисертаційного дослідження І. В. Василенка щодо оцінювання впливу специфічних властивостей вантажів [69, с. 60–61] ми визначили передумови попередню оцінки впливу специфічних властивостей вантажів на умови їх зберігання в аеропорту, які представлено в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Передумови попереднього оцінювання впливу специфічних властивостей вантажів на умови їх зберігання в аеропорту
(доповнено автором за [69, с. 60–61])

Характерні специфічні властивості вантажу	Внутрішні фактори, що впливають на стан та цілість вантажу	Умови безпечного зберігання в аеропорту
1	2	3
Небезпечні	Фізико-хімічні властивості. Можливість хімічної реакції	Забезпечення необхідного температурного режиму, вологості, вентиляції. Обережне поводження з вантажами, що знаходяться під тиском, захист від механічних навантажень, поштовхів, ударів, падіння, забезпечить сумісність з іншими небезпечними вантажами
Швидкопсувні	Біохімічні процеси	Забезпечення необхідного температурного режиму, окреме зберігання вантажів, що потребують різного температурного режиму, забезпечення необхідного рівня вологості, складу атмосфери, вентиляції, захист від сторонніх запахів, створення необхідних санітарних умов, захист від механічних навантажень, забезпечення сумісності з іншими швидкопсувними вантажами, за необхідності - заміна холодоагентів

1	2	3
Живі	Процеси життєдіяльності живих організмів (дихання, травлення та ін.)	Забезпечення необхідного температурного режиму, й рівня вологості, вентиляції, захист від протягів, захист від сторонніх запахів, створення необхідних санітарних умов, захист від механічних навантажень, забезпечення сумісності з іншими живими тваринами, своєчасне обслуговування вантажу (поїння, годування тощо)
Цінні	Велика вартість вантажу. Можлива чутливість до температури, вологи, світла	Забезпечення необхідного температурного режиму й необхідного рівню вологості, вентиляції, захист від механічних навантажень, захист від несанкціонованого доступу, організація відповідного обліку вантажів
Великі розміри та маса	Інерційність, вплив сили тяжіння на переміщення вантажу, великий тиск на площу опори	Дотримання умов правильного розміщення вантажів, навантажувально-розвантажувальних робіт, швартування. Захист від механічних навантажень, поштовхів, ударів, падіння
Наявність сильного та/або неприємного запаху, вологи, пилу	Сильний та/або неприємний запах, здатність виділяти вологу, пил	Забезпечення необхідного температурного режиму, вологості, вентиляції, а також сумісності вантажів. Захист від механічних навантажень, поштовхів, ударів, падіння
Людські останки	Наявність отруйних речовин. Можлива інфекційна небезпека. Можлива велика маса.	Забезпечення необхідного температурного режиму, вологості, вентиляції, сумісності вантажів. Створення необхідного санітарного стану складу. Захист від механічних навантажень, поштовхів, ударів, падіння. Дотримання умов правильного розміщення вантажів, навантажувально-розвантажувальних робіт, швартування

Основне завдання забезпечення зберігання спеціальних вантажів в аеропорту – забезпечити знаходження вантажу в контрольованому стані, тобто в стані, в якому він залишається придатним для транспортування та не створює небезпеки при перевезенні, в тому числі в мультимодальних доставках за участю авіаційного транспорту.

Наслідки неконтрольованого стану спеціального вантажу розглянуто І. В. Василенко у [69, с. 78–82]. Можемо сказати, що враховуючи описані в цьому дослідженні наслідки та за результатом наших наукових пошуків, вони можуть

включати такі обставини, як виникнення вибуху, пожежі, пошкодження та знищення транспортного засобу, складів, інших вантажів, забруднення навколишнього середовища, знищення людей і тварин, погіршення якості або повна втрата вантажем своїх властивостей, забруднення транспортного засобу, складів, погіршення здоров'я персоналу, критичні навантаження на конструкцію транспортних засобів та засобів механізації, втрата керованості транспортним засобом.

Систематизувавши всі наведені вище закономірності формування вантажопотоків в аеропортах ми визначили ключові аспекти управління вантажопотоком в аеропорту, представлені на рис. 2.10.



Рис. 2.10. Ключові аспекти управління вантажопотоком в аеропорту

Джерело: сформовано автором

Забезпечення якісного управління складами аеропорту створює умови для залучення обслуговування вантажопотоків спеціальних вантажів. Залучення цих вантажопотоків економічного вигідне для аеропорту, оскільки ці вантажопотоки є більш «дорогими», ніж звичайний вантаж, і від їх обслуговування аеропорт отримує економічну вигоду. До того ж наявність в аеропорту більш різноманітних умов для зберігання та обслуговування всіляких категорій вантажу приваблює авіакомпанії до співпраці з цим аеропортом, сприяє зростанню вантажопотоку спеціальних вантажів та зростанню ролі аеропорту як вантажного хабу в своєму регіоні.

Поряд із загальними технологічними процесами технологія обслуговування спеціальних вантажів включає більше окремих видів контролю, специфічну документацію як на одну вантажну партію, так і в цілому на рейс, притаманну тільки цьому вантажопотоку, необхідні температурні, вологісні та інші умови зберігання, певні засоби контролю стану вантажу, в разі необхідності – обслуговування вантажу в процесі зберігання, надійніші заходи забезпечення безпеки вантажу.

Управління ризиками при обслуговуванні спеціальних вантажів в аеропорту, може включати управління транспортабельним станом вантажу, управління швидкістю оброблення вантажу та управління безпекою обслуговування вантажів. При цьому враховують мультимодальні аспекти доставки, необхідність застосування логістичних технологій та рішень.

Беручи до уваги наукові надбання Т. Ю. Габрієлової [215] та І. В. Василенка [69] щодо аспектів управління ризиками при обслуговуванні спеціальних вантажів на авіаційному транспорті, слід сказати, що утримання вантажу в транспортабельному стані є однією з основних умов його цілісності, тому всі процеси обслуговування спеціального вантажу в аеропорту мають бути спрямовані на підтримку транспортабельного стану вантажу та моніторинг його стану.

Підтримка транспортабельного стану вантажу досягається за відповідних умов зберігання та своєчасного його обслуговування, моніторинг стану вантажу

здійснюється за допомогою спеціальних засобів контролю. Забезпечення швидкості обслуговування вантажу залежить від удосконалення технологій обслуговування вантажів, своєчасного оброблення інформації про вантаж та необхідних умов його зберігання. Забезпечення безпеки оброблення різних категорій вантажу в аеропорту залежить від суворого дотримання міжнародних і національних нормативних документів та угод, дотримання обмежень на перевезення, сертифікації всіх технологічних процесів оброблення вантажу, залучення сертифікованого персоналу до всіх процесів його оброблення в аеропорту. Завдяки впровадженню сучасних інформаційних технологій підвищується ефективність та якість обслуговування в аеропорту, збільшиться його пропускна спроможність.

Особливості інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту передбачають використання різноманітних інформаційних засобів. Одним із ключових із них є Інтернет речей. Інтернет речей (IoT) – це сучасна система взаємопов'язаних цифрових пристроїв, машин, об'єктів або людей, які мають відповідні унікальні ідентифікатори за допомогою яких здійснюють передачу та обмін даними через мережу, без необхідності спілкування між людьми [216]. IATA запропоновано використовувати «Стандартні операційні процедури обмін даними IoT. Інтерактивний вантаж» (SOP) [217]. Цим документом визначаються операційні кроки, які зацікавлені сторони в ланцюзі постачання повітряних вантажів повинні дотримуватися під час збирання даних через пристрої Інтернету речей та обміну ними з іншими учасниками процесу доставки.

Складова IoT на авіаційному ринку, за прогнозами до 2031 року [218], становитиме 8,6 млрд дол. США. Тобто прогнозується зростання цієї складової більш ніж у 6 разів. Хоча багато в чому Інтернет речей в авіації стосуватиметься управління повітряним рухом, а також пасажирської складової як для авіаперевізників, так і для аеропортів, вантажні перевезення він також значним чином змінить. Технологія відстеження Ultra Track, яку використовує Інтернет речей (IoT), якнайкраще реалізує потреби інтернет-магазинів,

постачальників, які відправляють фармацевтичні, швидкопсувні та інші товари, що потребують повної видимості. Ця технологія, інтегрована учасниками IATA Cargo IQ, забезпечує шляхом використання технології Bluetooth через GPS-позиціонування передачу даних щодо температурних, вібраційних та вологісних параметрів у режимі реального часу, що мінімізує загальні ризики пошкодження, затримки чи втрати вантажу [219].

Технологію IoT застосовують також для відстеження стану живих тварин, наприклад коней, добових курчат або швидкопсувного вантажу, такого як інкубаційні яйця, що потребують постійної температури, кисню та світла [220].

Однією зі складових SOP є Модель даних ONE Record, що створює єдиний запис про відправлення та передає дані через стандартизований і захищений веб-API. Він вирішує ключові проблеми електронного вантажоперевезення та створює передумови для глобальної цифровізації індустрії авіаперевезень вантажів, у тому числі й шляхом створення можливостей для нових послуг із доданою вартістю, що визначено одним із ключових пріоритетів за Індустрією 5.0 [174; 217].

Триває активна інтеграція систем e-Freight та електронної авіаційної вантажної накладної (e-Air Waybill), зокрема, створені «Глобальні стандартні операційні процедури (SOP) e-AWB» [221].

На надзвичайну увагу заслуговують стандарти щодо декларації безпеки електронного відправлення (CSD/e-CSD) [222]. Слід, безумовно, погодитися із твердженням Т. І. Олешко та ін., яке викладене у [223], що на цей час в аеропортах все частіше використовують RFID-технології, біометричні технології, рішення на основі технології блокчейн, VR (augmented reality) і AR (virtual reality), хмарні сервіси, технології для оброблення та аналізу «великих даних», системи автоматизації, Інтернет речей.

Застосування «великих даних» може значно спростити процеси аеропортового хендлінгу та оптимізувати використання ресурсів аеропорту, а системи, засновані на використанні RFID-технологій та Інтернету речей при обслуговуванні потоків спеціальних вантажів в аеропорту дають можливість

здійснювати моніторинг стану вантажу на всіх етапах його обслуговування. Аеропорт може управляти вантажопотоками в точках трансформації вантажопотоку, тобто перетворювати його із вхідного вантажопотоку окремих партій вантажу, що надходять в аеропорт у різний час від різних вантажовідправників, на вихідний вантажопотік окремого рейсу.

До управління вантажопотоками в глобальних хабових аеропортах активно залучаються різні види хендлінгових агентів та авіакомпаній, які можуть мати в аеропорту окремі власні вантажні склади, персонал та обладнання для оброблення різних категорій вантажів. У таких аеропортах вантажні термінали відіграють роль логістичних центрів з надання вантажній клієнтурі повного циклу послуг з управління ланцюгами постачань вантажів, у тому числі й спеціальних. Глобальні хабові аеропорти в змозі забезпечити велику швидкість обслуговування спеціальних категорій вантажів завдяки кращому обладнанню, технології та персоналу. Тому глобальні хабові аеропорти є центром тяжіння великих регіонів з обслуговування певних категорій спеціальних вантажів, наприклад вантажів, чутливих до часу й температури: різних видів швидкопсувних, вантажів, квітів, найбільш дорогого сегмента сільськогосподарської продукції та продукції рибальства, а також фармацевтичних вантажів.

У регіональних аеропортах комплекс послуг, які надають аеропорт і хендлінгові агенти клієнтурі, значно менший, можуть бути обмежені можливості аеропорту з обслуговування тієї чи іншої категорії вантажів, що може спричинити навіть зміну маршруту перевезення вантажу.

2.3. Засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності

Відповідно до Звіту щодо глобальних ризиків [224] було визначено особливості виникнення ризиків при зміні вантажопотоків в аеропортах в умовах невизначеності та обумовлено інструменти врахування цих ризиків.

Слід зазначити, що існують групи вантажів з невеликим рівнем ризику – це звичайні генеральні вантажі відомих вантажовідправників. Крім цього є вантажі з великим рівнем ризику. Це, як правило, різні види спеціальних вантажів: небезпечні, швидкопсувні, живі тварини, цінні вантажі, великовагові та негабаритні. Для таких вантажів ризику пов'язані із впливом на перевезення властивостей вантажів. Також на збільшення ризику при перевезенні впливає невідоме джерело відправлення.

Різні види ризиків можуть проявлятися на різних стадіях авіаперевезення. Зазвичай авіаперевезення складається з багатьох операцій, які включають, окрім безпосередньо повітряного перевезення, досить великий комплекс операцій з наземного оброблення вантажів в аеропорту та підготовчих операцій і доставки вантажу аеропорт чи з нього. Тобто авіаційне перевезення фактично має ознаки мультимодального перевезення, а авіаційні операції з оброблення вантажів в аеропорту є складовою частиною загального ланцюга його доставки.

Виведення вантажу з транспортбельного стану може включати пошкодження тари, упакування та маркування вантажу, а також повну або часткову втрату вантажем його властивостей. Перебування вантажу в транспортбельному стані є однією з основних умов забезпечення безпеки його перевезення та цілості.

На рис. 2.11 подано ознаки транспортбельності вантажу при перевезенні авіаційним транспортом.

Продовжуючи наукове дослідження Т. Ю. Габрієлової [215], можемо сказати, що операції з наземного оброблення вантажів в аеропорту найбільш тривалі й мають найбільшу вартість як за часом, так і за необхідністю використання обладнання та трудових ресурсів у всій технології авіаційного перевезення. Кількість операцій наземного обслуговування вантажів може змінюватися залежно від виду вантажу та його властивостей. Залежно від технології змінюється склад обладнання та ресурсів аеропорту, що застосовуються для обслуговування певного виду вантажу. Авіаційне перевезення вантажів здійснюється декількома способами: на пасажирських

літаках у порядку їхнього дозавантаження; на вантажних літаках. На різних рейсах використовуються літаки різних типів, що може вплинути на появу обмежень на транспортні характеристики вантажу. Прояв певних видів ризиків виникає на різних етапах ланцюга доставки вантажу за участю авіаційного транспорту.

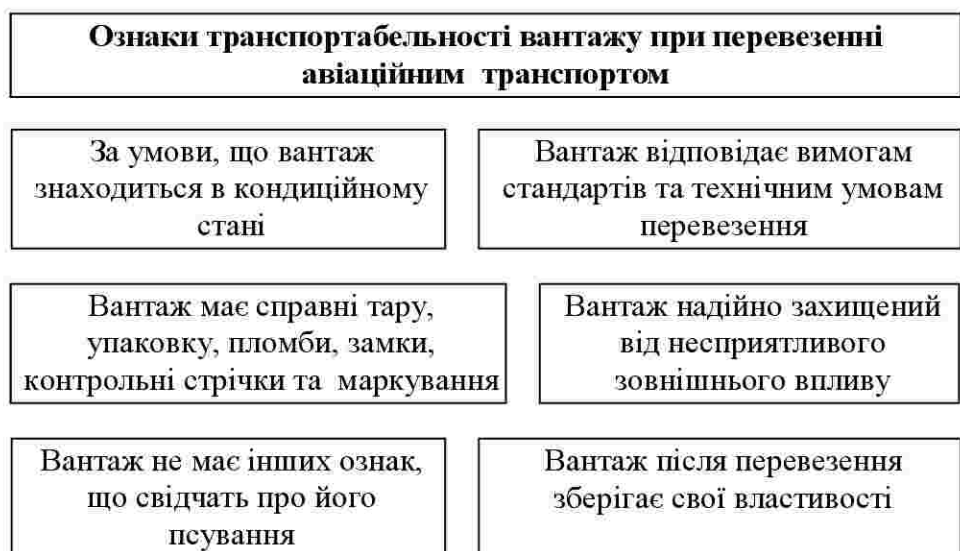


Рис. 2.11. Ознаки транспортабельності вантажу при перевезенні авіаційним транспортом

Джерело: сформовано автором

Як розвиток ідеї, сформульованої Т. Ю. Габрієловою [215], охарактеризовано види ризиків у процесі перевезення вантажу авіатранспортом та причини їх появи, що показано у табл. 2.9. Як уже зазначалося, прояв певних видів ризиків можливий на будь-якому етапі ланцюга доставки вантажу за участю авіаційного транспорту, однак найбільша ймовірність виникнення ризиків спостерігається в точках передачі вантажу від одного учасника транспортного процесу до іншого, в точках перевантаження вантажу й приймання-здачі вантажу та в місцях трансформації вантажопотоків. Ці точки можна вважати контрольними для виявлення ризикових ситуацій та вжиття заходів щодо запобігання ризикам або ліквідації наслідків виникнення ризикових ситуацій з вантажем.

Види ризиків у процесі перевезення вантажу авіатранспортом та причини їх
появи
(сформовано автором за [215])

Вид ризику	Причини появи
1	2
Ризик відмови в перевезенні вантажу виникає на етапі приймання вантажу до авіаційного перевезення	Причиною появи цього ризику є неправильне планування авіаційного перевезення або порушення підготовки вантажу до авіаційного перевезення. Зокрема, вантаж за своїми властивостями не перевозитися повітряним транспортом, якщо партія вантажу сформована таким чином, що не може бути перевезена своєчасно, обраний маршрут перевезення та тип повітряного судна (ПС), не заброньовано тоннаж для перевезення цього вантажу. При підготовці вантажу до перевезення причиною виникнення відмови у перевезенні вантажу може бути неправильний вибір тари та упакування для повітряного перевезення, неправильне маркування вантажу, об'ємно-масові характеристики вантажу не збігаються з параметрами ПС, на яких буде виконуватися перевезення, неправильно оформлені документи на вантаж
Ризик конфіскації вантажу	Може виникати при проходженні вантажем певних видів державного контролю в аеропорту, якщо існують заборони державних органів на експорт, імпорт або транзит певного вантажу, або, наприклад, коли швидкопсувний вантаж зіпсований настільки, що його не можна використати за початковим призначенням. Також причиною виникнення цього ризику може бути неправильно оформлена товаросупровідна документація на вантаж, зокрема відсутність різних дозволів та сертифікатів
Ризик пошкодження вантажу	Є одним з основних видів ризиків при перевезенні вантажу. Може виникнути на будь-якому етапі технологічного процесу. Причиною його виникнення може бути неправильне планування перевезення та неправильна підготовка вантажу до авіаційного перевезення, неправильна технологія навантажувально-розвантажувальних робіт, невідповідні умови зберігання та перевезення вантажу, несвоєчасне обслуговування вантажу, порушення умов сумісності вантажу
Ризик неможливості вантажу витримати повітряне перевезення	На вантаж у процесі перевезення діє певна низка зовнішніх факторів, які можуть вплинути на стан вантажу. Цей ризик проявляється, як правило, у спеціальних категорій вантажів, наприклад живих тварин або швидкопсувних, або деяких видів небезпечних вантажів. При повітряному перевезенні живих тварин їхній стан може значно погіршитися, або вони можуть себе неадекватно поводити, що може призвести до фатальних наслідків. Деякі види швидкопсувних вантажів мають настільки короткий термін зберігання, навіть менший, ніж тривалість повітряного перевезення. Появи такого виду ризику слід передбачати ще на етапі планування повітряного перевезення, оскільки не врахування його може призвести до псування вантажу та збитків.
Ризик втрати документів на вантаж	Виникає при порушенні процедур приймання-здачі вантажу, порушенні обліку вантажу в різних учасників транспортного процесу. Вплив цього виду ризику значно знижується при введенні електронного документообігу при вантажних перевезеннях

1	2
Ризик повної або часткової втрати вантажу	Також може виникнути на будь-якому етапі перевезення вантажу. Причиною його виникнення можуть бути порушення технології виконання окремих технологічних операцій з оброблення вантажу, неправильне зберігання його, неправильне оформлення документації на вантаж, порушення обліку вантажу та проходження інформації про вантажне завантаження на різних етапах технологічного процесу.
Ризик виведення вантажу з транспортабельного стану	Може статися як під час наземного оброблення вантажу, так і безпосередньо при повітряному перевезенні. Причиною виникнення цього виду ризику є порушення технології оброблення та умов зберігання вантажу. Якщо вантаж втратив транспортабельний стан, то для його подальшого перевезення необхідне його обслуговування: переупакування, переформування вантажних одиниць, маркування, заміна холодоагентів тощо. Інколи подальше перевезення вантажу стає неможливим
Ризик засилання вантажу не за призначенням	Виникає при помилках в оформленні документів, неправильному маркуванні вантажу, неправильному обліку вантажу та проходженні інформації при вантажних авіаперевезеннях. Приводить до додаткових втрат, пов'язаних з поверненням вантажу. Може бути також причиною втрати вантажу
Ризик виникнення небезпеки при перевезенні	Може бути пов'язаний як з властивостями вантажів, зокрема небезпечними, так і з їхніми об'ємно-масовими характеристиками. Може виникнути на будь-якому етапі перевезення, особливо при проведенні навантажувально-розвантажувальних робіт. Засобами запобігання виникненню цього виду ризику є дотримання умов прийняття вантажу до перевезення повітряним транспортом, забезпечення відповідних умов зберігання вантажів такого виду, врахування сумісності вантажів, дотримання технології виконання навантажувально-розвантажувальних робіт, правильне планування завантаження рейсу, дотримання центрування ПС, швартування та кріплення вантажів
Ризик помилкового завантаження/вивантаження вантажу	Виникає при завантаженні чи розвантаженні ПС та пов'язаний з порушенням умов приймання-здачі вантажу, неправильним оформленням рейсової документації, втратою документів на вантаж, неправильним плануванням вантажного завантаження рейсу
Ризик затримки або припинення перевезення	Може виникнути на будь-якому етапі перевезення й може бути пов'язаний як з технологічними процесами повітряного перевезення, так і вимогами державних органів. Причинами виникнення цього виду ризику є неправильне планування перевезення, неправильна підготовка вантажу до перевезення, пошкодження вантажу, необхідність його обслуговування. Причиною затримки або припинення перевезення можуть бути також форс-мажорні обставини та перебої, які можуть виникнути в аеропорту або в перевізника, зокрема брак пропускнуої спроможності аеропорту або брак вільного тоннажу в перевізника
Ризик виникнення додаткових витрат на перевезення	Може виникнути на будь-якому етапі перевізного процесу, може бути пов'язаний з неправильними розрахунками плати за перевезення, необхідністю додаткового обслуговування вантажу в процесі перевезення або зберігання в аеропорту.

Прояв виникнення ризиків у ланцюгу доставки вантажу може бути миттєвим, тобто ризик виникає відразу при виконанні тієї чи іншої операції. Наприклад, пошкодитися вантаж може при проведенні будь-яких навантажувально-розвантажувальних робіт із ним внаслідок падіння, струсу, поштовху, його неправильного штабелювання тощо.

В іншому разі ризикова ситуація може виникнути й поступово та проявитися значно пізніше на інших ділянках у ланцюгу доставки вантажу, тобто ризик має пролонгований характер. Прикладом є виникнення ризику псування швидкопсувного вантажу, який упаковується за допомогою холодоагентів. Після закінчення дії холодоагентів виникає ризик псування вантажу, який може проявитися на інших ділянках процесу перевезення. Він поступово зростає, і ситуація з критичної може стати катастрофічною, тобто призвести до повної втрати вантажем його властивостей. Особлива складність при цьому виникає через забезпечення доставки у мультимодальних транспортних системах.

Для запобігання псуванню вантажу потрібно своєчасно замінити холодоагенти, тобто обслужити вантаж, що має бути передбачено у процесі доставки. Також прикладом виникнення такого виду ризику є недотримання температурних, вологісних та інших умов, вентиляції або сумісності вантажів при їхньому зберіганні на складах або під час перевезення. Ці аспекти доставки детально описано в дисертаційному дослідженні І. В. Василенка [69].

Іншим прикладом є формування вантажних одиниць для перевезення авіатранспортом. При неправильному виборі об'ємно-масових характеристик вантажу вони можуть не збігтися з параметрами вантажних відсіків ПС, на яких буде виконуватися перевезення. Це може проявитися вже безпосередньо при завантаженні літака, коли час прийняття рішення вкрай обмежений, що може спричинити ризик затримки вантажу, необхідність переформування вантажних одиниць, а також виникнення додаткових витрат. Методичні рекомендації формування вантажних одиниць при перевезенні вантажів авіатранспортом описані Т. Ю. Габрієловою та С. Л. Литвиненком [225].

Враховуючи наукові публікації з проблематики формування стратегічного розвитку аеропортів, зокрема [226], а також керуючись принципами, визначеними ключовими стратегічними документами розвитку ДП МА «Бориспіль» та КП МА «Київ» (Жуляни) [227–231], ми розробили карти ризиків щодо обслуговування спеціальних та генеральних вантажів у ДП МА «Бориспіль» та КП МА «Київ» (Жуляни) згідно з оцінкою експертів. Було взято 5 категорій спеціальних вантажів – небезпечні, швидкопсувні, живі тварини, цінні, інші спеціальні вантажі, а також виділено генеральні вантажі. Проаналізувавши табл. 2.7, укрупнивши її та узагальнивши, представили 6 груп ризиків, які найбільше впливають на різні категорії вантажів:

Ризик № 1. Ризик пошкодження вантажу.

Ризик №2. Ризик виникнення небезпеки при перевезенні.

Ризик №3. Ризик виведення вантажу із транспортабельного стану.

Ризик №4. Ризик затримки або припинення перевезення.

Ризик №5. Організаційні ризики – конфіскація, втрата документів, помилкове завантаження, засилання.

Ризик №6. Ризик виникнення додаткових витрат при перевезенні.

За кожним ризиком діє п'ятибальна оцінювальна шкала, де оцінка «1» – мінімальний рівень ризику, а оцінка «5» – максимальний рівень ризику. Вага кожної складової також визначали експерти в межах 1 (100%) сумарно на всі види ризиків за тією чи іншою категорією вантажів.

Карти ризиків щодо обслуговування спеціальних та генеральних вантажів у ДП МА «Бориспіль» та МА «Київ» (Жуляни) представлені, відповідно, на рис. 2.12 та 2.13. Аналізуючи дані, бачимо, що найбільший ризик пошкодження товару стосується небезпечних та швидкопсувних вантажів, а також живих тварин. Ризик же пошкодження цінних вантажів дещо нижчий, оскільки ці вантажі ретельніше оберігаються під час перевезення. Крім того, особливо цінні вантажі – це фактично одиничний товар, і їхня доставка є фактично індивідуалізованою. У швидкопсувних вантажів значними є ризики виведення вантажу з транспортабельного стану та додаткових витрат.

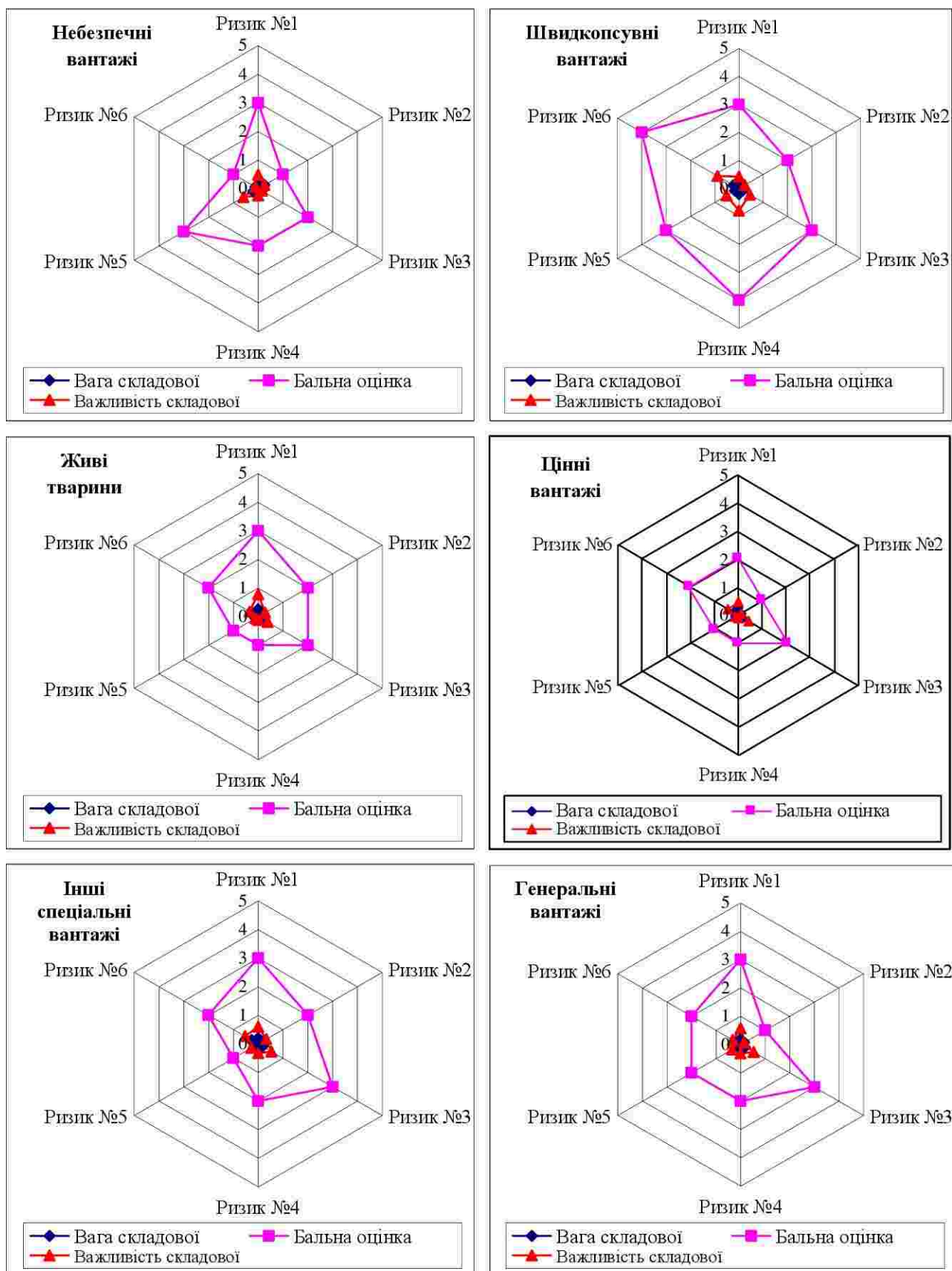


Рис. 2.12. Карти ризиків щодо обслуговування спеціальних та генеральних вантажів у ДП МА «Бориспіль»
Джерело: сформовано автором

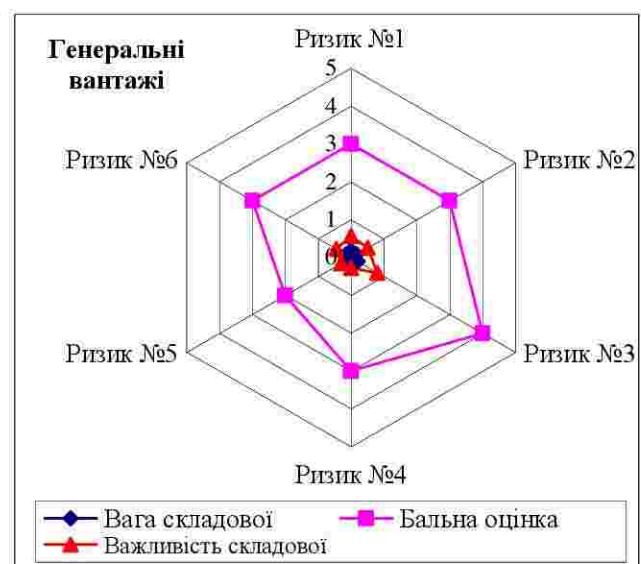
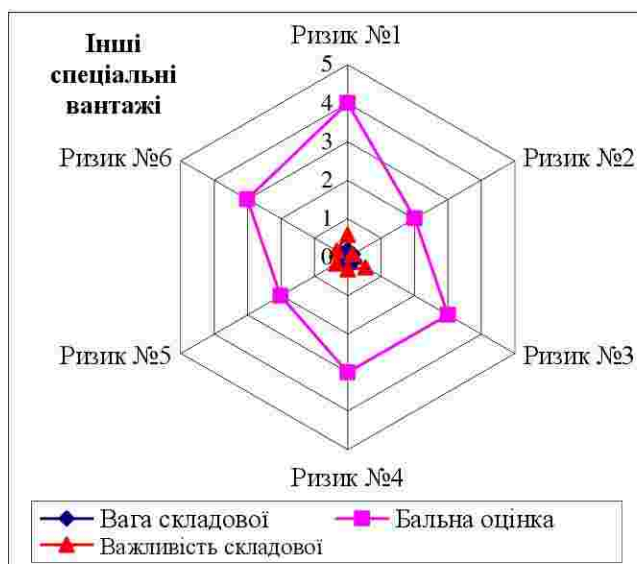
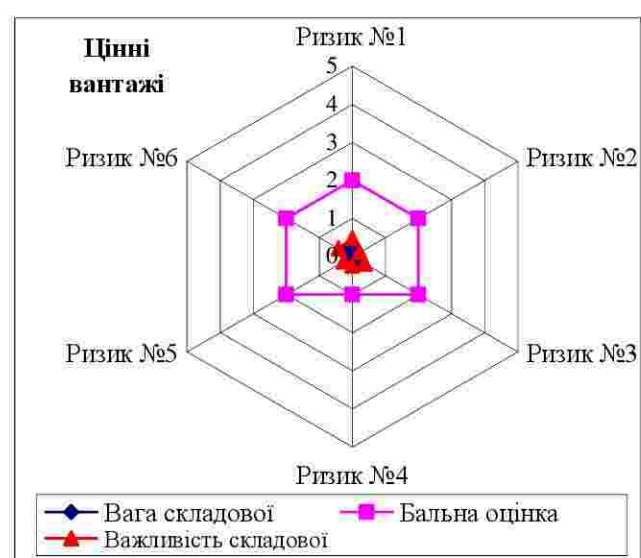
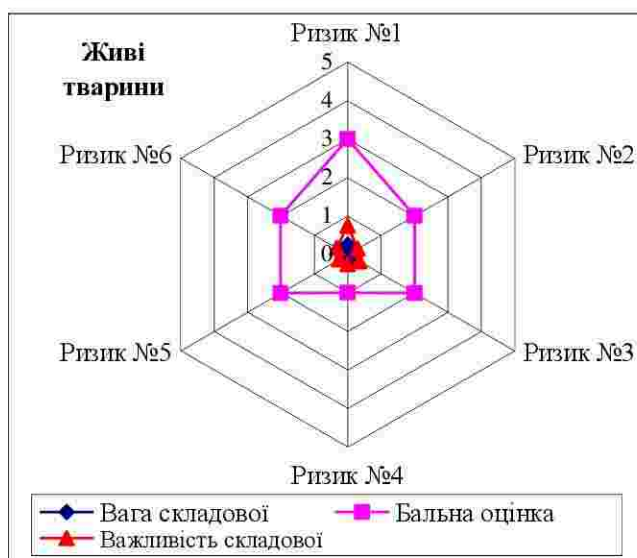
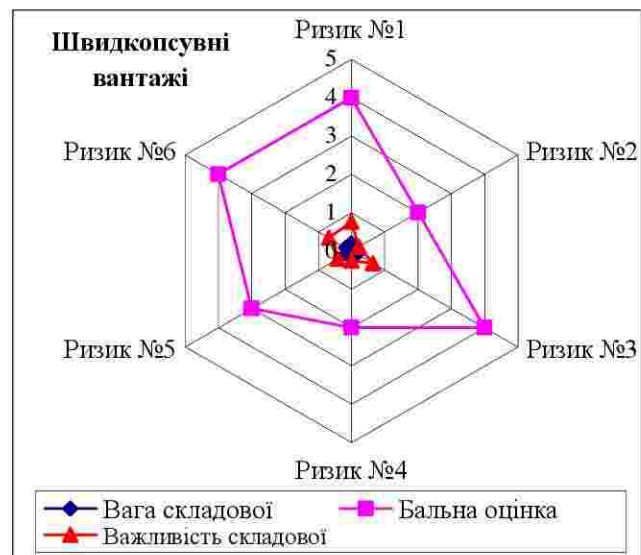
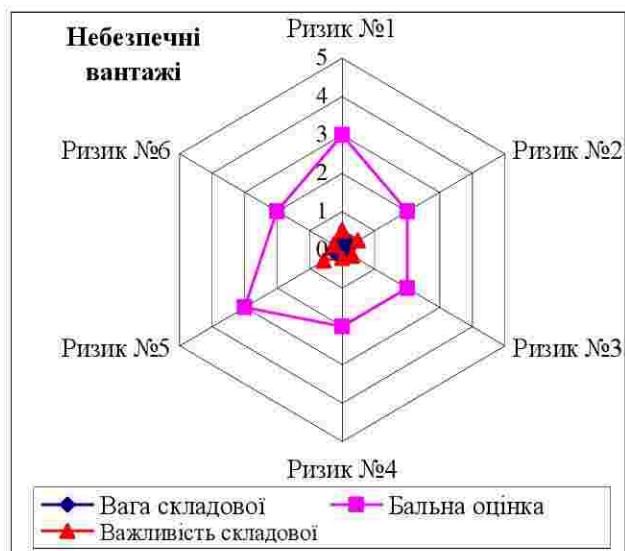


Рис. 2.13. Карти ризиків щодо обслуговування спеціальних та генеральних вантажів МА «Київ» (Жуляни)

Джерело: сформовано автором

Як видно, ризики обслуговування переважної більшості категорій вантажів у МА «Київ» (Жуляни) суттєво вищі, ніж у ДП МА «Бориспіль». Це пояснюється гіршою організацією процесу обслуговування вантажів у першому аеропорту, наявністю менших вантажних потоків, використанням застарілого обладнання та технічних засобів, відсутністю інноваційних логістичних технологій та рішень, а також якісних підходів до процесів моделювання. Важливим засобом для запобігання виникненню ризиків є початковий етап перевезення вантажу, а саме планування та підготовка вантажу до перевезення. Ці операції закладають основу для безпечного, швидкого та цілісного перевезення вантажу. Умови невизначеності при обслуговуванні вантажопотоку в аеропорту призводять до збільшення ймовірності виникнення певних видів ризиків. Класифікацію умов невизначеності, що виникають при обслуговуванні вантажопотоків в аеропорту, представлено на рис. 2.14.

Відомий відправник вантажу відповідно до визначення, що надається у документі ІКАО «Глобальні вантажні авіап перевезення. Рекомендації щодо безпечного ланцюга доставки авіавантажу та пошти та спрощення формальностей», – це юридична особа, яка визнана в ряді держав як суб'єкт, що відповідає конкретним вимогам безпеки [232].

Щоб зменшити виникнення ризиків, а також прискорити процеси оброблення вантажу в аеропортах, ІКАО запропоновано інструмент у вигляді захищеного ланцюга доставки, надійність якого гарантується контролем в пункті відправки або в проміжному пункті до доставки в аеропорт. Він забезпечує дотримання існуючих зобов'язань учасниками ланцюга доставки, чіткий розподіл витрат і відповідальності між ними, а також забезпечення захисту вантажу на початку ланцюга для зменшення навантаження на експлуатантів ПС. Крім цього, оптимізується вантажопотік шляхом зменшення затримок при забезпеченні стандартних безпекових заходів [232; 233].

У практиці діяльності закордонних авіаперевізників існують випадки, коли спеціальний вантаж протягом тижня неможливо було завантажити на рейс у зв'язку з браком вільних ємностей у перевізника.



Рис. 2.14. Класифікація умов невизначеності, що виникають при обслуговуванні вантажопотоків в аеропорту

Джерело: сформовано автором

Інші випадки збоїв при доставленні спеціальних вантажів були пов'язані з несправністю вантажного люка ПС, коли вантаж неможливо було вивантажити в аеропорту призначення та завантажити інший вантаж. На визначення комерційного завантаження рейсу впливає й робота служб вантажного терміналу аеропорту. Це також може призвести до накопичення вантажів на складах аеропорту в певних напрямках, створення перебоїв у роботі аеропорту.

Погоджуючись із думками, висловленими у [234], та продовжуючи їх можемо відзначити, що останніми роками спорстерігається зростання вимог до швидкості обслуговування вантажних перевезень в аеропорту, що включає також безпомилкове обслуговування вантажних партій та вантажної документації. Це сприяє активізації залучення авіації до мультимодальних транспортних систем. Зростання цих вимог пов'язано з активною участю авіаційного транспорту в ланцюгах постачань вантажів, які потребують швидкої доставки, зокрема продукти для охорони здоров'я, термочутливі вантажі, товари електронної торгівлі.

Процеси наземного обслуговування вантажів в аеропорту тривають значно довше, ніж саме авіаперевезення. З практики роботи вітчизняних та закордонних аеропортів випливає, що наземне обслуговування вантажів в аеропортах може займати від декількох годин до декількох діб. На швидкість обслуговування вантажів в аеропорту впливає як організація та технологія процесів так і проходження різних типів формальностей, особливо митних. Збільшення часу на наземне обслуговування вантажів в аеропорту може призвести до втрати вантажних потоків та їх переходу на інші види транспорту. За рекомендаціями ІКАО та ВТО, час на наземне оброблення вантажу в аеропорту відправлення може становити 2, 4, 6 та 8 годин до відправлення повітряного судна. На можливості обслуговування вантажопотоку в аеропорту також впливає його нерівномірність, що характеризує коливання обсягів вантажопотоку протягом певного часу. Прогнозування нерівномірності вантажопотоку необхідне для того, щоб забезпечити можливість його обслуговування в аеропорту, створивши резерв пропускної спроможності

ресурсів аеропорту та провізної спроможності повітряних суден авіаперевізників. Зменшити часові рамки доставки можна через використання моделювання. На рис. 2.15 показано місця посилення впливу невизначеності та ризиків при обробленні вантажів в аеропорту.

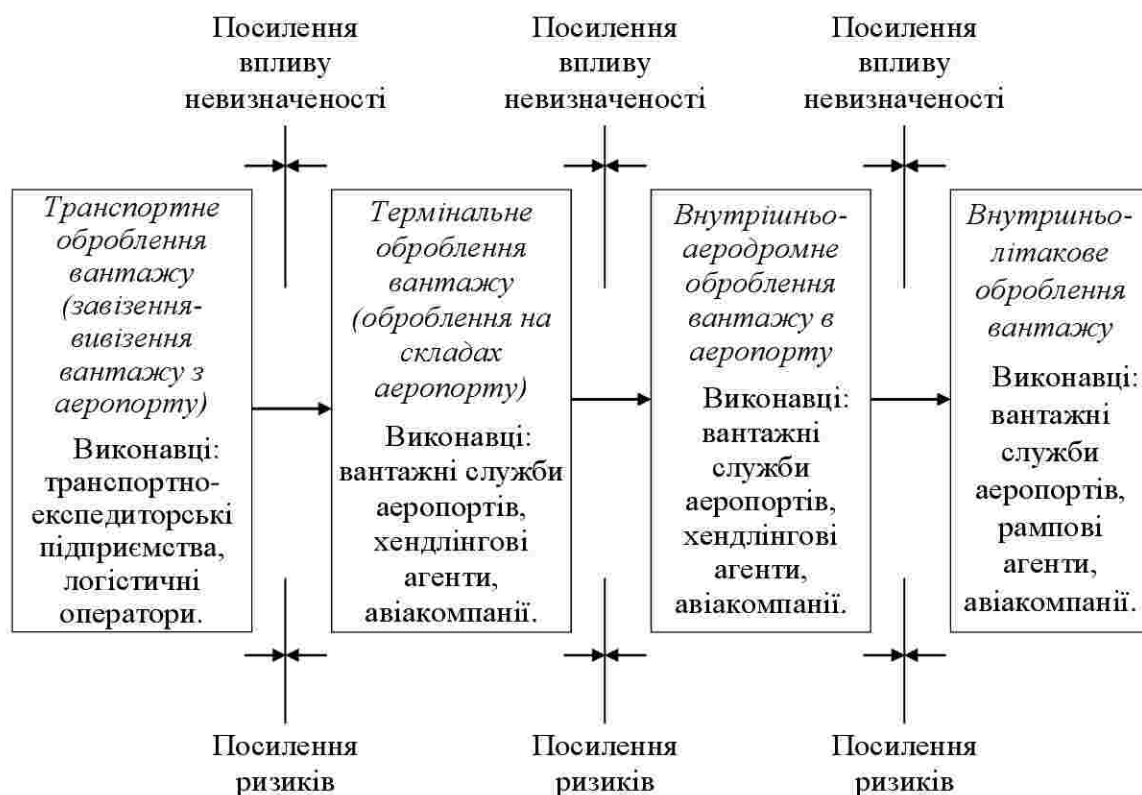


Рис. 2.15. Місця посилення впливу невизначеності та ризиків при обробленні вантажів в аеропорту

Джерело: сформовано автором

Показником нерівномірності вантажопотоку є коефіцієнт нерівномірності, який розраховують як відношення максимального значення обсягу оброблення вантажів в аеропорту за певний період до його середнього значення.

Вантажопотоки багатьох аеропортів світу мають яскраво виражену сезонність. Це може бути пов'язано, зокрема, з перевезенням сільськогосподарської продукції або продукції рибальства. Також на сезонність вантажопотоків в аеропорту можуть впливати сезонні обсяги перевезень побутових товарів, наприклад, у новорічний період. Оскільки аеропорт працює з обслуговуванням вантажопотоків не тільки збоку міста а й збоку перону,

певний вплив на нерівномірність вантажопотоку аеропорту та його сезонність має розклад руху повітряних суден перевізників.

Також на структуру вантажопотоку впливає його розмір у прямому та зворотному напрямках, тобто його збалансованість. Більшість вантажопотоків авіаперевізників однобічні, тобто має місце незавантаженість у прямому чи зворотному напрямку. Для того щоб підвищити ефективність роботи перевізників та аеропортів, застосовують різні методи залучення додаткових вантажопотоків у недостатньо завантажених напрямках.

2.4. Формування системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту

Загалом транспортно-експедиторське обслуговування вантажів в аеропортах є зовнішнім хендлінгом по відношенню до всього процесу оброблення вантажів в аеропорту, а отже, за своїм змістом та характером послуг воно багатоваріантне. Це залежить від дуже різної структури та обсягів вантажопотоку, в тому числі наявності різноманітних категорій спеціальних вантажів, від чого суттєво змінюються техніко-технологічні аспекти заведення-вивезення та процесів обслуговування вантажу [235, с. 188–190].

Це впливає на різну періодичність виконання транспортно-експедиторського обслуговування. Транспортно-експедиторські підприємства та логістичні оператори мають різну технічну оснащеність, що впливає на різні можливості з обслуговування певного виду вантажу. Транспортно-експедиторські підприємства та логістичні оператори виконують як суто функції заведення-вивезення вантажів на транспортний вузол, так і функцій з підготовчо-заключного обслуговування вантажопотоків, таких як планування процесу перевезення, вибір маршруту та транспортного засобу, підготовка вантажу до перевезення, оформлення необхідних транспортних та товаросупровідних документів [235, с. 190–192].

На сучасному етапі розвитку логістики проявляється тісний взаємозв'язок планування ланцюга доставки вантажів з технологічними процесами їх

обслуговування. Також слід сказати проінформатизацію процесів перевезення та обслуговування вантажів [235, с. 192–193].

Ключовою стає тенденція щодо налагодження співробітництва вітчизняних експедиторів з міжнародними логістичними операторами щодо їх залучення в перевізний процес у мультимодальних транспортних системах [236]. Логістичні принципи транспортно-експедиторської діяльності надзвичайно важливі, з їх застосуванням максимально підвищиться ефективність процесу доставки вантажів [237]. Однією з ключових проблем транспортного експедирування залишається неякісна процедура зберігання, перевезення та передачі вантажу [238]. Посилюється значення транспортно-експедиційного обслуговування вантажопотоків в управлінні ланцюгами поставки споживчої цінності [239]. Формування раціональної технології при організації перевезень стає фундаментально важливим питанням [240].

Основні види наземного обслуговування вантажів при перевезенні повітряним транспортом виконуються у вантажних терміналах аеропортів. В аеропорту здійснюється інтеграція вхідних та вихідних вантажопотоків. Більшість вантажопотоків у сучасних аеропортах – це перевезення вантажів як дозавантаження на пасажирських рейсах. Від того, як організовано процеси обслуговування вантажопотоків в аеропорту, залежить ефективність авіаперевезень та залучення авіаперевізників до співпраці з аеропортом.

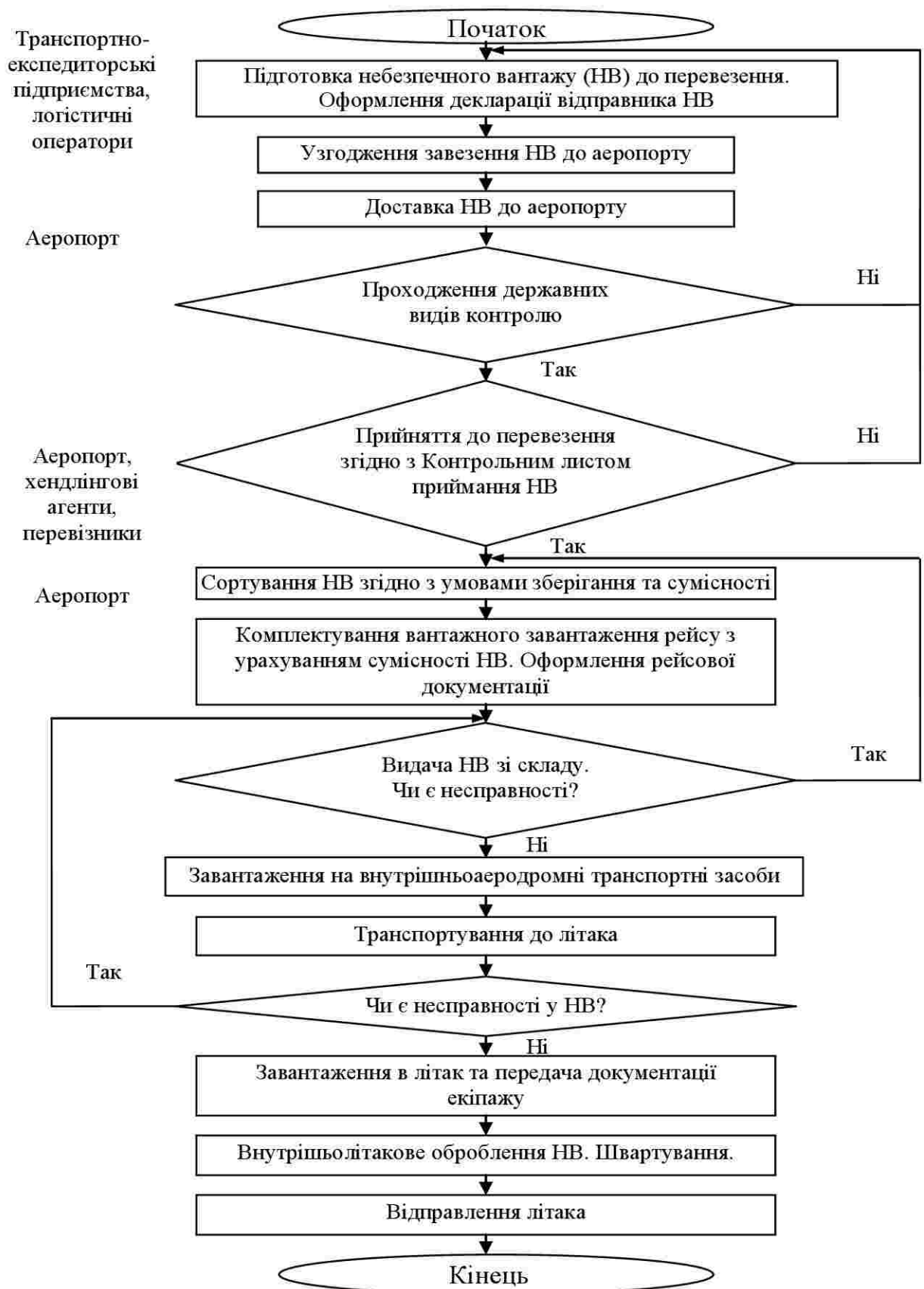
На цей час активно розвивається аеропортовий хендлінг, особливо при обслуговуванні перевезень спеціальних вантажів. У цьому беруть участь служби аеропорту і хендлінгові агенти. Провідні логістичні оператори стали долучатися до розвитку вантажних терміналів аеропортів, побудови складів, застосування сучасних засобів механізації, впровадження інформаційних технологій відстеження та контролю вантажопотоків. Таким чином, стандартний комплекс аеропортових послуг доповнюється сервісними послугами логістичних операторів, а процеси авіаперевезень включаються в логістичні ланцюги доставки вантажу. Лівова частка часу на обслуговування вантажів в аеропорту припадає на термінальне та внутрішньоаеродромне

оброблення. Спеціальні категорії вантажів, як правило, потребують значно більше часу та зусиль на їх обслуговування. А отже, ключовим фактором успішності оброблення вантажу в аеропорту слід вважати час, при обов'язковому дотриманні регламентних технологічних, технічних, безпекових параметрів.

Формування систем управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту вантажів в аеропортах, заснованих на принципах логістики та систем масового обслуговування, залежить багато в чому від виду вантажу, який оброблюється. Очевидно, як зазначалося раніше, наскладніші логістичні технології, рішення та процеси обслуговування в аеропорту вибудовують щодо спеціальних категорій вантажів, особливо небезпечних, швидкопсувних вантажів та живих тварин.

Небезпечні вантажі найбільш технічно складні в обслуговуванні, потребують надзвичайної відповідальності, несуть підвищений ризик на всіх етапах оброблення. Треба розуміти, що для них слід реалізувати найбільш передові системи обслуговування, скоротити до мінімуму час на перероблення та обслуговування, повністю обслужити їх у в першу чергу. Схеми обслуговування небезпечних вантажів потрібно ретельно відпрацювати й максимально синхронізувати процеси перевантаження цієї категорії вантажів. Принципову схему-алгоритм обслуговування небезпечних вантажів у міжнародному аеропорту на відправлення представлено на рис. 2.16.

Особлива увага останнім часом надається створенню умов в аеропорту для обслуговування вантажів, чутливих до часу та температури. До них належать свіжа продукція, охолоджені та заморожені швидкопсувні вантажі, різна фармацевтична продукція. Обслуговування свіжих та охолоджених швидкопсувних вантажів потребує максимального скорочення технологічного процесу та максимізації часу знаходження вантажу в зоні з контрольованою температурою та вентиляцією на складі вантажного терміналу аеропорту, а також адаптивності до мультимодальних транспортних систем.



2.16. Принципова схема-алгоритм обслуговування небезпечних вантажів у міжнародному аеропорту на відправлення

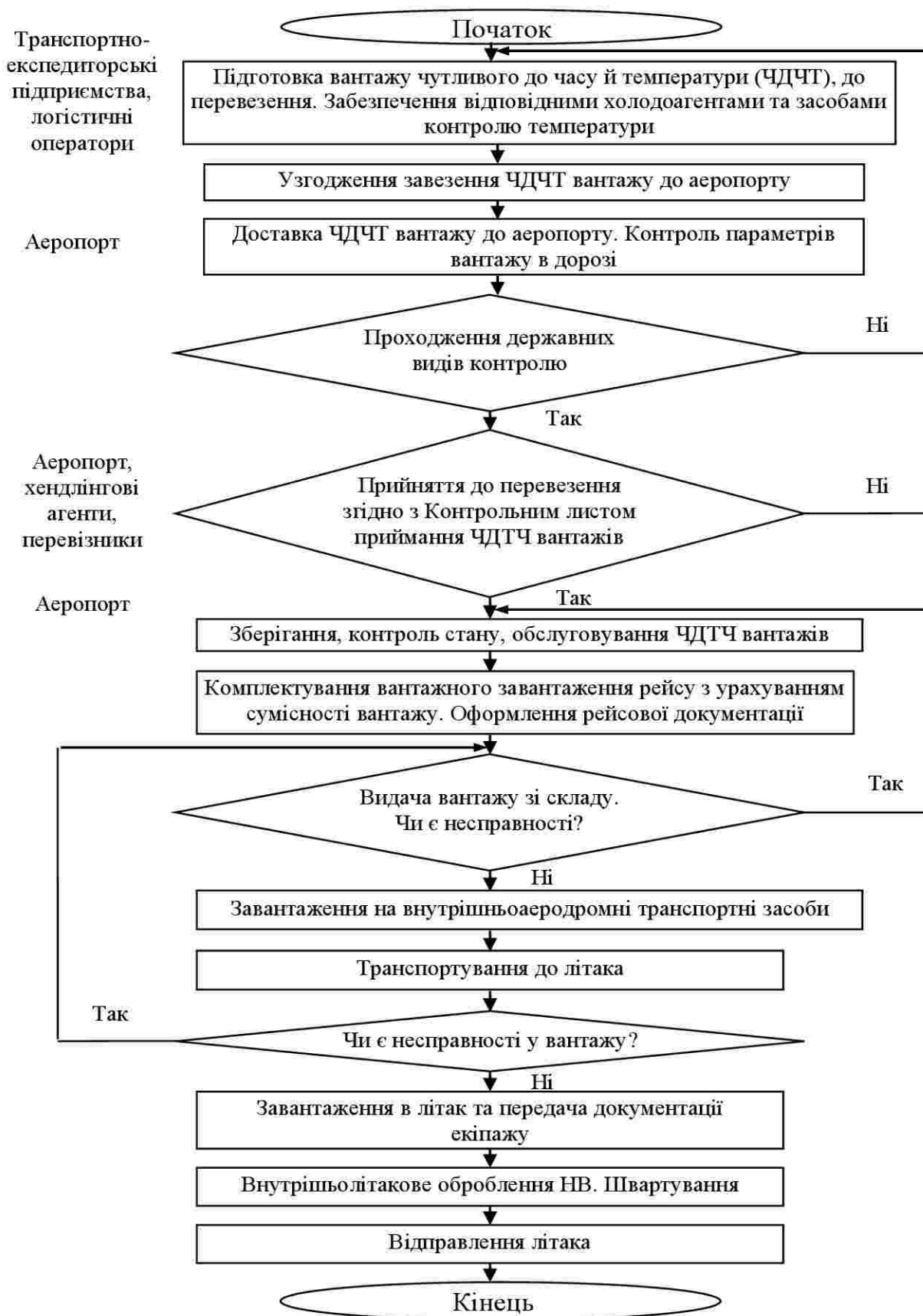
Джерело: сформовано автором

У технологічному процесі обслуговування свіжої та охолодженої продукції проблемним аспектом може стати внутрішньоаеродромне оброблення вантажу, під час якого неможливо забезпечити відповідного температурного режиму. Тому час на виконання всіх операцій транспортування вантажів усередині аеродрому та завантаження у ПС має бути максимально скорочений, вантажі мають бути захищені від небажаних наслідків кліматичних умов. Також для скорочення часу внутрішньоаеродромного транспортування вантажу відповідні склади мають бути максимально наближені до перону.

Сучасні пасажирські літаки мають систему регулювання температури та вентиляції у вантажних відсіках, тому на цьому етапі свіжа та охолоджена продукція має перебувати у припустимих температурних режимах. Одним із заходів збереження якості охолодженої продукції є використання авіаційних ізотермічних контейнерів, у яких протягом певного часу зберігається задана температура. Крім того, деякі види вантажів, що транспортуються у свіжому вигляді, можна віднести до категорії «вологих», що має бути враховано при упакуванні цих вантажів.

Швидкопсувні вантажі, а особливо їхня підгрупа, чутлива до часу та температури, потребують детального аналізу процесу їх обслуговування в міжнародному аеропорту. Так само тут слід врахувати принципи масового обслуговування, мультимодальності та логістизації.

Принципову схему-алгоритм обслуговування чутливих до часу й температури вантажів у міжнародному аеропорту на відправлення подано на рис. 2.17. Відмінності обслуговування небезпечних вантажів та вантажів, чутливих до часу й температури, у міжнародному аеропорту на відправлення з першого погляду на схеми-алгоритми не дуже великі, проте це оманливе враження. Кардинальна відмінність полягає якраз у документальному супроводі, видах контрольних заходів та самій технології зберігання й обслуговування цих категорій вантажів. Як правило, органи, які здійснюють контроль та нагляд за перевезенням вантажів, особливу увагу приділяють аналізу роботи з цими категоріями вантажів.



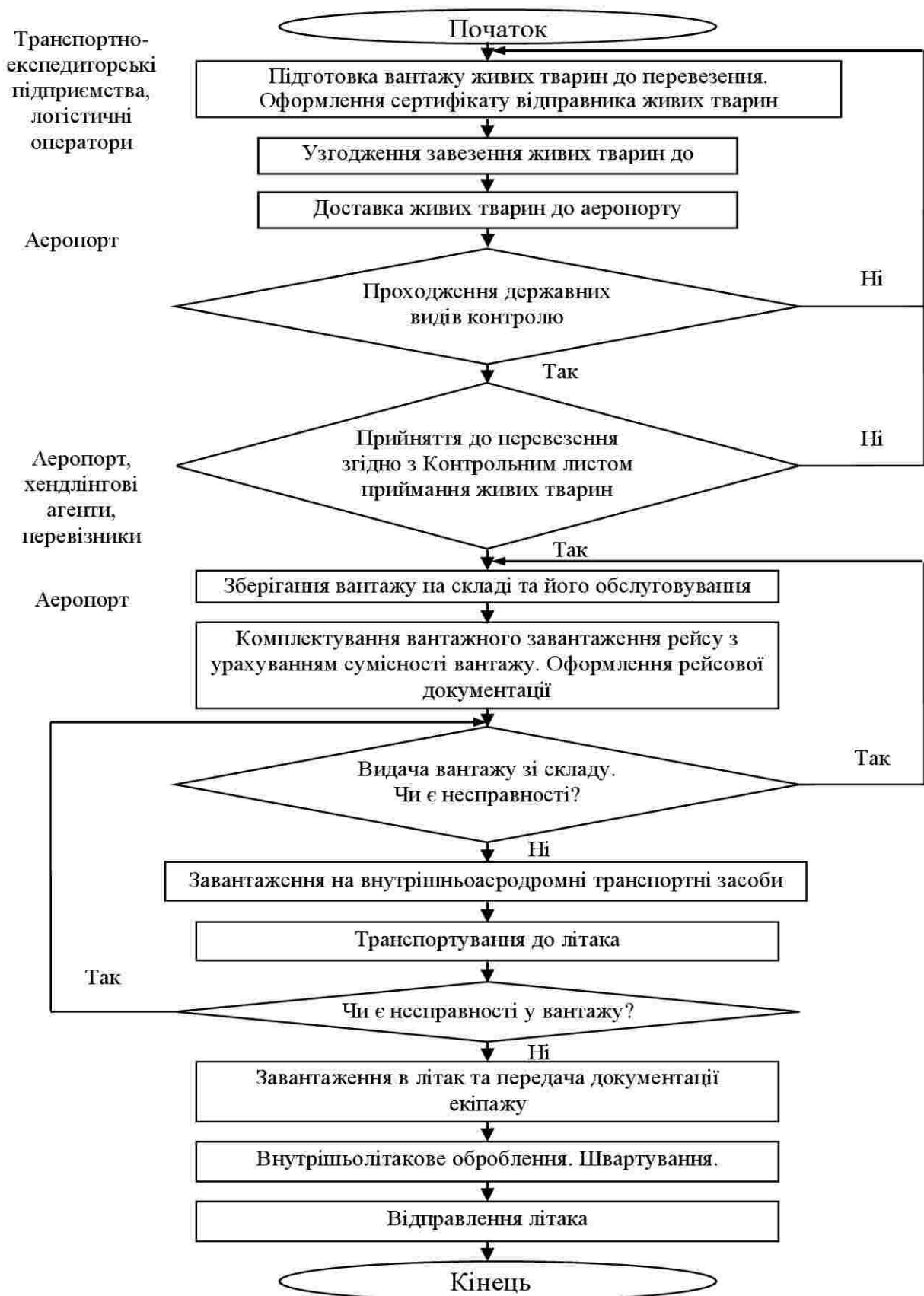
2.17. Принципова схема-алгоритм обслуговування чутливих до часу й температури вантажів у міжнародному аеропорту на відправлення

Джерело: сформовано автором

Складність формування системи обслуговування небезпечних вантажів та вантажів, чутливих до часу й температури, визначається її мультимодальним принципом, оскільки суто авіаційним видом транспорту доставити такі вантажі неможливо. Отже існує потреба сформувати транспортно-технологічні схеми доставлення із використанням, як мінімум ще, автомобільного виду транспорту, застосовувати більш досконалі логістичні рішення тощо.

Незважаючи на значні зусилля, які докладаються до створення надійніших схем доставки, залучення авіаційного транспорту до обслуговування все складніших логістичних ланцюгів та вантажів, які мають надзвичайно суворі режими доставки та зберігання, потрібно розробити нові інструменти.

Принципову схему-алгоритм обслуговування живих тварин у міжнародному аеропорту на відправлення представлено на рис. 2.18. Безумовно, живі тварини специфічні в обслуговуванні, що визначається передусім особливостями документального оформлення та їх поведінки. Системи обслуговування вантажів живих тварин в аеропортах надзвичайно різноманітні й дуже залежать від особливостей обслуговування конкретної тварини, потребують індивідуалізованого підходу при збереженні загальних принципів моделювання доставки. Найскладніше доставляти дельфінів, акул, а також жирафів. Перші два види тварин потребують ретельного догляду та дотримання вимог щодо їхнього транспортування. Дельфіни транспортуються у спеціальних вогнепроникних контейнерах зі спеціальним пом'якшувачем. В акул надзвичайно чутливий ніс і найменше його ушкодження може призвести до смерті тварини, а отже, особливо ретельно треба ставитися до цього органу. Особливість доставки жирафів визначається передусім їхньою анатомією, яка характеризується великим перепадом тиску для подачі крові до голови, що спричинює значні незручності при їх обслуговуванні в аеропорту. Крім цього, щоб успішно доставити таких тварин, побудовали частково індивідуалізовані схеми їх обслуговування, враховуючи особливості конкретної тварини, а також для перевезення їх у літаках на відносно невеликій висоті.



2.18. Принципова схема-алгоритм обслуговування живих тварин у міжнародному аеропорту на відправлення

Джерело: сформовано автором

Принципову схему-алгоритм обслуговування живих тварин у міжнародному аеропорту на прибуття подано на рис. 2.19.

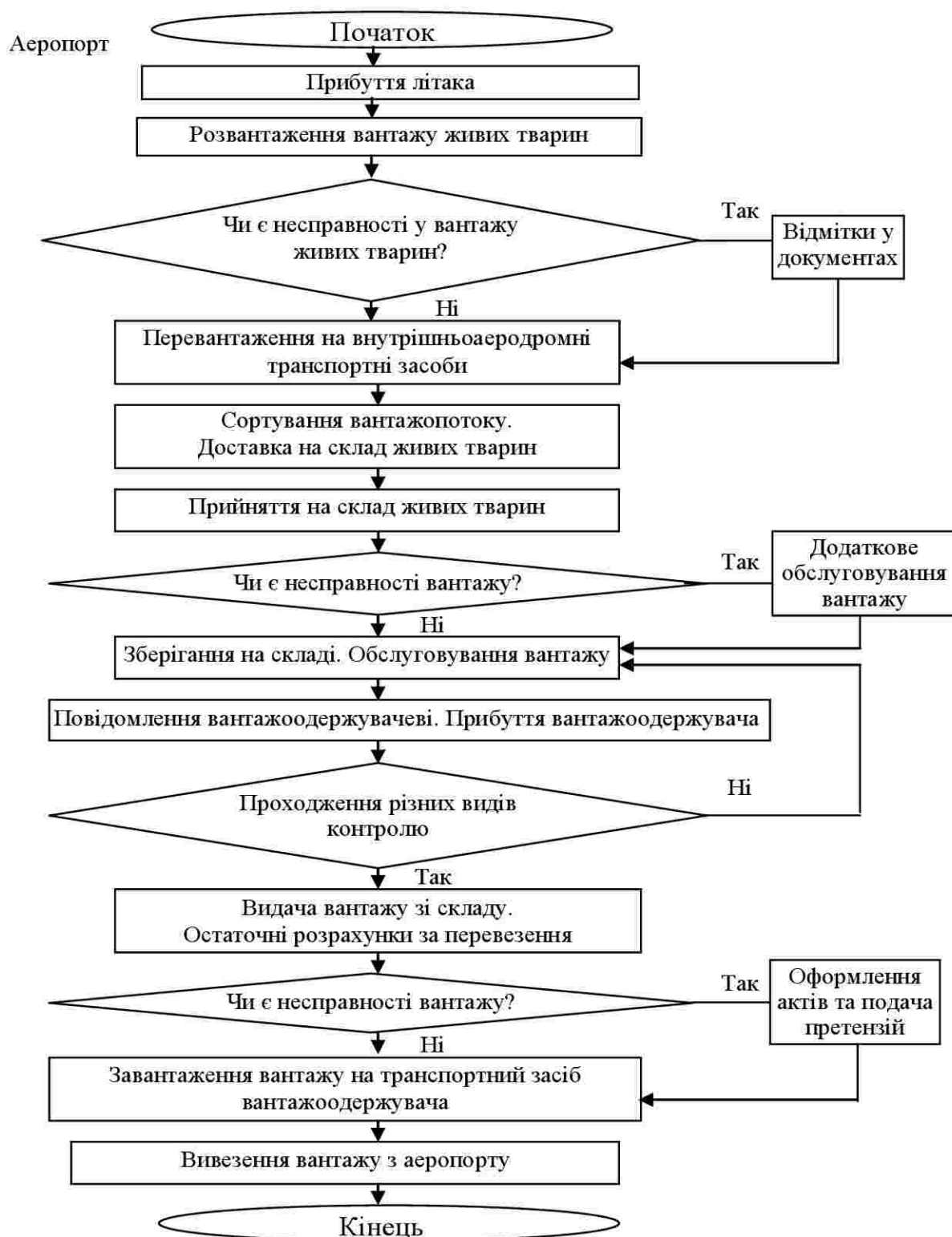


Рис. 2.19. Принципова схема-алгоритм обслуговування живих тварин у міжнародному аеропорту на прибуття

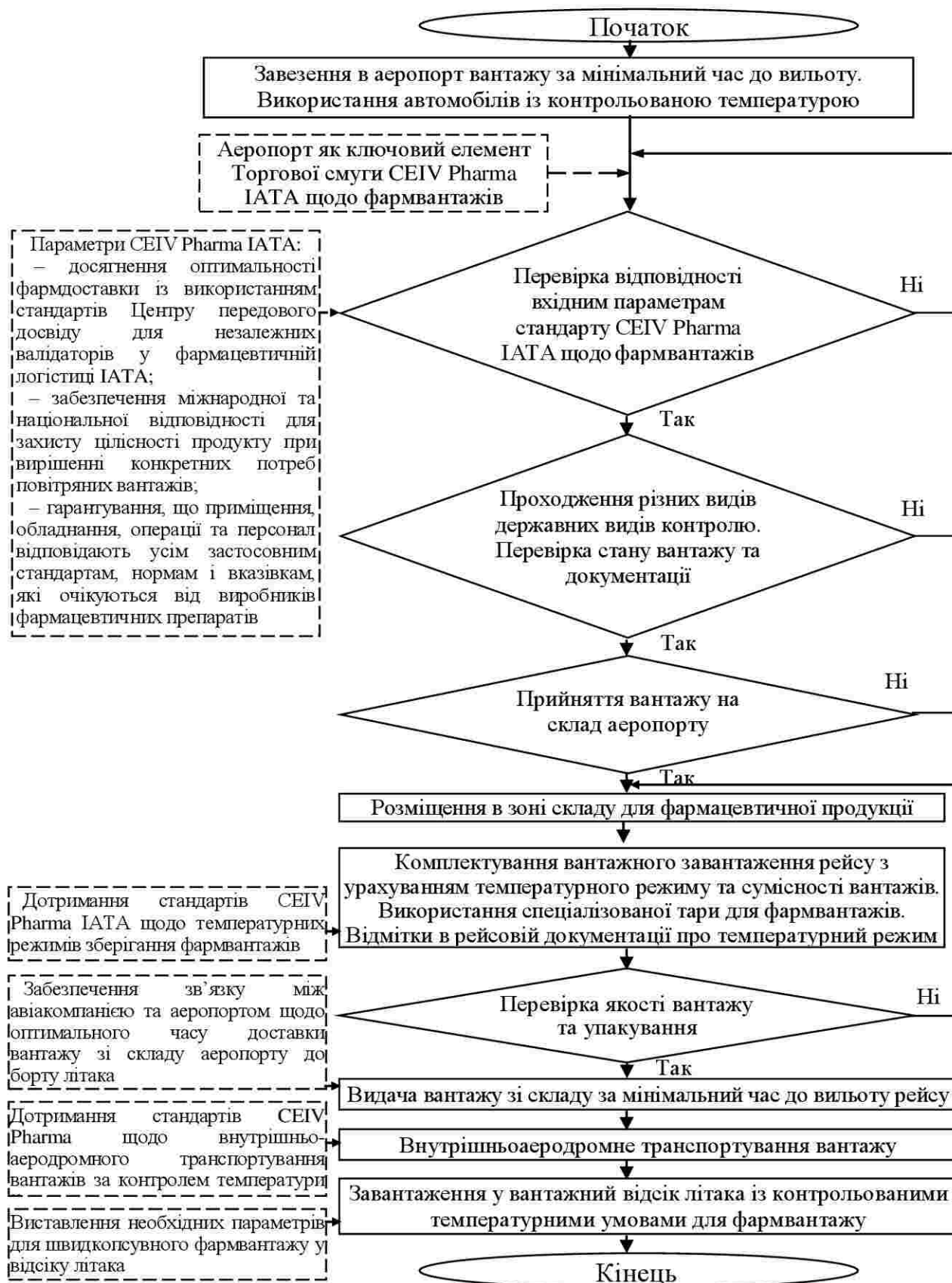
Джерело: сформовано автором

Як іддно на схемі-алгоритмі, при виникненні несправностей на різних етапах обслуговування живих тварин необхідно зробити відповідні відмітки в документах, провести додаткове обслуговування живих тварин або оформити відповідні акти чи претензії.

Транспортування фармацевтичної продукції, яка є одним із підвидів охолодженого вантажу, авіаційним транспортом щороку збільшується. Ключовим фактором успішної доставки фармацевтичної продукції є швидкість у поєднанні з високою якістю обслуговування. У провідних хабових аеропортах створюються центри оброблення фармацевтичних вантажів, що є складовими мультимодальних транспортних систем. Наприклад, такий центр створено в аеропорту Відня [241]. Він є частиною Центру повітряних вантажних перевезень і має прямий доступ як з наземних, так і з повітряних зон. У центрі передбачено дві окремі зони з контрольованою температурою: зона з контрольованим температурним режимом площею 1600 м² для оброблення фармацевтичних препаратів при температурі 15–25 °С і додаткова зона площею 153 м² з температурою 2–8 °С.

З аеропортом Відня тісно співпрацює експедиторська компанія Kuehne+Nagel, в якій є доступ до власної, ексклюзивної зони оброблення. Завдяки створенню таких центрів різко скорочується термін доставки медикаментів – до 24–36 годин. Компанія Kuehne+Nagel може запропонувати додаткові послуги з упакування, зберігання, навантаження та розвантаження вантажів із заданим температурним режимом доставки. Розташування центру поблизу перону забезпечує безперервний холодний ланцюг і безперебійне транспортування з контролем температури до літака та назад [241].

Як було вже сказано в попередніх підрозділах, на підставі [202] можна стверджувати, що спеціальні категорії вантажів потребують підвищених стандартів обслуговування. Одним із таких стандартів покликаний стати CEIV Pharma IATA [242]. Спираючись на CEIV Pharma IATA, ми розробили принципову схему-алгоритм обслуговування фармацевтичних вантажів на складі аеропорту (рис. 2.20).



2.20. Принципова схема-алгоритм обслуговування швидкопсувних фармацевтичних вантажів на складі аеропорту із врахуванням CEIV Pharma IATA

Джерело: сформовано автором із врахуванням [242]

Як сказано в [242], використання стандарту CEIV Pharma IATA дає змогу повніше охопити або навіть замінити, по праву більш досконалого, багато існуючих фармацевтичних стандартів і рекомендацій, в тому числі «Правила контролю температури TCR IATA».

Розглянемо особливості складування інших, найскладніших типів спеціальних вантажів – заморожених та охолоджених продуктів харчування як складових систем масового обслуговування.

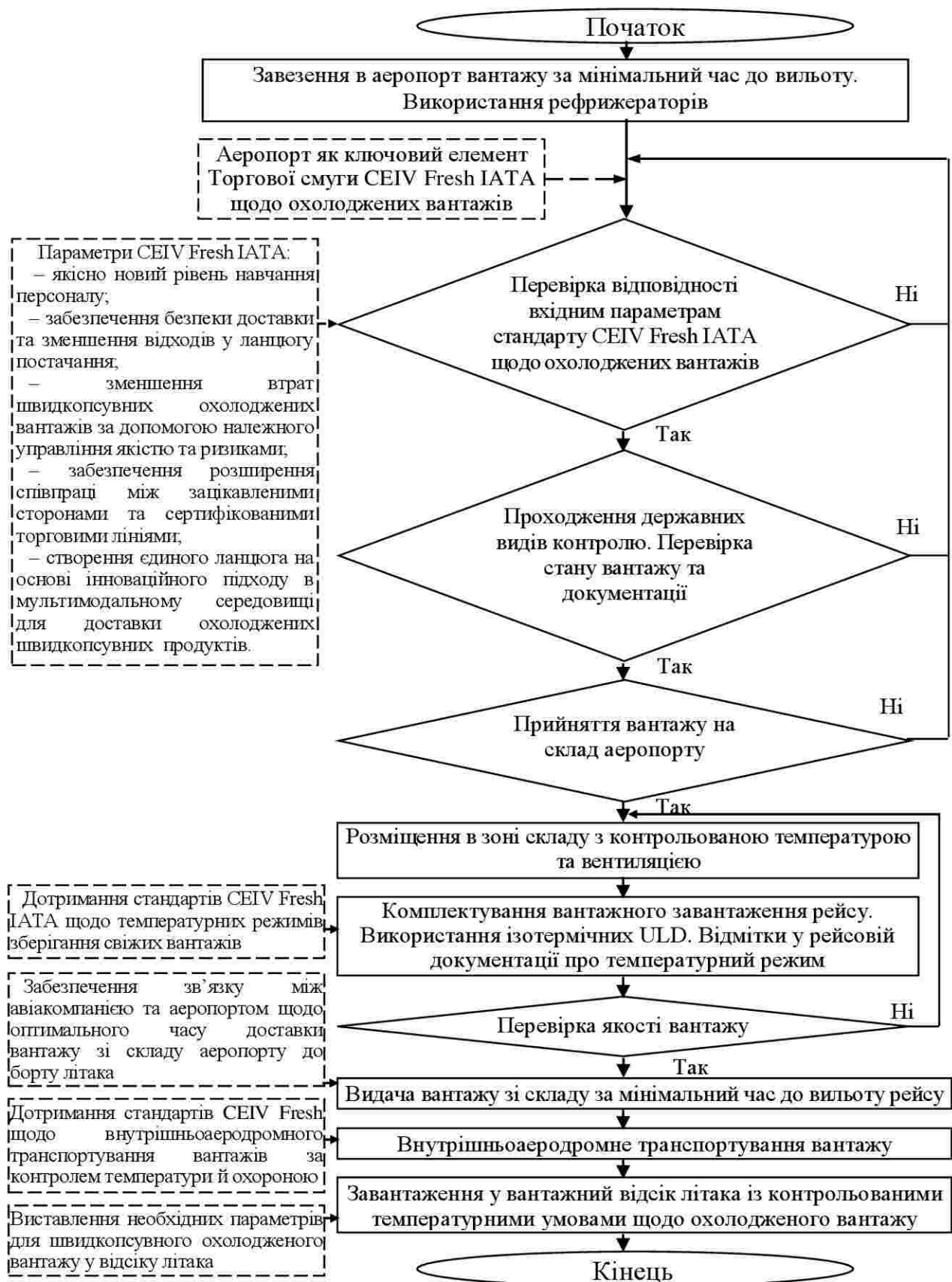
Заморожені швидкопсувні вантажі повільніше реагують на зміну температури й можуть певний час зберігати необхідну температуру, наприклад, при застосуванні холодоагентів. Але після закінчення дії холодоагентів різко збільшується ризик пошкодження вантажу й вантаж потребує обслуговування, наприклад, заміни холодоагентів.

Для зберігання заморожених швидкопсувних вантажів у вантажному терміналі аеропорту необхідно мати морозильні камери, в яких цей вантаж повинен постійно знаходитися.

Іншим засобом перебування заморожених вантажів у заданому в яких зберігається заданий температурний режим і на етапі внутрішньоаеродромного оброблення вантажу, і в літаку.

При доставці усіх спеціальних вантажів за сертифікатами CEIV виділяється торгова смуга CEIV – це загальна класифікація транспортної діяльності між двома визначеними країнами. Та чи інша торгова смуга може мати певні сертифікати CEIV (Pharma, Fresh, Live Animals), якщо пункт відправлення та пункт призначення пов'язують виключно компанії, сертифіковані CEIV (авіакомпанії, компанії щодо наземного обслуговування в аеропортах, експедитори, логістичні оператори, автотранспортні підприємства). Тобто всі учасники міжнародної доставки повинні мати сертифікат CEIV [242].

Ще одним із стандартів IATA щодо швидкопсувних вантажів є CEIV Fresh IATA [243]. Спираючись на CEIV Fresh IATA, ми розробили принципову схема-алгоритм обслуговування свіжих швидкопсувних вантажів на складі аеропорту, що представлена на рис. 2.21.



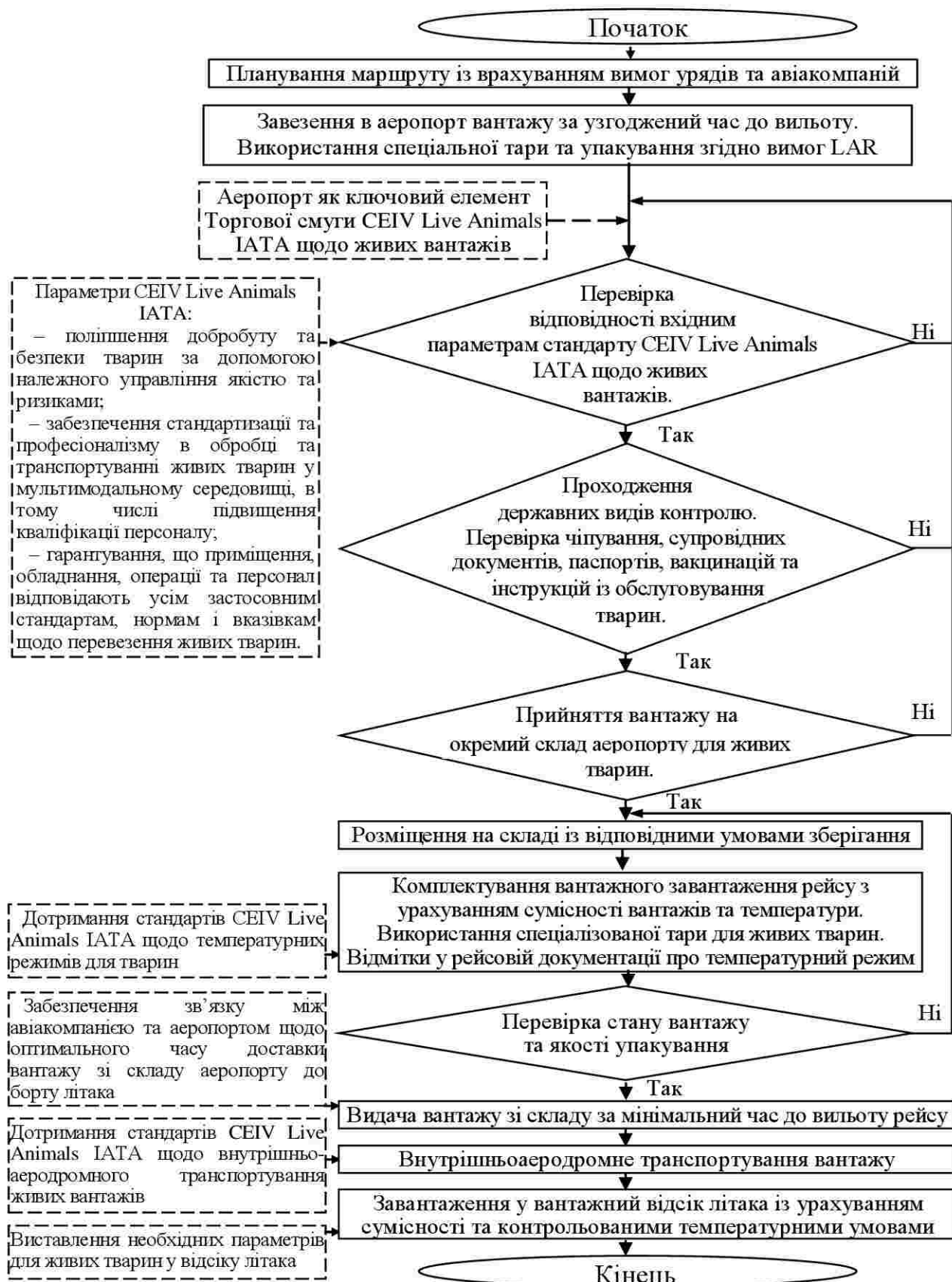
2.21. Принципова схема-алгоритм обслуговування охолоджених швидкопсувних вантажів на складі аеропорту із врахуванням CEIV Fresh IATA

Джерело: сформовано автором із врахуванням [243]

Надзвичайно актуальним для аеропортів стає й стандарт CEIV Live Animals IATA [244]. Принципову схему-алгоритм обслуговування вантажів живих тварин на складі аеропорту з урахуванням CEIV Live Animals IATA представлено на рис. 2.22.

Доставка живих тварин набуває все більшої популярності у світі. Особливо актуальним стає залучення авіаційного виду транспорту як найбільш швидкого і зручного для цього. Проте слід пам'ятати, що перевезення живих тварин зумовлене цілою низкою проблем, пов'язаних із їх обслуговуванням, в т.ч. годуванням, поїнням, зміною підстилки тощо, що здійснюється за додаткову плату, яка не включена до вартості авіаційного перевезення. А отже, для аеропорту це можливість отримати додатковий дохід від обслуговування живих вантажів. Живі вантажі – це вантажі з високою доданою вартістю, тому доставка їх через той чи інший аеропорт та обслуговування ним є важливим компонентом у його інтегруванні до міжнародних ланцюгів постачання. Боротьба за подібні вантажопотоки для аеропортів є природною, адже їх обслуговування приносить більший дохід та сприяє активізації інформаційного оновлення в аеропорту, а також впровадженню різних технологічних новацій.

Повертаючись до швидкопсувних вантажів, охарактеризуємо інші найкращі практики щодо їх доставки авіаційним транспортом. Варто зазначити, що постійно зростає попит на швидкопсувні вантажі і в іншому регіоні світу – Індії, зокрема в аеропорту Бангалор (BLR). Це найбільший аеропорт Індії для транспортування швидкопсувних вантажів. Майже 50% швидкопсувних вантажів з півдня Індії перевозиться через Бангалор. Більшість товарів – фрукти, м'ясо птиці, сільськогосподарська продукція та квіти. Також в аеропорту оброблюють значні обсяги фармацевтичних препаратів, медичного обладнання. Відповідно до галузевих даних, у BLR було перевезено близько 52,5 тис. тонн швидкопсувних вантажів у 2021–2022 фінансовому році та близько 44,2 тис. тонн у перші 10 місяців 2022–2023 років. Більш того, авіаційні вантажні перевезення загалом витримують успішну конкуренцію з морськими перевезеннями [245–247].



2.22. Принципова схема-алгоритм обслуговування вантажів живих тварин на складі аеропорту із врахуванням CEIV Live Animals IATA

Джерело: сформовано автором із врахуванням [244]

Спеціалізована авіаційна вантажна організація Worldwide Flight Services (WFS), яку придбала сінгапурська компанія SATS, планує розвивати логістичні можливості з оброблення швидкопсувних вантажів в аеропорту Бангалор. WFS відповідатиме за розвиток, експлуатацію, управління та технічне обслуговування міжнародного вантажного терміналу, а також є ексклюзивним оператором спеціального об'єкта холодового ланцюга в BLR. WFS має на меті збільшити потужність авіап перевезень з 210 тис. тонн до 250 тис. тонн за рік, зокрема потужність холодового ланцюга – з 80 тис. тонн до 150 тис. тонн за рік у рамках двоетапного плану розвитку [245–247].

Загалом, за прогнозами, глобальний ринок логістики холодного ланцюга до 2028 року становитиме близько 647,47 млрд дол. США. Це пов'язано із цілою низкою причин, ключовою з яких слід визнати те, що ефективне транспортування продуктів з контрольованою температурою ланцюгом постачання з використанням спеціалізованих рішень зберігає їхню якість, а також мінімізує відходи, що надзвичайно важливо з точки зору екологічної безпеки [248; 249].

Інтелектуальне управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту включає ряд додаткових аспектів, які систематизовано в табл. 2.10.

Поширення кризи ланцюга поставок, пов'язаної із розповсюдженням COVID-19, дорожчання ресурсів, дефіцит перевізних ємностей, стрімке зростання попиту, високий рівень невизначеності, а також інформаційний прорив – усе це спричинило у постковідний період безпрецедентне зростання впровадження технологій і цифровізації для забезпечення надійності ланцюга постачання вантажів. Ціла низка успішних інноваційних рішень від Tagbox, CSafe Global, Envirotainer, DoKaSch Temperature Solutions, Unilode Aviation Solutions і PLUSS Advanced Technology активно сприяли інтелектуалізації управління процесами обслуговування вантажів в аеропортах [253].

Забезпечення узгодженої роботи аеропорту з учасниками процесу доставки вантажів є частиною мультимодальної інтеграції високоавтоматизованого та підключеного аеропорту до глобальної транспортно-логістичної системи [255].

Аспекти інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в
аеропорту

(сформовано автором за [250–257])

Аспект інтелектуального управління	Деталізація інтелектуального рішення
Штучний інтелект	Штучний інтелект стає ключовим чинником розвитку аеропорту. Витрати кожного глобального аеропорту на цифрову трансформацію в усіх аспектах діяльності суттєво зростають. Так за даними [250], понад 2/3 глобальних аеропортів станом на 2023 рік виконують програми цифрової трансформації
Технологія 5G	Активне використання технології 5G у транспортно-логістичній сфері забезпечує прозорість ланцюга постачання, в тому числі й елемента доставки в режимі реального часу і дає змогу максимально реалізовувати потенціал концепції мережі Інтернету речей у цьому аспекті [251]
CHAMP Cargosystems	Лідером у галузі IT для авіаційних вантажних перевезень є CHAMP Cargosystems від SITA, яка забезпечує цифровізацію операцій щодо клієнтоорієнтованості ланцюга постачання за критеріями підвищення ефективності та мінімізації витрат [252]
Cargo Community Systems	Учасники платформ типу Cargo Community Systems визначають аеропорт як її основу [253]
Cargo iQ	Інноваційне рішення Cargo iQ дає можливість залучатися до системи для вдосконалення та цифрового моніторингу маршрутизації вантажу, а разом із GPS-трекером відправлення надасть можливість контролювати температуру, вологість та інші змінні [253]
Рішення Hermes	Рішення, запропоноване Hermes при інтегруванні із рішенням Nallian Landside Management, Truck Visit Management та Системою управління вантажем, забезпечило максимальну ефективність та синхронізацію процесів бронювання слотів і приймання вантажу безпосередньо авіаперевізником із терміналу аеропорту [253]
Рішення Siemens	Інноваційні рішення з автоматизації та цифровізації, запропоновані Siemens, також підвищують швидкість та ефективність. Передусім це технології, пов'язані із обслуговуванням ULD та їх максимально ефективним обробленням в автомобільно-авіаційному сполученні [254]
BigData	Це система, яка займається збиранням, опрацюванням та зберіганням великих масивів вхідних даних. Впровадження BigData для аеропорту відкриває можливості в тому числі й щодо оптимізації операційної діяльності, зокрема обслуговування вантажопотоків, формування пропозицій для вантажної клієнтури [256; 257]

Слід сказати, що з кожним роком оборотність послуги авіаперевезення зростає, і чим далі тим гостріше постає проблемне питання щодо якісного

збирання та оброблення даних. Тому більшість провідних аеропортів світу впроваджують BigData у свою діяльність [255].

Як зазначено в [257], найактуальніша проблема українських аеропортів полягає в нерівномірності потоків, які пов'язані з рейсовою роботою, в тому числі й щодо обслуговування вантажопотоків. У зв'язку з цим проявляється циклічне повторення пікових проміжків часу з великою кількістю повітряних суден, які прибувають до аеропорту та відправляються з нього, що спричинює пікове навантаження, зокрема щодо обслуговування вантажопотоків. Для вирішення цих проблем було б доцільно запровадити систему управління ресурсами аеропорту на основі великих даних BigARM (Big airport resources management), щоб керувати ресурсами аеропорту за допомогою аналітичних методів великих даних і розробити набір прикладних інструментів.

Незважаючи на значну кількість наукових публікацій щодо інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту, не було виявлено праць, в яких комплексно розглядалася б ця проблема з точки зору науково-методичного забезпечення. Тому виникає потреба визначити методи інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності. Усе це має стати складовою реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності, яке повинно спиратися на відповідні інструменти математичного моделювання.

2.5. Висновки за розділом 2

1. Здійснений аналіз світового та вітчизняного досвіду управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропортах довів, що авіаційний ринок трансформується, вантажні тарифи продовжують стрімко знижуватися після аномального росту. Було визначено та проаналізовано способи підвищення ефективності вантажних авіап перевезень. Охарактеризовані хендлінгові компанії, які діють у найбільших вантажних

аеропортах світу, а також індекс платної ваги авіаційного перевезення спеціальних вантажів за 2019–2022 роки, удосконалена технологічна схема обробки вантажів у вантажному комплексі аеропорту.

2. У відповідності до виявлених закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах та управління ними визначені умови, які впливають на цілість швидкопсувних вантажів при обробці їх в аеропорту, були доповнені передумови попередньої оцінки впливу специфічних властивостей вантажів на умови їх зберігання в аеропорту, а також ключові аспекти управління вантажопотоком в аеропорту.

3. Реалізовані засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності включають ознаки транспортабельності вантажу при перевезенні авіаційним транспортом, карти ризиків щодо обслуговування спеціальних та генеральних вантажів, а також класифікаційні умови невизначеності, що виникають при обслуговуванні вантажопотоків в аеропорту. Були також визначені місця посилення впливу невизначеності та ризиків при обробці вантажів в аеропорту.

4. Процес формування системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту передбачає створення ряду принципових схем-алгоритмів щодо обслуговування небезпечних вантажів у міжнародному аеропорту на відправлення, прибуття, а також транзит. Визначено, що швидкопсувні вантажі, а особливо їх підгрупа вантажів чутливих до часу та температури, вимагають особливо ретельного аналізу їх процесу обслуговування у міжнародному аеропорту.

5. Здійснений аналіз проблем розроблення системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності дав підстави стверджувати, що не було виявлено успішно вирішених задач щодо цього аспекту, а це значно ускладнює роботу аеропортів.

Основні результати дослідження по цьому розділу опубліковано в працях [26; 102; 104; 106; 257; 259–261].

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ В АЕРОПОРТУ

3.1. Реалізація системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності

За результатами, визначеними в перших двох розділах цієї роботи, які включають наукові основи організації транспортних процесів і систем обслуговування вантажів в аеропорту, розроблення системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності, формування засад врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків в аеропортах в умовах невизначеності, а також створення елементів управління процесами обслуговування вантажів аеропорту, в рамках вирішення поставленої мети та завдань дисертаційного дослідження запропоновано схему реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності (рис. 3.1).

Відповідно розробка моделей та методів управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту включає в себе підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, методи та принципи інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності, а також моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в умовах невизначеності.

Реалізація моделей та методів управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту складається з методичних рекомендацій щодо підготовки даних та проведення обчислювальних експериментів до моделі управління, практичних рекомендацій щодо реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування

вантажів в аеропорту за умов невизначеності, а також забезпечення мінімізації витрат аеропорту при обслуговуванні вантажів за різних невизначеностей та сценаріїв роботи. Після цього як завершальний етап, йде апробація запропонованих методів та моделей управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в умовах невизначеності на підприємствах транспортно-логістичної сфери.



Рис. 3.1. Реалізація системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності

Джерело: сформовано автором

Для підтвердження висунутої в рамках цього дослідження гіпотези про те, що ефективність управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в умовах невизначеності формується відповідною системою, яка включає моделі, методи та принципи управління, підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, а також має враховувати закономірності формування вантажопотоків та специфіку виникнення ризиків при зміні вантажопотоків в аеропортах в умовах невизначеності, ми провели описання, деталізацію та інтерпретацію відповідних елементів запропонованої системи.

Методи та принципи інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності мають ґрунтуватися на використанні інтелектуальних технологій. На підставі визначених у попередньому розділі аспектів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту та їх характеристики ми запропонували авторську інтерпретацію застосуванням підходів, методів та принципів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності на основі комплексного принципу, яка представлена на рис. 3.2.

Загалом, згідно із узвичаєними стандартами, наприклад, у загальному методі інтелектуального управління, виділяють такі підходи на основі штучного інтелекту: штучні нейронні мережі, нечітка логіка, машинне навчання, генетичні алгоритми тощо. Це загальновідомі речі, які детально описані в багатьох наукових дослідженнях. Ми ж запропонували виокремити та охарактеризувати конкретні методи, які доцільно використовувати в рамках інтелектуального управління саме процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності.

Що стосується методів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту, то нами виділено метод навчання штучних нейронних мереж, методи пошуку оптимальних рішень на основі відбору, нелінійної динаміки, методи для розв'язку задач лінійного

програмування, евристичні методи, а також метод гілок та меж та його модифікації.



Рис. 3.2. Комплекс підходів, методів та принципів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності

Джерело: сформовано автором спираючись на [248 –256]

Підходи інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту формують: підходи щодо моделювання невизначеностей, нечіткі підходи, системний, синергічний, експертний, ситуаційний підходи, а також підходи на основі використання різних емпіричних методів. Деякі із пропонованих методів також дістали подальший розвиток при математичному моделюванні загального управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту, що здійснено далі у роботі. В той же час рішення щодо інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту нами були початково описані у попередньому розділі роботи.

Що стосується принципів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту, то слід відзначити наступні: принцип селекційного відбору, зворотного зв'язку, загальні принципи вирішення системних завдань, принцип несумісності, регулювання за неузгодженістю, регулювання за збуренням, блочний принцип побудови математичних моделей, а також цілий ряд інших принципів. Запропоновані принципи є достатньо умовними, оскільки достатньо складно запропонувати єдині домінанти щодо інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропортах різної форми власності, різного призначення, різного типу, розташовані у різних країнах та ін.

Всі складові інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності кардинальним чином залежать від специфіки діяльності аеропорту. Навіть пропоновані інформаційні рішення суттєво відрізняються для хабових аеропортів, моделей аеропорту-міста, невеликих місцевих аеропортів.

Ті засоби, які можуть бути надзвичайно корисними, життєво необхідними та абсолютно ефективними у одних типах аеропортів можуть абсолютно не підходити іншим. Велике значення також має кількість робочих місць на яких встановлюється те чи інше рішення, а отже і визначається загальний вплив на кінцевий результат.

Під час розроблення моделей та методів управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в першу чергу необхідно сформулювати підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, що ми й викладено в наступному підрозділі роботи.

3.2. Підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту

Особливості врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту полягають в тому, що слід обов'язково брати до уваги новітні логістичні технології та рішення, а також реалізовуватися на основі відповідного моделювання при розробленні та реалізації моделей управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту.

Принципова схема врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту (рис. 3.3) повинна враховувати систему ризиків обслуговування вантажів в аеропорту, а також умови невизначеності, що виникають при обслуговуванні вантажопотоків в аеропорту, які були охарактеризовані нами раніше.

Підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту формують загальні стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи для різних моделей аеропортів – хабового типу, аеропорту-міста, місцевого аеропорту, а також враховуються оптимістичні, песимістичні, консервативні, реалістичні, альтернативні, антикризові, форсовані прогнози розвитку ринків вантажних авіаперевезень за сезонами, сегментами, напрямками, повітряними лініями. Необхідно відзначити, що сценарне моделювання для різних типів аеропортів суттєво відрізняється та ступінь невизначеності обслуговування вантажів у різних моделях аеропортів є різним.

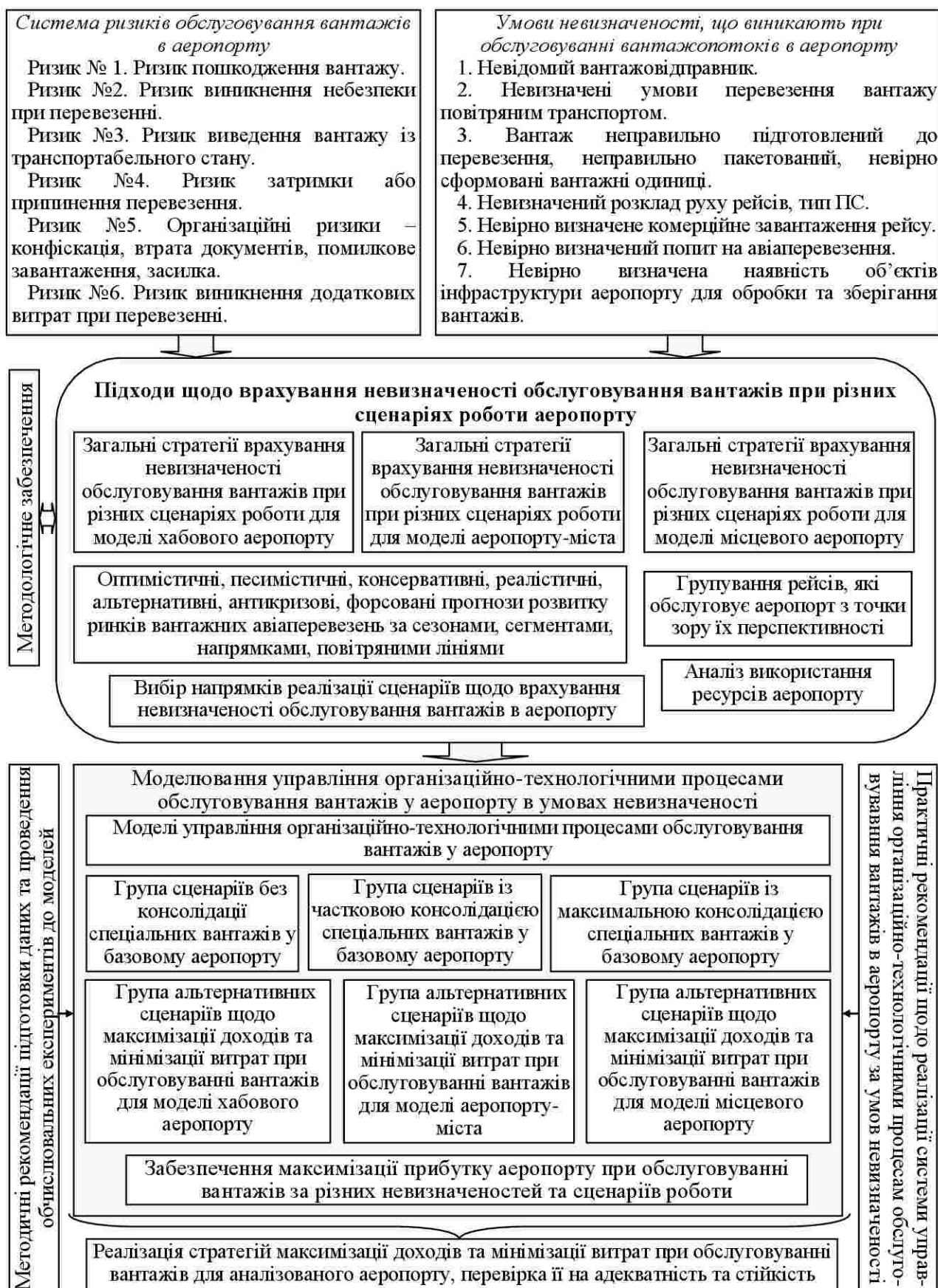


Рис. 3.3. Принципова схема врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту

Джерело: сформовано автором

Значно більший рівень невизначеності, як відзначалося раніше, є у менших аеропортах. Оскільки ці аеропорти, як правило, мають значно нижчий рівень фінансової стійкості та стабільності. У них є значно менші тарифи та збори, вони значно менш цікаві учасникам транспортно-логістичних ринків, передусім авіакомпаніям, як з точки зору пасажирських, так і з точки зору вантажних перевезень. Авіаційні ринки відзначаються великим різноманіттям прогнозів. Як нами зазначалося вони можуть бути оптимістичними, песимістичними (із проміжними варіаціями), консервативними, реалістичними, альтернативними, антикризовими, форсованими, що значно ускладнює їх активне використання на практиці. Загальновідомо, наприклад, що прогноз розвитку авіаційних ринків у постковідний період абсолютної більшості поважних організацій був значно песимістичніший за реальність, яка вже настала. Та стає цілком очевидним те, що авіаційні ринки цілком відновляться уже протягом 2024 року, а не у 2025-2026 роках, як стверджувалося у прогнозах.

Також слід відзначити, що авіаційні вантажні ринки є неоднорідними та вимагають якісного прогнозування за сезонами, сегментами та напрямками перевезень, а також за окремими повітряними лініями. Рейси із вираженою сезонністю на авіаційному транспорті є звичним явищем, особливо складно прогнозувати вантажні потоки на змішаних вантажопасажирських рейсах, коли авіаперевізники завантажують вантажні ємності пасажирських літаків.

Із цього випливає наступний аспект – необхідно здійснити групування рейсів, які обслуговує аеропорт з точки зору їх перспективності. Очевидним є те, що великі хабові аеропорти передусім намагаються акцентуватися на залученні трансферних потоків, які є більш вигідними, а також на високовартісних потоках спеціальних категорій вантажів. Відбувається цей процес у повній взаємодії із генератором вантажних авіаційних потоків – авіаперевізником. Також може бути налагоджено цей процес із залученням організатора міжнародних доставок, учасника мультимодальних транспортних систем – логістичного оператора чи транспортно-експедиторського підприємства.

Вибір напрямків реалізації сценаріїв щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів в аеропорту та аналіз використання ресурсів аеропорту є заключними складовими формування означених підходів. Аналіз використання ресурсів аеропорту передбачає початкову оцінку наявних у теперішньому вимірі ресурсів, а також виявлення можливостей залучення додаткових ресурсів. Ефективність використання ресурсів аеропорту також є дуже актуальним завданням та реалізується в рамках відповідних стратегій та із використанням спеціальних засобів, зокрема систем Enterprise Resource Planning – систем планування ресурсів підприємств. Методичне забезпечення щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів в аеропорту є забезпечуючим елементом у цій схемі та включає у себе відповідні інструменти та засоби.

Моделювання управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності реалізується за двома математичними моделями – моделлю оперативного управління обслуговування вантажів у аеропорту на основі мінімізації витрат на зберігання та відправлення поточного вантажопотоку та перспективною моделлю управління доходами аеропорту. Відповідно розглядається група сценаріїв без консолідації спеціальних вантажів у базовому аеропорту, із частковою консолідацією, а також із максимальною консолідацією. Далі розглядається група альтернативних сценаріїв щодо максимізації доходів та мінімізації витрат при обслуговуванні вантажів для різних типів аеропортів, залежно від особливостей функціонування аналізованого аеропорту – хабового типу, моделі аеропорту-міста чи моделі місцевого аеропорту.

Після цього реалізується кінцева цільова функція у вигляді забезпечення максимізації прибутку аеропорту при обслуговуванні вантажів за різних невизначеностей та сценаріїв роботи. Моделювання повинно реалізовуватися із обов'язковим створенням методичних рекомендацій підготовки даних та проведення обчислювальних експериментів до моделей, а також практичних рекомендацій щодо реалізації системи управління організаційно-

технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності, які детально пропрацьовано нами далі. Заключним етапом можна вважати реалізацію стратегій максимізації доходів та мінімізації витрат при обслуговуванні вантажів для аналізованого аеропорту, перевірка її на адекватність та стійкість.

Надалі проведемо деталізацію стратегій врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту, рис. 3.4.

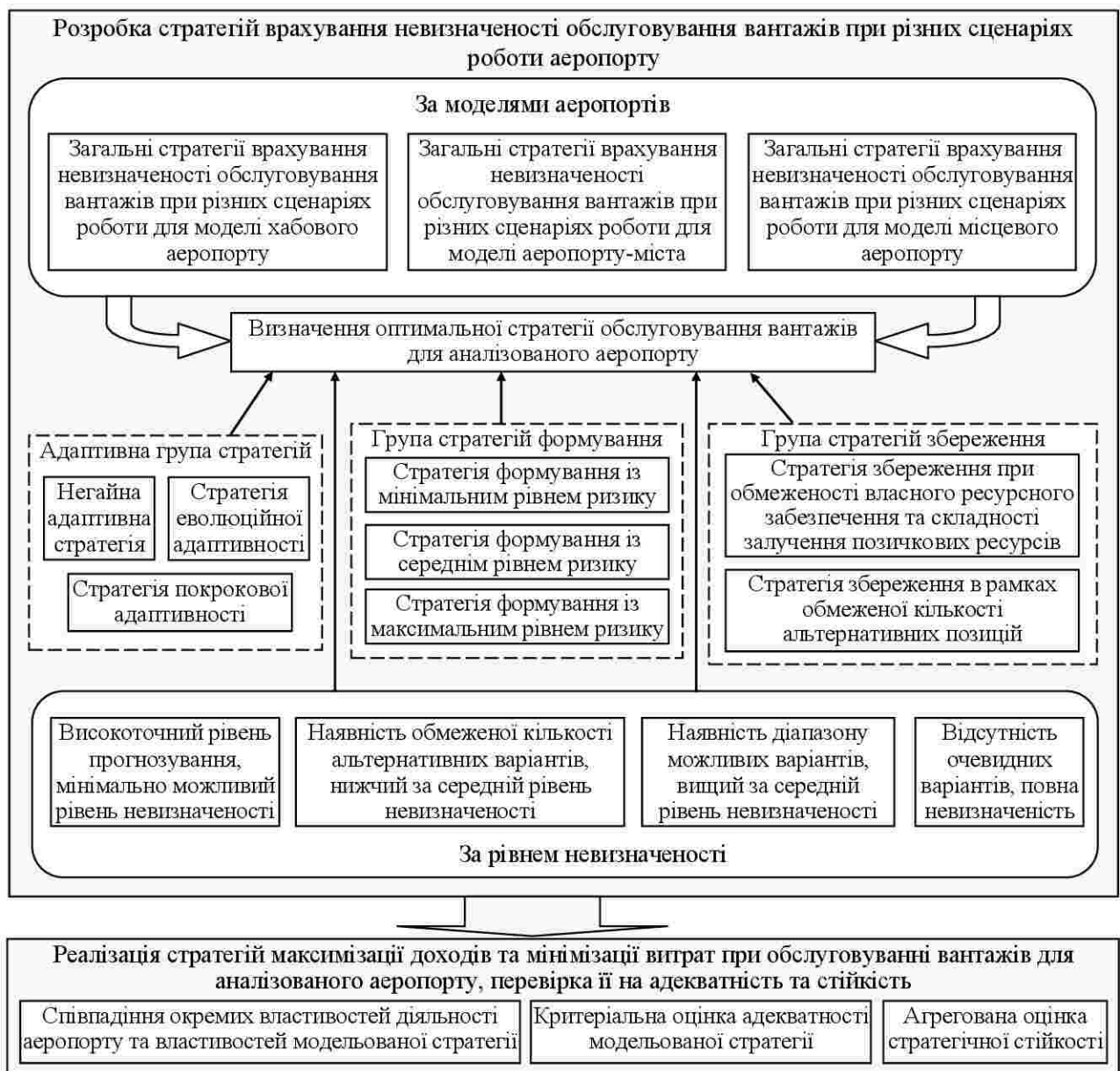


Рис. 3.4. Деталізація стратегій врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту

Джерело: сформовано автором спираючись на [262]

У відповідності із концептуальними підходами до розробки і прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності, які представлені у [262], нами проведена ця деталізація стратегій. Основною ідеєю пропонованого рішення на етапі розробки стратегій врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту є сполучення концепту за моделями аеропортів та за рівнями невизначеності. Стратегії за моделями аеропортів були описані вище.

За рівнем невизначеності, спираючись на [262], нами виділено чотири рівні:

- високоточний рівень прогнозування, мінімально можливий рівень невизначеності;
- наявність обмеженої кількості альтернативних варіантів, нижчий за середній рівень невизначеності;
- наявність діапазону можливих варіантів, вищий за середній рівень невизначеності;
- відсутність очевидних варіантів, повна невизначеність.

Спираючись на [262], а також враховуючи проведенні дослідження нами виділено три групи стратегій: адаптивна група; група стратегій формування; група стратегій збереження. Адаптивну групу стратегій в свою чергу формують: негайна адаптивна стратегія, стратегія еволюційної адаптивності, а також стратегія покрокової адаптивності. Слід відзначити, що негайну адаптивну стратегію безумовно слід визнати найбільш прогресивною, проте вона вимагає і більшої уваги від аеропорту, миттєвої реакції на зміни та ефективне прогнозування можливих змін у майбутньому. Стратегія еволюційної адаптивності є більш прийнятною для більшості великих прогресивних аеропортів, оскільки вона є менш затратною та вимагає більш простих інструментів, в тому числі і прогнозування вантажопотоків. Стратегія покрокової адаптивності може бути визнаною найбільш простою з-поміж адаптивних стратегій, проте і її ефективність може бути значною, при вірній реалізації та поступовому розширенні можливостей аеропорту щодо обслуговування вантажних доставок.

Група стратегій формування складається із стратегій, які відрізняються між собою рівнем ризику, відповідно мінімальний, середній та максимальний значення. Багато в чому рівень невизначеності в цьому випадку може формувати сам аналізований аеропорт, пропонуючи нові продуктові пропозиції, конкуруючи за рахунок інновацій, тим самим змінюючи ринки вантажних авіаперевезень. У межах стратегій формування із середнім та максимальним рівнем ризику рівень невизначеності все ж необхідно аеропорту мінімізовувати.

Найбільш інноваційною, яку слід застосовувати найкращим аеропортам світу, потрібно визнати стратегію ризику врахування невизначеності обслуговування вантажів, що включає сполучення негайної адаптивної стратегії та стратегії формування із мінімально заданим рівнем ризику. А отже можемо констатувати, що відбувається процес гібридизації відповідних стратегій та створення унікальної негайно адаптивної стратегії формування.

Група стратегій збереження є кризовими стратегіями. Відповідно виділяють стратегію збереження при обмеженості власного ресурсного забезпечення та складності залучення позичкових ресурсів, яку слід використовувати при критично дефіцитних ресурсних реаліях. Стратегію збереження в рамках обмеженої кількості альтернативних позицій потрібно застосувати для унеможливлення замкнення на одній стратегічній позиції.

Реалізація стратегій максимізації доходів та мінімізації витрат при обслуговуванні вантажів для аналізованого аеропорту, перевірка її на адекватність та стійкість включає три складові елементи:

- співпадіння окремих властивостей діяльності аеропорту та властивостей модельованої стратегії;
- критеріальна оцінка адекватності модельованої стратегії;
- агрегована оцінка стратегічної стійкості.

Створення моделей управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в умовах невизначеності має стати ключовим елементом для реалізації пропонованої системи управління, що ми подали в наступному підрозділі роботи.

3.3. Моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в умовах невизначеності

3.3.1. Логіка розроблення моделей управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту в умовах невизначеності

Вантажопотік аеропорту може бути поточним та потенційним (перспективним). Потенційний вантажопотік створюється при розвитку співпраці з авіаперевізниками, переважно з національним перевізником. Значну частину потенційного вантажопотоку можуть становити трансферні вантажопотоки, частка яких зростатиме в хабових аеропортах.

Аеропорт може максимізувати свої доходи від обслуговування вантажопотоку за в разі вжиття таких заходів:

- надання більшої кількості послуг з оброблення вантажів;
- обслуговування більш «дорогих» вантажів;
- робота з більшою кількістю авіаперевізників.

Обмеженнями при обслуговуванні вантажопотоків виступають ресурси аеропорту (склади, засоби механізації, авіаційні засоби пакетування (ULD), персонал, витратні матеріали для обслуговування вантажів - тара та упакування, холодоагенти тощо).

Ще одним із заходів поліпшення обслуговування вантажопотоку та збільшення доходів може бути пулінг тари, особливо авіаційних засобів пакетування, в тому числі рефрижераторних.

Принципи моделювання та загалом моделі управління вантажопотоком аеропорту дещо схожі із моделями управління вантажопотоком мережевого авіаперевізника, які описані [263, с. 130–146], проте вони мають і значні відмінності. У вигляді графа так само йдуть мережі авіаліній авіакомпаній, проте вони стосуються всіх перевізників, які здійснюють регулярні рейси з певного аеропорту.

Під час моделювання будемо розглядати пропускну спроможність та можливості аналізованого аеропорту при взаємодії із авіаперевізниками, що генерують вхідні та вихідні вантажні потоки аеропорту.

Безумовно потрібно розглядати можливості розширення залучення аналізованого аеропорту до мультимодальних транспортних систем доставок вантажів, проте знову ж слід пам'ятати, що аеропорт займається виключно обслуговуванням вантажних потоків, а перевезення їх - справа авіакомпанії.

Як зазначено в [263, с. 131], при доставках вантажу вантажопотік може надходити з будь-яких вершин, які є аеропортами його відправлення, проте в нашій задачі він буде закінчуватися в аналізованому аеропорті. Розглядатимемо можливості накопичення вантажу виключно в аналізованому аеропорту, який може бути пунктом перевалки вантажу – трансферу.

Є чинники управління вантажопотоком, на які аеропорт не може впливати, на які він може впливати частково і на які він може впливати безпосередньо. Якщо авіакомпанія здійснює повний цикл управління вантажопотоком самостійно, тоді під її безпосереднім контролем перебуває термінальне та внутрішньоаеродромне оброблення вантажу. І в цьому випадку аеропорт не може виконувати операції пов'язані, з консолідацією та розконсолідацією вантажного потоку, що проявляється в його накопиченні, зберіганні, формуванні вантажних партій та ін. Проте в загальному випадку аеропорт займається цими операціями.

Спираючись на принципи, запропоновані І. В. Василенком [69, с. 105–108], чинники управління вантажопотоком, на які аеропорт не може впливати, на які він може впливати частково і на які він може здійснювати безпосередній вплив, матимуть такий вигляд, як показано на рис. 3.5.

Вантажопотоки можуть оброблятися в аналізованому аеропорту в прямому та зворотному напрямках, від міста через термінал аеропорту до ПС та від ПС через термінал аеропорту до міста. Погоджуємося з думкою висловленою, в [263, с. 131], що вантажопотік має нерівномірність за різними часовими рамками.



Рис. 3.5. Чинники управління вантажопотоком, на які аеропорт не може впливати, на які він може впливати частково і на які він може безпосередньо впливати

Джерело: сформовано автором за принципами, описаними в [69, с. 105–108]

Формування упакування вантажів має опосередкований вплив на управління вантажопотоком в аеропорту, оскільки здійснюється на етапі підготовки вантажу до перевезення вантажовідправником, експедитором або логістичним оператором. Вони також безпосередньо впливають на початкове формування вантажних одиниць та партій вантажів, що визначає їх особливе місце у міжнародній доставці вантажів.

Аналізований аеропорт частково позначається на формуванні загального логістичного ланцюга міжнародної доставки вантажів при створенні мультимодальних транспортних систем, оскільки впливає на умови прийняття до перевезення вантажу в аеропорту, визначення часу доставки вантажу в аеропорт на час оброблення вантажу в аеропорту.

Вантажні тарифи та збори всіх учасників ланцюга міжнародної доставки вантажів, крім авіаційних, перебувають поза зоною впливу на них умов оброблення вантажу в аеропорту. На вантажні тарифи та збори авіакомпаній аеропорт впливає частково, тому, що тарифи на оброблення вантажу в аеропорту та різні види аеропортових послуг є їхньою складовою. У цьому аспекті також доцільно використати принципи математичного моделювання.

На власні тарифи за обслуговування вантажів аналізований аеропорт впливає прямо та безпосередньо: створює умови для обслуговування різних категорій вантажів і надає різні види аеропортових послуг для авіакомпаній, експедиторів, логістичних операторів та вантажної клієнтури, а також установлює ціни на різні види обслуговування. На тарифи інших аеропортів, на систему прямування вантажу аналізований аеропорт безпосередньо не впливає, оскільки в різних аеропортах система обслуговування вантажів, умови надання аеропортових послуг можуть різко відрізнятися.

На консолідацію вантажопотоків у себе аналізований аеропорт частково впливає, оскільки займається консолідацією вже готових до перевезення вантажних партій у більші вантажі партії, використовуючи для цього авіаційні засоби пакетування – контейнери та палети. Однак за домовленістю з експедитором або логістичним оператором аеропорт може формувати й менші за об'ємно-масовими характеристиками вантажні одиниці у вантажні партії, забезпечувати вантажні партії холодоагентами та робити інші послуги, які є елементом систем масового обслуговування в рамках діяльності мультимодальних транспортних систем.

На технологію та засоби обслуговування вантажів у себе аналізований аеропорт впливає прямо та безпосередньо. Саме ці фактори створюють умови обслуговування вантажопотоків у цьому аеропорту: тут формують систему обслуговування, задають конкретні умови функціонування вантажного комплексу аеропорту, а також створюють підґрунтя для формування тарифів на обслуговування вантажів у аеропорту засосовуючи математичне моделювання.

На технологію та засоби обслуговування вантажів в інших аеропортах аналізований аеропорт безпосереднього не впливає. Вони лише можуть бути враховані при формуванні ланцюга доставки трансферного вантажу, коли в маршруті перевезення задіяно декілька аеропортів і треба враховувати умови обслуговування вантажів по всьому ланцюгу доставки.

На відміну від задачі, представленої [260, с. 130–132], пропускна спроможність транспортних терміналів аеропортів у якій моделюється, проте моделюванню піддається лише пропускна спроможність аналізованого аеропорту, а для інших аеропортів, так само як зазначено в праці В. С. Войцеховського, слід вважати її сталою й достатньою для обслуговування вантажопотоку.

Таким чином, виникає відмінно від попередніх досліджень задача: знайти таку комбінацію перевезень вантажу авіакомпаніями за мережею повітряних ліній сполучення із аналізованим аеропортом, яка забезпечила б максимальний його дохід при обслуговуванні наявного вантажопотоку. Аеропорт зацікавлений у залученні додаткового вантажопотоку, який називають потенційним. Таким способом аеропорт може впливати на структуру вантажопотоку з точки зору обсягу, дохідності, категоріальності та трансферності.

Критерієм оптимальності є максимум доходу аналізованого аеропорту від обслуговування вантажопотоку. Одиницями виміру вантажопотоку, як і в моделі, поданій у [263, с. 130–132], будуть тонни та грошові одиниці.

Система обмежень задачі відображає граничні можливості аналізованого аеропорту щодо обслуговування вантажопотоку. Вантажопотік може перевозитися на регулярних та чартерних рейсах, вантажних та пасажирських літаках. В останніх – у їхніх вантажних відсіках.

Принципи обслуговування вантажопотоку при взаємодії аналізованого аеропорту та конкретного авіаперевізника – оптимізувати комерційне завантаження рейсу при врахуванні вільного тоннажу, структури

вантажопотоку та можливості накопичення його в аеропорту для підвищення дохідності аеропорту та авіаперевізника.

В основі взаємодії при накопиченні вантажопотоку в аналізованому аеропорту буде добровільний принцип партнерства з конкретним мережевим авіаперевізником, оскільки без його згоди аеропорт не може затримати чи накопичити вантажний потік.

Моделювання передбачає оперування множиною авіаперевізників, множиною рейсів, на які завантажують вантажі, доходи аеропорту від обслуговування тих чи інших категорій вантажів. Період планування становитиме квартал. Оперативне планування включатиме денний інтервал, період обслуговування вантажопотоку вимірюватиметься в годинах, кінцева деталізація – вантажна одиниця та її транспортування зі складу аеропорту до рейсу. Максимальна завантаженість складських комплексів аналізованого аеропорту обмежується ємністю його окремих складів за тими чи іншими категоріями вантажів.

Завантаженість рейсів перевізників буде обмежена вільним тоннажем на них. Варіанти розрахунків передбачають управління потужністю складів за тими чи іншими категоріями вантажів аналізованого аеропорту з можливістю накопичення та зберігання вантажів. Щоб збільшити трансферний вантажний потік аналізованого аеропорту можна застосовувати механізми заохочення ним базових авіаперевізників задля забезпечення пріоритетності перевалки вантажів саме в цьому аеропорту.

Ефективно налагодивши взаємозв'язки між авіаперевізниками, експедиторами та логістичними операторами при формуванні міжнародних доставок вантажів, аеропорт може залучити додаткові вантажні потоки на свої ємності. Коли аеропорт обирають учасники доставок як такий, через який здійснюється вантажне перевезення, він стає пунктом концентрації вантажопотоку.

Заходи щодо мінімізації витрат аналізованого аеропорту можна систематизувати так:

1. Мінімум витрат від впливу ризиків через їхнє врахування та управління ризиками.

2. Консолідація вантажів. Завезення в аеропорт узгодженого обсягу вантажу, який буде відправлено своєчасно, щоб зменшити витрати на його зберігання. Оптимізація зберігання однакових вантажів різних перевізників в аеропорту. Рециклінг тари для перевезення вантажів.

3. Зменшення витрат за допомогою застосування інтелектуальних технологій обслуговування вантажопотоків.

4. Оптимізація технологічного процесу за рахунок мінімізації часу на обслуговування вантажу в аеропорту.

5. Врахування факторів невизначеності при обслуговуванні вантажопотоків в аеропорту, зокрема резервування додаткових ресурсів аеропорту, створення запасів для обслуговування певних категорій вантажів, удосконалення взаємодії з перевізниками при обслуговуванні їхніх рейсів.

Мінімізація витрат від впливу ризиків при обслуговуванні вантажопотоків досягається через їх врахування та управління ними. Кількісні оцінки частково були проведені автором у параграфі 2.3 для ДП МА «Бориспіль» та МА «Київ» (Жуляни) шляхом формування карти ризиків щодо обслуговування спеціальних та генеральних вантажів. На визначене значення важливості складової в картах ризиків повинна бути накладена відповідна ймовірність їх виникнення. А в результаті моделювання мають бути визначені оптимальні варіанти з груповим мінімальним рівнем ризиків.

Мінімізація витрат щодо управління вантажопотоком із використанням механізму консолідації реалізується шляхом об'єднання сумісних партій вантажів із однаковим режимом перевезення для відправки кожним рейсом. Також аеропорт може мінімізувати витрати на зберігання тих чи інших категорій вантажів на власних складах шляхом їх консолідації та зберігання.

Для оптимізації роботи аеропорту конкретні категорії спеціальних вантажів необхідно групувати та консолідувати, завантажуючи їх у різні рейси. Тобто охолодженні вантажі можуть транспортуватися на вранішньому рейсі з

аналізованого аеропорту до певного пункту, а заморожені – на вечірньому рейсі. Це звільнить додаткові вантажні ємності на рейсах, що пов'язано зі спрощенням варіантності розміщення вантажів щодо їхньої сумісності. Зменшення витрат при управлінні вантажопотоками з використанням відповідних інтелектуальних технологій досягається внаслідок використання датчиків: контролю температури, порушення цілісності упаковки, тиску, падіння, удару, поштовху, перевертання, наявності магнітного поля для мінімізації ризиків пошкодження та втрати вантажів.

Оптимізація технологічного процесу за рахунок мінімізації часу на виконання окремих технологічних операцій щодо обслуговування вантажу в аеропорту дає можливість зводити до мінімуму час перед відправкою з аеропорту, тобто зменшити витрати на аеропортові послуги та надати можливість вантажовідправникові завозити вантаж в аеропорт за менший проміжок часу до вильоту рейсу. Аеропорту це дає можливість звільнити дефіцитні ємності вантажних складів, мінімізуючи час зберігання в них, завдяки чому збільшується кількість відправлень, які обслуговуються за певний час, тобто підвищується пропускна спроможність складів, та краще інтегруватися до мультимодальних транспортних систем.

Невідомий відправник як умова невизначеності збільшує час на обслуговування вантажопотоку за рахунок подовження часу на перевірочні процедури. Невизначені умови перевезення вантажу повітряним транспортом є комплексними факторами, які характеризуються нарощенням часу на обслуговування вантажу, зростанням ризиків відмови від перевезення вантажу при перевірці його в аеропорту, примноженням ризику пошкодження вантажу, затримки. Умова невизначеності, що вантаж неправильно підготовлений до перевезення, неправильно пакетований, невірно сформовані вантажні одиниці, передбачають зростання витрат на перевезення, виникають ризики пошкодження вантажу, відмови від перевезення, затримки.

Умова у вигляді невизначеного розкладу руху рейсів та типів ПС посилює ризик затримки вантажу в аеропорту та збільшення витрат на його зберігання й

помилкового завантаження. Неправильно визначене комерційне завантаження рейсу як умова невизначеності посилює перші два чинники попередньої умови. Неправильно визначений попит на авіап перевезення може призвести до псування вантажу внаслідок його несвоєчасного відправлення, асинхронності міжнародної доставки та створення перебоїв у роботі аеропорту. Неправильно визначена наявність об'єктів інфраструктури аеропорту для оброблення та зберігання вантажів призводить до збільшення ризиків відмови від перевезення вантажу або його затримки.

3.3.2. Модель оперативного управління обслуговування вантажів в аеропорту на основі мінімізації витрат на зберігання та відправлення поточного вантажопотоку

Виберемо деякий часовий «горизонт» планування T , на якому розглядатимемо функціонування аеропорту. Він може тривати декілька місяців, півроку, рік. Весь потік вантажів через аеропорт розділимо на три групи. Перший прибуває до аеропорту наземним транспортом і потребує процедур оформлення, перевірки та контролю для можливості подальшого перевезення авіаційним транспортом. Другий прибуває авіаційним транспортом і потребує додаткових митних процедур для відправлення далі наземним транспортом. Третій прибуває авіаційним транспортом та вибуває з аеропорту також авіаційним транспортом. Кожен потік складається з вантажів, які розподіляються за категоріями, кожна з яких потребує спеціальних засобів та технологій розвантаження-завантаження, місць та умов зберігання, контролю цілісності, підготовки до авіаційного або наземного перевезення, роботи з ними певних груп фахівців.

Погодинна можливість відправлення вантажів авіаційним транспортом визначається розкладом руху пасажирських літаків, регулярних транспортних рейсів, часом відправлення чартерних рейсів та місткістю відповідних повітряних суден, що доступна для використання аеропортом. Погодинний

авіаційний вихідний потік вантажів визначається так само розкладом та завантаженістю ПС, але з урахуванням випадкового відхилення в часі прибуття літаків. Погодинна можливість відправлення вантажів наземним транспортом визначається як розкладом (домовленостями з одержувачами вантажів), так і значним впливом випадкового фактору, пов'язаного з непередбачуваними затримками прибуття в аеропорт транспортних засобів.

Уже було сказано, що розглядатимуться поточні та перспективні вантажопотоки. Поточними називатимемо вантажопотоки, які вже заплановано на момент моделювання; перспективними - такі, що є очікуваними на цей момент і можуть бути описані як випадкові з певними характеристиками.

У цій моделі розглядаємо управління потоком вантажів, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіаційним транспортом, і рішення щодо їхнього зберігання, консолідації, об'єднання в партії, підправки приймає аеропорт. Аеропорт також приймає ці вантажі, оформлює документи, транспортує на склад/зі складу, завантажує в ПС.

На часовому періоді здійснення оперативного планування потік вантажів вважається відомим згідно з укладеними договорами з вантажовідправниками.

Мінімізація витрат на зберігання та відправлення вантажів здійснюється за рахунок консолідації вантажів та вибору рейсів для відправлення, що викликає необхідність варіювати час зберігання вантажів.

Нехай увесь період оперативного планування $[t_0, T]$ складається з окремих часових інтервалів однакової довжини $t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_n = T$ (наприклад, годинні інтервали), де t_i – конкретна дата та година. Інтервал i визначається як проміжок часу $[t_{i-1}, t_i]$.

Для кожного інтервалу відомий план надходження вантажів W_i . Об'єднання множин W_i разом утворює повну множину вантажів періоду планування $W = \bigcup_{i=1, \dots, n} W_i$. Кожний вантаж $w \in W$ характеризується такими показниками: очікуваний час надходження t_w^{in} ; граничний термін доставки в

аеропорту призначення t_w^{dl} ($t_w^{dl} > t_w^{in}$); категорія вантажу k_w ; маса g_w ; об'єм v_w ; вартість зберігання вантажу на складі аеропорту протягом години c_w^{st} . Категорія вантажу k_w є елементом множини K категорій вантажів, що можуть транспортуватися через аеропорт. Для деяких категорії вантажі можуть об'єднуватися при перевезенні.

Нехай R - множина усіх рейсів, що вилітають з аеропорту у період $[t_0, T]$. В R включаються і пасажирські, і вантажні рейси, як регулярні, так і не регулярні, але такі про які ми знаємо на момент здійснення планування.

Кожен рейс $r \in R$ характеризується такими параметрами: плановий час відправлення ПС t_r ; обмеження на сумарну масу вантажів G_r ; обмеження на сумарну масу вантажів за категоріями G_{rk} ; обмеження на сумарний об'єм вантажів V_r ; обмеження на сумарний об'єм вантажів за категоріями V_{rk} . Кожен окремий регулярний рейс у цій моделі представлений як підмножина рейсів. Тобто рейс, який виконується на цьому тижні і на наступному, формально в моделі розглядається як різні рейси.

Для кожного вантажу $w \in W$ на етапі підготовки даних для моделі необхідно визначити можливі варіанти його доставки в кінцевий аеропорт призначення та визначити підмножину рейсів $R_w \in R$, якими вантаж може бути відправлений з АП, таких, що він буде доставлений не пізніше граничного терміну t_w^{dl} . Для кожного рейсу $r \in R_w$ розглядається вартість доставки вантажу в кінцевий аеропорт c_{wr} за умови, що вантаж не входить до консолідованої вантажної одиниці.

Оскільки розглядається збереження вантажів, то необхідними параметрами для моделі є: обмеження на сумарний об'єм вантажів V_i^a , які можуть перебувати на збереженні в аеропорту на часовому інтервалі i ; таке саме обмеження за категоріями вантажів V_{ik}^a . Залежність об'ємів від інтервалу часу може бути викликана тим, що склади аеропорту використовують також інші оператори – авіакомпанії та хендлінгові компанії.

Консолідація вантажів приводить до зменшення вартості їхнього транспортування. Для відображення дій по консолідації вантажів у моделі розглядаються консолідаційні одиниці (КО), тобто цілісні об'єкти, які транспортуються за певними тарифами, вміщують декілька окремих вантажів, і тарифи для таких одиниць менші, ніж для окремих вантажів. Для кожної категорії вантажів будемо розглядати окремі КО. Множину КО позначатимемо Q_k залежно від категорії. Для деяких категорій вантажів консолідація не можлива. Характеристиками КО в моделі є: максимальне завантаження G_{qk} та максимальний об'єм V_{qk} .

Для кожного рейсу r , де можна застосовувати КО q , задається вартість транспортування такої одиниці c_{rq} .

Рейсу $r \in R_w$ для вантажу w в моделі будемо вибрати за допомогою булевих змінних $y_{wr} \in \{0, 1\}$. Оскільки вибрати можна тільки один рейс для вантажу w , то це задається обмеженням $\sum_{r \in R_w} y_{wr} = 1$.

Якщо на рейсі r вантаж w може бути консолідований з іншими подібними вантажами, то для цього рейсу розглянемо можливість використання КО. Позначимо множину КО для вантажів категорії k_w на рейсі r як $Q_{k_w r}$. Ця множина описує однотипні, але пронумеровані КО для вантажів категорії k_w у максимальній кількості, що можлива для рейсу r . Використання або ні КО $q \in Q_{k_w r}$ позначатимемо булевою змінною y_{rq} .

Якщо вантаж w входить в КО $q \in Q_{k_w r}$, то ще одна булева змінна y_{wrq} покладається рівною 1, інакше - 0. Оскільки вантаж може входити тільки в одну КО, а може взагалі не перевозитися рейсом r , то в моделі це описується обмеженням $\sum_{q \in Q_{k_w r}} y_{wrq} \leq y_{wr}$.

Склад кожного КО q обмежений за масою та об'ємом. Це задається таким обмеженням для кожного рейсу r і КО, що може на ньому транспортуватися, за

категоріями вантажів $\sum_{w \in W_{rk}} y_{wrq} g_w \leq G_{qk} y_{rq}$, $\sum_{w \in W_{rk}} y_{wrq} v_w \leq V_{qk} y_{rq}$, $q \in Q_{kr}$, $k \in K_r$, $r \in R$.

Вартість транспортування вантажу w на рейсі r можна визначити окремо, якщо він не консолидований, або не врахована окремо, якщо він консолидований, і рахується вартість транспортування відповідної КО. Це задається такою складовою вартості: $c_{wr} \left(y_{wr} - \sum_{q \in Q_{k_{wr}}} y_{wrq} \right)$. Оскільки у попередніх обмеженнях є змінна y_{rq} , яка не може дорівнювати 0, якщо в КО входить хоча б один вантаж, то вартість транспортування КО задається складовою $c_{rq} y_{rq}$. Зазначимо, що це один із можливих варіантів задання вартості транспортування КО за принципом об'ємної ваги за об'ємом КО. Інший варіант - це застосування тарифної сітки до маси КО, яка є деякою додатною увігнутою функцією від маси $f_{rq}(g_{rq})$, рівною 0 при нульовій масі. Масу КО g_{rq} вже враховано вище і вона дорівнює $g_{rq} = \sum_{w \in W_{rk}} y_{wrq} g_w$.

Для формування КО необхідне певне накопичення вантажів, а це потребує додаткових витрат на зберігання. Витрати на зберігання вантажу w залежать від часу відправки обраного рейсу й дорівнюють $c_w^{st} \left(\sum_{r \in R_w} y_{wr} t_r - t_w^{in} \right)$.

Надходження і вибуття вантажів зі складів за категоріями вантажів описується такими сумами:

– надходження на склади на інтервалах часу $i = 1, \dots, n$ для кожної категорії $k \in K$ дорівнює $\sum_{w \in W_{ik}^{in}} v_w$, де W_{ik}^{in} – множина вантажів категорії k , яка надходить до аеропорту на інтервалі часу i згідно з планом;

– вибуття зі складів на інтервалах часу $i = 1, \dots, n$ для кожної категорії $k \in K$ дорівнює $\sum_{r \in R_i} \sum_{w \in W_{rk}^{out}} v_w y_{wr}$, де R_i – множина рейсів, що вилітає на інтервалі часу i ; W_{rk}^{out} – множина вантажів категорії k , яка може бути транспортована рейсом r . Вибуття залежить від значення змінних y_{wr} .

Баланс об'єму вантажів, що перебувають на складах, залежить від того, скільки їх було на кінець попереднього інтервалу часу, скільки надійшло та скільки вибуло. Для кожної категорії та інтервалу часу він дорівнює

$$z_{ki} = z_{ki-1} + \sum_{w \in W_{ik}^{in}} v_w - \sum_{r \in R_i} \sum_{w \in W_{rk}^{out}} v_w y_{wr}$$

і не може перевищувати можливості аеропорту.

Сумарну масу та об'єм вантажу, що планується для кожного окремого рейсу r , розраховують як суму за категоріями за такими формулами:

$\sum_{k \in K_r} \sum_{w \in W_{rk}^{out}} g_w y_{wr}$ та $\sum_{k \in K_r} \sum_{w \in W_{rk}^{out}} v_w y_{wr}$. Ці суми та суми окремо для категорій не можуть перевищувати граничних значень, що позначені вище.

Запишемо тепер математичну модель як задачу мінімізації:

$$\begin{aligned} \min_{y_{wr}, y_{wrq}, y_{rq}, z_{ki}} & \left[\sum_{w \in W} \left(\sum_{r \in R_w} c_{wr} (y_{wr} - \sum_{q \in Q_{kw}} y_{wrq}) + c_w^{st} (\sum_{r \in R_w} t_r y_{wr} - t_w^{in}) + \right. \right. \\ & \left. \left. + p_w \max \left\{ 0, \sum_{r \in R_w} (t_r + \Delta_r) y_{wr} - t_w^{dl} \right\} \right) + \sum_{r \in R} \sum_{k \in K_r} \sum_{q \in Q_{kr}} c_{rq} y_{rq} \right]; \quad (3.1) \end{aligned}$$

$$z_{ki} = z_{ki-1} + \sum_{w \in W_{ik}^{in}} v_w - \sum_{r \in R_i} \sum_{w \in W_{rk}^{out}} v_w y_{wr}, \quad k \in K, i=1, \dots, n; \quad (3.2)$$

$$z_{ki} \leq V_{ik}^a, \quad k \in K; \quad (3.3)$$

$$\sum_{k \in K} z_{ki} \leq V_i^a, \quad i=1, \dots, n; \quad (3.4)$$

$$\sum_{k \in K_r} \sum_{w \in W_{rk}^{out}} g_w y_{wr} \leq G_r, \quad r \in R; \quad (3.5)$$

$$\sum_{k \in K_r} \left(\sum_{w \in W_{rk}^{out}} v_w (y_{wr} - \sum_{q \in Q_{kw}} y_{wrq}) + \sum_{q \in Q_{kr}} c_{rq} y_{rq} \right) \leq V_r, \quad r \in R; \quad (3.6)$$

$$\sum_{w \in W_{rk}} y_{wrq} g_w \leq G_{qk} y_{rq}, \quad q \in Q_{kr}, k \in K_r, r \in R; \quad (3.7)$$

$$\sum_{w \in W_{rk}} y_{wrq} v_w \leq V_{qk} y_{rq}, \quad q \in Q_{kr}, k \in K_r, r \in R; \quad (3.8)$$

$$\sum_{r \in R_w} y_{wr} = 1, w \in W; \quad (3.9)$$

$$\sum_{q \in Q_{k_w r}} y_{wrq} \leq y_{wr}, r \in R_w, w \in W; \quad (3.10)$$

$$y_{wr} \in \{0,1\}, r \in R_w, w \in W; \quad (3.11)$$

$$y_{wrq} \in \{0,1\}, q \in Q_{k_w r}, r \in R_w, w \in W; \quad (3.12)$$

$$y_{rq} \in \{0,1\}, q \in Q_{kr}, k \in K_r, r \in R; \quad (3.13)$$

$$z_{ki} \geq 0, k \in K, i = 1, \dots, n. \quad (3.14)$$

У моделі (3.1) це критерій мінімізації, який включає витрати на перевезення вантажів уособлено або в складі консолідованої вантажної одиниці й витрати на зберігання за весь період планування та штрафи за перевищення граничних термінів доставки вантажів; (3.2) - це баланс вантажів на складах для кожного інтервалу часу та категорії вантажів, який визначається залишком об'ємів вантажів від попереднього інтервалу, надходженням та вибуттям вантажів на інтервалі; (3.3), (3.4) - це обмеження на об'єми зберігання вантажів в аеропорту як у цілому, так і по кожній категорії на кожному інтервалі часу; (3.5) - це обмеження на сумарну масу вантажів рейсу; (3.6) - це обмеження на сумарний об'єм окремих вантажів та консолідованих одиниць на рейсі; (3.7), (3.8) - це обмеження на масу та об'єм консолідованих одиниць вантажу для різних категорій вантажів та визначення значення змінних y_{rq} , які вказують на наявність або відсутність консолідованої одиниці q на рейсі r ; (3.9) - умова обов'язкової відправки вантажу w одним із рейсів R_w ; (3.10) - ця умова визначає можливість включити вантаж w в одну з консолідованих одиниць $q \in Q_{k_w r}$ рейсу r ; (3.11) – (3.14) визначення змінних та їхніх областей значень.

Значення z_{k0} є вхідними параметрами моделі, вони мають відповідати умові $0 \leq z_{k0} \leq V_{0k}^a$ для кожного $k \in K$.

Задача (3.1) – (3.14) є динамічною лінійною задачею з булевими та неперервними змінними, що визначає її складність та необхідність

застосовувати відповідні оптимізаційні пакети. Професійні пакети оптимізації дають можливість розв'язувати задачі як точно, так і наближено, що прийнятно при великих обсягах вхідних даних.

Задача за допомогою незначних формальних змін у цільовій функції зводиться до лінійної задачі з булевими та неперервними змінними. Для розв'язання таких задач користуються методами гілок та меж і більш сучасними методами на основі їх модифікації, зокрема методом гілок та відтинань, методом гілок та цін. Межі в цих методах розраховуються за методами для розв'язування задач лінійного програмування, серед яких головними є симплекс-метод та метод внутрішніх точок. Для наближеного розв'язання задач з булевими та неперервними змінними застосовуються також різні евристичні методи, такі як генетичні алгоритми, методи імітації відпалу, методи локального пошуку.

Дамо перелік позначень моделі. У моделі використані такі множини та елементи множин:

t_0, T – початковий і кінцевий час, що розглядається в моделі, – період планування;

$t_i, i=1, \dots, n$ – границі часових інтервалів, на які розбивається період планування;

W – множина вантажів, що надходять за період планування;

R – множина рейсів, на якому вантажі можуть відправлятися;

K – множина категорій вантажів, що розглядається;

Q – множина можливих консолідованих вантажних одиниць;

$w \in W$ – окремий вантаж;

$r \in R$ – окремий рейс;

$k \in K$ – певна категорія вантажів;

$q \in Q$ – окрема консолідована вантажна одиниця;

W_{ik}^{in} – множина вантажів категорії k , що надходить в АП у часовому інтервалі i ;

W_{rk}^{out} – множина вантажів категорії k , які можуть бути відправлені рейсом r ;

R_i – множина рейсів, які відправляються на часовому інтервалі i ;

R_w – множина рейсів, на яких розглядається можливим відправка вантажу w ;

K_r – множина категорій вантажів, які можна перевозити рейсом r ;

Q_{kr} – множина консолідованих вантажних одиниць для вантажів категорії k на рейсі r ;

$Q_{k_w,r}$ – множина консолідованих вантажних одиниць для вантажів категорії k_w , в які можна помістити вантаж w на рейсі r .

У моделі використано такі параметри:

c_{wr} – вартість перевезення вантажу w рейсом r ;

c_w^{st} – вартість години зберігання вантажу w на складі АП;

p_w – штраф за годину затримки в доставці вантажу w в кінцевий АП понад граничний термін доставки;

t_w^{in} – запланований час надходження вантажу w до АП;

t_w^{dl} – граничний термін доставки вантажу w у кінцевий АП;

t_r – запланований час відправлення рейсу r ;

Δ_r – тривалість рейсу r ;

c_{rq} – вартість транспортування КО q рейсом r ;

v_w – об'єм вантажу w ;

V_{ik}^a – обмеження на сумарний об'єм вантажів категорії k , що зберігаються в АП на інтервалі часу i ;

V_i^a – обмеження на сумарний об'єм всіх вантажів, що зберігаються в АП на інтервалі часу i ;

G_r – обмеження на сумарну вагу вантажів на рейсі r ;

V_r – обмеження на сумарний об'єм вантажів на рейсі r ;

V_{qk} – об'єм КО q для вантажів категорії k ;

G_{qk} – максимальна допустима вага КО q для вантажів категорії k ;

z_{k0} – початковий об'єм вантажів категорії k на складах АП.

В моделі використані такі змінні:

y_{wr} – вибраний чи ні рейс r для вантажу w ;

y_{wrq} – вибрана чи ні КО q на рейсі r для вантажу w ;

y_{rq} – вибрана чи ні КО q для рейсу r ;

z_{ki} – сумарний об'єм вантажів категорії k , що зберігаються на складах АП на інтервалі часу i .

3.3.3. Перспективна модель планування управління очікуваними вантажопотоками, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіатранспортом

В цій моделі ми розглядаємо планування управління очікуваними (перспективними) потокам вантажів, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіаційним транспортом. Будемо збільшувати завантаження рейсів та використання складів аеропорту.

На часовому періоді здійснення планування потік вантажів лише частково вважається конкретизованим. Це вантажі, що перевозяться згідно довготривалим контрактам. Але навіть у цьому випадку потік таких вантажів описується лише загальними параметрами: категорією, очікуваною сумарною вагою та об'ємом.

Увесь період планування $[t_0, T]$ так само складається із окремих часових інтервалів однакової довжини $t_0 < t_1 < t_2 < \dots < t_n = T$, але тепер це інтервали більшої тривалості (наприклад, доба), тоді t_i це час початку конкретної доби. Тоді інтервал i визначається як проміжок часу $[t_{i-1}, t_i]$ (наприклад, від початку доби до її кінця).

Позначимо множину авіаперевізників, які планують користуватися послугою аеропорту в період планування $[t_0, T]$ як A .

У кожного авіаперевізника $a \in A$ на періоді планування є множина рейсів R_a . Кожен рейс $r \in R_a$ характеризується номером інтервалу i , коли він здійснюється, сумарною вагою G_r та сумарним об'ємом вантажів V_r , в рамках яких аеропорт може планувати використання цього рейсу при партнерських відносинах із авіаперевізником. Вважаємо, що для різних авіаперевізників множини R_a не перетинаються. Якщо аеропорт не може мати жодного впливу на використання вільного тону деяких рейсів, то ми не будемо їх розглядати у моделі.

Потік вантажів, що надходять в аеропорт для подальшого транспортування ПС, розділимо по категоріям $k \in K$. Але для цілей моделювання ми розширимо множину категорій K , розділивши очікувані вантажі окремої категорії на декілька підкатегорій по вазі та об'єму, до яких можуть застосовуватися різні тарифи. Таким чином, говорячи про категорію $k \in K$, ми будемо враховувати і вагові та об'ємні характеристики вантажів цієї категорії. Оскільки мова йде про майбутні вантажі, то при прогнозуванні повинне враховуватися вивчення попиту на ринку перевезень та статистика за попередній час. Попит будемо визначати у ваговому вимірі.

Нехай P – це множина напрямків, у які є попит на перевезення з (або через) даного аеропорту. Нехай d_{ipk} – це попит на перевезення вантажів категорії k у напрямку $p \in P$ на часовому інтервалі $i \in \{1, \dots, n\}$. Перевезення вантажів категорії k у напрямку p на інтервалі i може здійснюватися за допомогою рейсів, що становлять множину R_{pk} .

У цій моделі врахуємо те, що не всі категорії вантажів можуть перевозитися разом на одному ПС та навіть, якщо можуть, то це впливає на граничне завантаження ПС, оскільки деякі категорії вантажів мають бути розділені фізично. Для цього введемо для кожного рейсу варіанти його завантаження категоріями вантажів W_r . З кожним варіантом $w \in W_r$ пов'яжемо

такі параметри: G_{rwk} – граничне завантаження ПС рейсу r у варіанті w вантажем категорії k ; G_{rw} – граничне сумарне завантаження ПС рейсу r у варіанті w . Категорії вантажів, перевезення яких не розглядається у варіанті w , мається значення параметра $G_{rwk} = 0$. Оскільки ми оперуємо із прогнозними значеннями і середньою вагою та об'ємом вантажів певної категорії, то ці граничні значення мають враховувати і як вагові, так і об'ємні обмеження. Вибір варіанту буде визначатися булевою змінною $y_{rw} \in \{0,1\}$ при умові вибору тільки одного варіанту $\sum_{w \in W_r} y_{rw} = 1$.

З наведених міркувань витікає, що більше завантаження рейсів, а отже і більший потік вантажів через аеропорт, можливе при завантаженні рейсів сумісними категоріями вантажів. Водночас це може потребувати збільшення накопичення вантажів на складах аеропорту для формування сумісних партій вантажів, що також має збільшувати доходи АП. Звісно, що це можливо лише при достатньому попиті на авіаційні перевезення D_{ipk} .

Накопичення вантажів опишемо у моделі наступним чином. Нехай x_{ikp}^{in} об'єм вантажів категорії k у напрямку p на інтервалі i , які надходять в аеропорт для подальшого транспортування ПС. Параметр $d_k \geq 0$ задає максимальну кількість часових інтервалів зберігання вантажів цієї категорії.

Об'єм x_{ikp}^{in} розділимо на частини h_{i+jkp}^i , які будемо відправляти на інтервалі надходження та протягом d_k інтервалів після надходження $x_{ikp}^{in} = \sum_{j=0}^{d_k} h_{i+jkp}^i$.

Об'єми h_{i+jkp}^i є невідомими у моделі і будуть визначатися по розв'язку оптимізаційної задачі. Індекс $i+j$ означає на якому інтервалі частина вантажу буде відправлений, а $j=0$ означає, що ця частина вантажу не передається на зберігання і відправляється одразу. Загалом частина вантажу категорії k , яка передається на склад на інтервалі i , визначається сумою по напрямкам

$$\sum_{p \in P} \sum_{j=1}^{d_k} h_{i+jkp}^i.$$

Передача вантажів зі складу на відправку також визначається змінними h_{i+jkp}^i . А саме, сума $x_{ikp}^{out} = \sum_{j=0}^{d_k} h_{ikp}^{i-j}$ означає скільки вантажу категорії k для напрямку p на інтервалі i передається на завантаження.

Ми маємо розглянути і вантажі, які потрапили на склад раніше першого інтервалу часу моделювання, але частина їх може бути відправлена у період моделювання. Формально, це вантажі, для яких $i \leq 0$, а $i + d_k > 0$. Для таких вантажів змінна x_{ikp}^{in} та змінні h_{i+jkp}^i для $i \leq 0, i + j \leq 0$ стають фіксованими параметрами, а для $i + j > 0$ залишаються змінними моделі.

Баланс вантажів на складі по категорія вантажів для кожного інтервалу задається рівняннями $z_{ik} = z_{i-1k} + \sum_{p \in P} \left(\sum_{j=1}^{d_k} h_{i+jkp}^i - \sum_{j=1}^{d_k} h_{ikp}^{i-j} \right)$, де z_{ik} змінні при $i > 0$, а z_{0k} фіксовані параметри – початкові умови. Іншими початковими умовами є рівняння для вантажів, що завезені до інтервалу 1, а саме, $x_{ikp}^{in} = \sum_{j=0}^{d_k} h_{i+jkp}^i$ для $i = -d_k + 1, \dots, 0$. При формулюванні моделі будуть враховані також обмеження на об'єми складів аеропорту.

Перейдемо до безпосереднього формулювання моделі. В якості критерію оптимальності у моделі виберемо максимізацію доходів авіакомпаній шляхом збільшення задоволення попиту на перевезення за рахунок збільшення завантаженості рейсів у взаємодії із аеропорту. При цьому збільшуються і доходи аеропорту за рахунок збільшення потоку вантажів та необхідного зберігання вантажів. Дохід авіакомпаній формується як сума по категоріям вантажів вартості їх перевезення на різних рейсах, а дохід аеропорту як дохід від зберігання та обробки вантажів.

$$\max_{x_{kr}, x_{krp}, z_{ik}, h_{jkp}^i, y_{nw}} \left(\sum_{r \in R} \sum_{k \in K_r} c_{kr} x_{kr} - \sum_{i=1, \dots, n} \sum_{k \in K} c_{ik} z_{ik} \right) \quad (3.15)$$

при обмеженнях:

$$z_{ik} = z_{i-1k} + \sum_{p \in P} \left(\sum_{j=1}^{d_k} h_{i+jkp}^i - \sum_{j=1}^{d_k} h_{ikp}^{i-j} \right) \quad (3.16)$$

$$\sum_{k \in K} z_{ik} \leq G_i^a, \quad i=1, \dots, n, \quad (3.17)$$

$$z_{ik} \leq G_{ik}^a, \quad k \in K, \quad i=1, \dots, n, \quad (3.18)$$

$$\sum_{j=0}^{d_k} h_{i+jkp}^i = x_{ikp}^{in}, \quad p \in P, \quad k \in K, \quad i = -d_k + 1, \dots, 0, \quad (3.19)$$

$$\sum_{j=0}^{d_k} h_{i+jkp}^i \leq D_{ipk}, \quad p \in P, \quad k \in K, \quad i=1, \dots, n, \quad (3.20)$$

$$\sum_{j=0}^{d_k} h_{ikp}^{i-j} = \sum_{r \in R_{ip}} x_{krp}, \quad p \in P, \quad k \in K, \quad i=1, \dots, n, \quad (3.21)$$

$$x_{kr} = \sum_{p \in P_r} x_{krp}, \quad k \in K_r, \quad r \in R, \quad (3.22)$$

$$x_{kr} \leq \sum_{w \in W_r} G_{rkw} y_{rw}, \quad k \in K_r, \quad r \in R, \quad (3.23)$$

$$\sum_{k \in K_r} x_{kr} \leq \sum_{w \in W_r} G_{rw} y_{rw}, \quad k \in K_r, \quad r \in R, \quad (3.24)$$

$$\sum_{w \in W_r} y_{rw} = 1, \quad r \in R, \quad (3.25)$$

$$y_{rw} \in \{0, 1\}, \quad w \in W_r, \quad r \in R, \quad (3.26)$$

$$z_{ik} \geq 0, \quad k \in K, \quad i=1, \dots, n, \quad (3.27)$$

$$x_{krp} \geq 0, \quad p \in P_r, \quad k \in K_r, \quad r \in R, \quad (3.28)$$

$$h_{jkp}^i \geq 0, \quad p \in P, \quad k \in K, \quad (3.29)$$

$$h_{ikp}^j \geq 0, \quad j = i - d_k, \dots, i, \quad i=1, \dots, n, \quad k \in K, \quad p \in P. \quad (3.30)$$

В цій моделі (3.15) це критерій максимізації, який включає сумарні доходи від перевезення вантажів по всім рейсам і категоріям за мінусом сумарних витрат на зберігання вантажів за весь період планування; (3.16) це баланс вантажів на складах для кожного інтервалу часу та категорії вантажів, який визначається залишком об'ємів вантажів від попереднього інтервалу, надходженням та вибуттям вантажів на поточному інтервалі; (3.17), (3.18) це обмеження на об'єми зберігання вантажів в аеропорт як в цілому, так і по кожній категорії на кожному інтервалі часу; (3.19) це необхідність врахування

вантажів, що були завезені в аеропорт до початку періоду планування, але не були ще відправлені; (3.20) це умова, що в аеропорт надходить об'єм вантажів не більше ніж попит на кожному інтервалі часу по категоріям і напрямкам як зразу, так і зі складу; (3.21) визначення об'ємів вантажів, які відправляються з аеропорту; (3.22) визначення загрузки рейсу по категоріям вантажів; (3.23) обмеження на загрузку рейсу для категорії в залежності від обраного варіанту загрузки; (3.24) обмеження на загрузку рейсу в цілому в залежності від обраного варіанту загрузки; (3.25) визначення, що для рейсу треба обрати один із варіантів загрузки; (3.26)–(3.30) визначення змінних та їхніх областей значень.

Задача (3.15)–(3.30) є динамічною лінійною задачею з булевими та неперервними змінними. Для розв'язання таких задач використовуються методи дискретної оптимізації, які представлені у багатьох сучасних оптимізаційних пакетах.

Дамо перелік позначень моделі. В моделі використані такі множини та елементи множин:

t_0, T – початковий і кінцевий час, що розглядається в моделі, – період планування;

$i = 1, \dots, n$ – множина часових інтервалів, на які рівномірно розбивається період планування;

P – множина усіх напрямків на які є попит на перевезення вантажів з аеропорту;

R – множина усіх рейсів, на яких вантажі можуть відправлятися (у розширеному розумінні рейсу, як це описано вище);

K – множина усіх категорій вантажів, що розглядається згідно опису вище;

K_r – множина категорій вантажів, які можуть перевозитися рейсом r ;

P_r – множина напрямків, на які можна перевозити вантажі рейсом r ;

R_{ip} – множина рейсів, на яких можна перевозити вантажі для напрямку p на часовому інтервалі i ;

W_r – множина варіантів вибору категорій вантажів, що будуть перевозитися одноразово рейсом r ;

$p \in P$ – окремий напрямок перевезень;

$r \in R$ – окремий рейс;

$k \in K$ – певна категорія вантажів;

$w \in W_r$ – окремий варіант вибору категорій для рейсу.

В моделі використані такі параметри:

c_{kr} – вартість перевезення 1 тони вантажу категорії k рейсом r ;

c_{ik} – вартість зберігання 1 тони вантажу категорії k на складі протягом інтервалу;

z_{0k} – початковий сумарний об'єм вантажів категорії k , що зберігаються в аеропорт перед початком моделювання;

G_i^a – обмеження на сумарний об'єм всіх вантажів, що зберігаються в аеропорт на інтервалі часу i ;

G_{ik}^a – обмеження на сумарний об'єм вантажів категорії k , що зберігаються в аеропорту на інтервалі часу i ;

x_{ikp}^{in} – об'єм вантажів категорії k , що були завезені в аеропорт до початку моделювання для відправки по напрямку p , але ще не всі були відправлені;

h_{jkp}^i – об'єм вантажів категорії k , що були відправлені до початку моделювання з завезеного об'єму x_{ikp}^{in} ;

D_{ipk} – попит на перевезення вантажів категорії k у напрямку p на часовому інтервалі i ;

G_{rwk} – граничне завантаження ПС рейсу r у варіанті завантаження w вантажем категорії k ;

G_{rw} – граничне сумарне завантаження ПС рейсу r у варіанті завантаження w .

В моделі використані такі змінні:

x_{kr} – вага вантажу категорії k , що перевозиться рейсом r ;

x_{krp} – вага вантажу категорії k , що перевозиться рейсом r у напрямку p ;

z_{ik} – сумарний об'єм вантажів категорії k , що зберігаються на складах аеропорту на інтервалі часу i .

h_{jkr}^i – об'єм вантажу категорії k для напрямку p , що був завезений в аеропорт на інтервалі i та відправлений на інтервалі $j \geq i$;

y_{rw} – вибір варіанту завантаження рейсу r категоріями вантажів.

3.4. Висновки за розділом 3

1. З метою успішної реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності було розроблено комплекс підходів, методів та принципів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності. Запропоновано при формуванні підходів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту використовувати наступний інструментарій: підходи щодо моделювання невизначеностей, нечіткі підходи, системний, синергічний, експертний, ситуаційний підходи, а також підходи на основі використання різних емпіричних методів.

2. Підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту реалізовані через принципову схему врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту. Доведено, що найкращі підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту повинні формувати загальні стратегії при різних сценаріях роботи для різних моделей аеропортів.

3. Деталізація стратегій врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту дала можливість оцінити цей інструментарій з точки зору його можливості використання на практиці. При цьому створення моделей управління організаційно-технологічними процесами

обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності має стати ключовим елементом для реалізації пропонованої системи управління, що нами і було здійснено у наступному підрозділі роботи.

4. Моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності ґрунтуються на логіці їх формування, яку було детально охарактеризовано. При цьому обмеженнями при обслуговуванні вантажопотоків виступають ресурси аеропорту (склади, засоби механізації, авіаційні засоби пакетування (ULD), персонал, витратні матеріали для обслуговування вантажів (тара та упакування, холодоагенти, тощо).

5. Модель оперативного управління обслуговування вантажів у аеропорту розроблена на основі мінімізації витрат на зберігання та відправлення поточного вантажопотоку. Критерій мінімізації у ній включає витрати на перевезення вантажів уособлено або у складі консолідованої вантажної одиниці та витрати на зберігання за весь період планування та штрафи за перевищення граничних термінів доставки вантажів. Це динамічна лінійна задача з булевими та неперервними змінними, що визначає її складність та необхідність застосування відповідних оптимізаційних пакетів.

6. Перспективна модель планування управління очікуваними вантажопотоками, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіатранспортом включає планування управління очікуваними (перспективними) потокам вантажів, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіаційним транспортом за критерієм максимізації, який включає сумарні доходи від перевезення вантажів по всім рейсам і категоріям за мінусом сумарних витрат на зберігання вантажів за весь період планування.

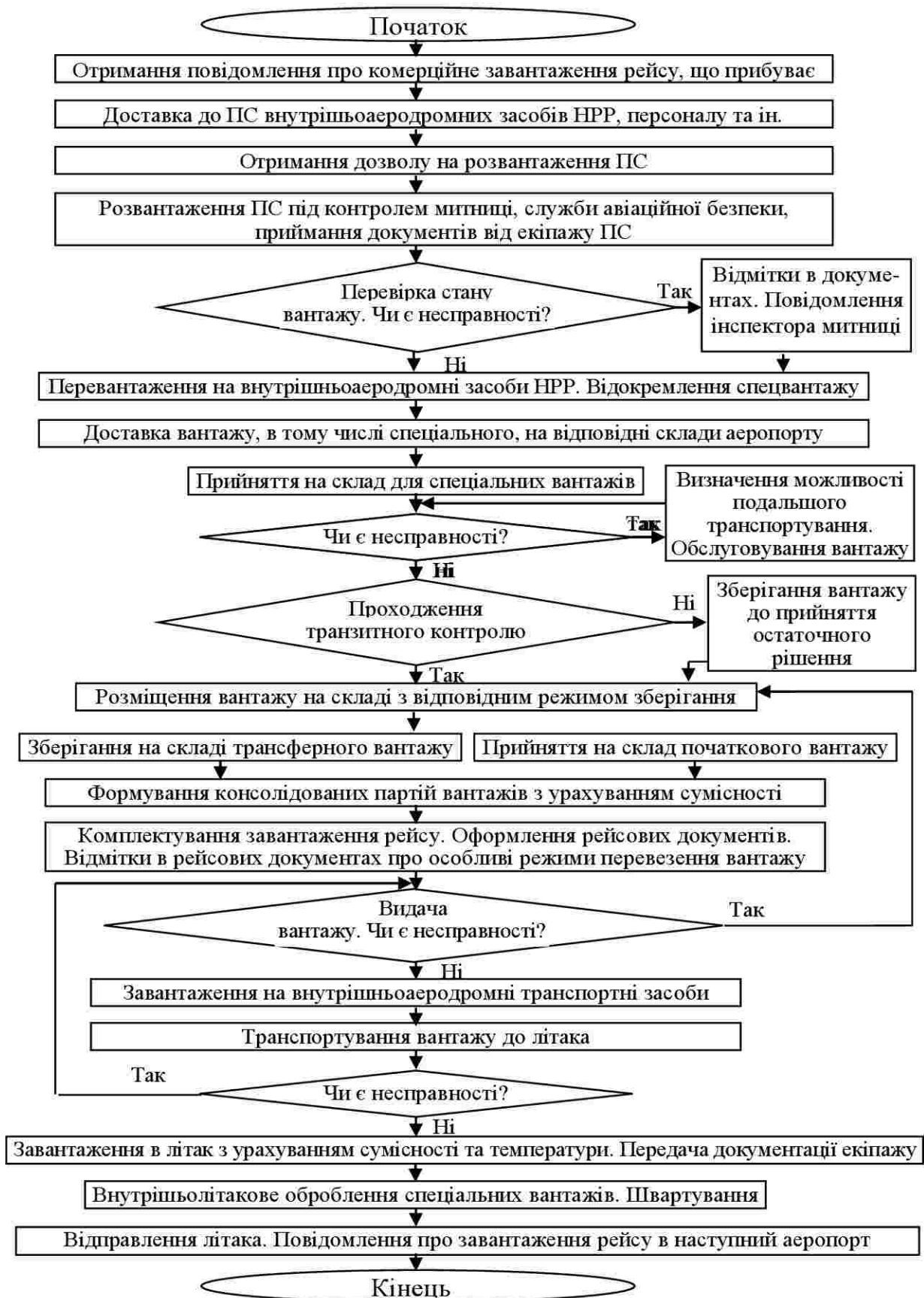
Основні результати дослідження по даному розділу опубліковані в роботах [25; 26; 104; 106; 257; 259–261].

РОЗДІЛ 4. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛЕЙ ТА МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВАНТАЖІВ В АЕРОПОРТУ

4.1. Практичні рекомендації щодо реалізації системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності

Обслуговування вантажопотоків вантажів, зокрема спеціальних, у трансферному хабовому аеропорту має певні відмінності та вимагає подальшого поглибленого характеризування. На рис. 4.1 представлено принципову схему-алгоритм обслуговування спеціальних категорій вантажів для трансферного аеропорту за умов невизначеності. Цю схему створено за результатами реалізації пропонованої в цій дисертаційній роботі системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності. Трансферні вантажопотоки є ключовими для великих міжнародних хабових аеропортів і в більшості своїй їх обслуговують трансферні пасажирські та вантажні рейси. Як було виявлено у трансферному хабовому аеропорту, інакше впливають умови невизначеності при обслуговуванні вантажів, що нами охарактеризовано далі.

Зокрема, у трансферному аеропорту менше проявляється добова нерівномірність вантажопотоків у зв'язку з більшою кількістю пасажирських та вантажних як прямих, так і трансферних рейсів, що відправляються з аеропорту. Крім цього, парк ПС, що використовуються для виконання цих рейсів, різноманітніший. Це створює більші можливості для вибору конкретного рейсу та часу відправлення вантажів, кращого комерційно вигідного часу відправки та створює умови, з одного боку, консолідувати вантажні відправки на певний рейс, а із іншого - розподіляти вантажопотік між різними рейсами в разі його несумісності, не втративши при цьому якості вантажу та часу на його доставку.



4.1. Принципова схема-алгоритм обслуговування спеціальних категорій вантажів для трансферного аеропорту за умов невизначеності

Джерело: сформовано автором

Останнє є визначальним у формуванні консолідованих відправок груп спеціальних вантажів авіаперевізником при використанні можливостей аеропорту. При цьому щільніший розклад руху дає змогу консолідувати вантажні відправки певних категорій вантажів та перевозити їх майже без затримок, що сприяє підвищенню економічної ефективності обслуговування різних категорій вантажів в аеропорту, в тому числі спеціальних, обслуговування яких приносить найбільший дохід.

Також було виявлено, що в хабовому трансферному аеропорту краще забезпечується взаємодія аеропорту з авіакомпаніями та хендлінговими агентами. Їхня загальна кількість набагато більша, ніж у звичайному аеропорту, до того ж вони забезпечують ширший вибір різноманітних послуг з перевезення та обслуговування різних категорій вантажів. Деякі авіакомпанії обирають трансферний хабовий аеропорт місцем свого базування, будують там власні склади. Хендлінгові агенти також можуть мати в аеропорту власні склади та логістичні центри, тобто спектр послуг, що надається в хабовому аеропорту, більш різноманітний. Очевидно, що наявність великої кількості провайдерів послуг з обслуговування вантажів у трансферному хабовому аеропорту створює можливість надавати різні цінові пропозиції споживачам транспортних послуг.

Іншим фактором зниження умов невизначеності в трансферному хабовому аеропорту слід вважати його кращу забезпеченість різноманітними ресурсами, необхідними для обслуговування певних видів вантажопотоку, зокрема різними типами складів, засобами внутрішньоскладської та внутрішньоаеродромної механізації, персоналом, парком ULD та витратними матеріалами. Ще одним фактором зниження впливу умов невизначеності в трансферному хабовому аеропорту є досконаліша технологія обслуговування вантажів. Вона відрізняється більшою кількістю технологічних операцій, зокрема при обслуговуванні спеціальних вантажів.

Технологія обслуговування вантажів у трансферному хабовому аеропорту містить більше «контрольних точок», які забезпечують перевірку стану

спеціального вантажу в процесі його оброблення в аеропорту. Це дає змогу своєчасно реагувати на появу різних відхилень стану спеціального вантажу та процесу обслуговування від нормального та запобігти можливому псуванню спеціального вантажу й його виходу з транспортабельного стану, що зменшує ризики пошкодження та втрати вантажу.

Під час оброблення вантажу в трансферному хабовому аеропорту більше застосовують різних засобів автоматизації та сучасних інформаційних технологій вантажних перевезень. Інформаційні системи застосовуються на ключових етапах оброблення вантажу: бронювання перевезень, складського оброблення вантажу, комплектування вантажного завантаження рейсу, формування рейсової документації та повідомлень про вантажне завантаження рейсу.

Застосовуються сучасні засоби відстеження стану спеціального вантажу, зокрема дотримання температурних умов (термореєстратори та термоіндикатори), засоби контролю обережного поводження з вантажем, технології, засновані на використанні RFID та Інтернету речей.

Сучасні засоби відстеження вантажу дають можливість контролювати стан вантажу від початку його перевезення до завантаження в літак і навіть від час польоту, що сприяє створенню повністю захищеного ланцюга доставки вантажу та суттєво знижує вплив невизначеності на обслуговування вантажів в аеропорту. У зв'язку із цим швидкість процесів обслуговування вантажів у трансферному хабовому аеропорту значно вища ніж у звичайному, що особливо важливо для спеціальних вантажів, де потрібен мінімальний транзитний час.

Побудова процесів обслуговування вантажів у трансферному хабовому аеропорту така, що транзитний час може становити менше годин, чого не спостерігається в інших типах аеропортів, а для деяких типів вантажів - навіть до 90 хвилин, що створює кращі умови для обслуговування вантажів, чутливих до часу, та сприяє залученню таких типів вантажопотоків для обслуговування в такому аеропорту.

У трансферному хабовому аеропорту забезпечується дуже складний процес обслуговування вантажів, який може включати великий перелік додаткових операцій та послуг, зокрема затарювання вантажів, забезпечення їх холодоагентами, формування укрупнених та консолідаційних одиниць, пакетування, забезпечення спеціальними видами ULD, різними засобами контролю стану вантажів, зберігання вантажів у визначених температурних умовах, розконсолідацію та інше, що сприяє їх кращій інтеграції у мультимодальні транспортні системи.

У великому трансферному хабовому аеропорту обслуговуються також різні види вантажів та типів вантажних одиниць, різні вантажні партії, в тому числі укрупнені вантажні одиниці та засоби пакетування. Це пояснюється наявністю тут більш різноманітних типів внутрішньоскладського та внутрішньоаеродромного обладнання та засобів механізації й автоматизації процесів обслуговування вантажів.

У трансферному хабовому аеропорту застосовуються сучасні технології догляду вантажів, що зменшує ризики порушення безпеки перевезень та забезпечує прийняття вантажів від відомого вантажовідправника.

На рис. 4.2 представлена взаємодія обслуговування вантажопотоків та ресурсів аеропорту.

Доведено, що між вантажопотоками та ресурсами аеропорту існує тісний взаємозв'язок та взаємозалежність. Наявність певних ресурсів забезпечує обслуговування різноманітних вантажопотоків аеропорту. У свою чергу, збільшення вантажопотоків приводить до змін у ресурсах аеропорту. Можна виділити декілька різних рівнів використання ресурсів аеропорту залежно від вантажопотоку.

Основними ресурсами аеропорту, що застосовуються при обслуговуванні вантажів, є різні види складських приміщень, персонал, внутрішньоскладські засоби механізації та обладнання для навантажувально-розвантажувальних робіт, внутрішньоаеродромні засоби механізації, парк ULD, витратні матеріали (тара та упакування, холодоагенти тощо).

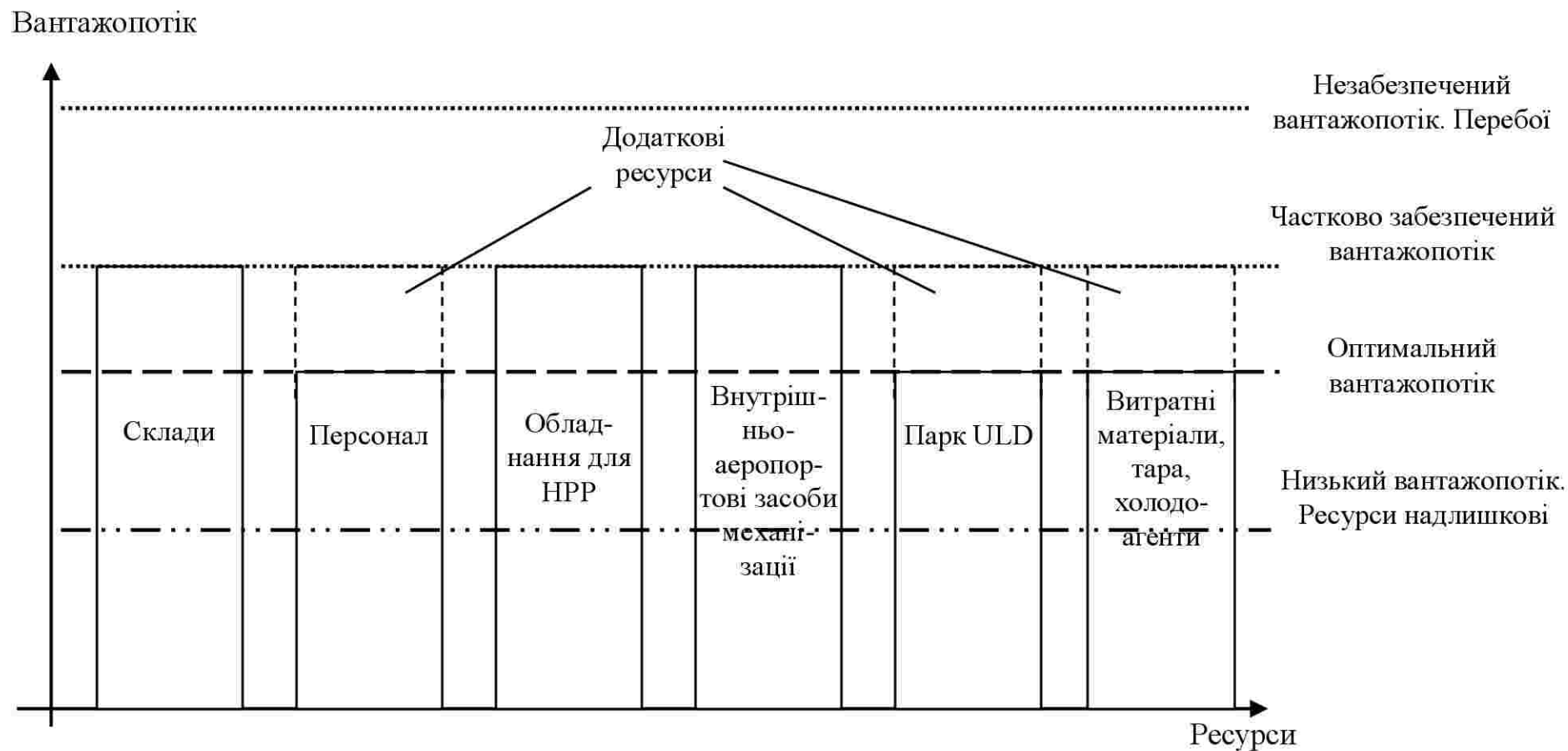


Рис. 4.2. Взаємодія обслуговування вантажопотоків та ресурсів аеропорту

Джерело: сформовано автором

При низькому рівні вантажопотоку на всіх етапах його обслуговування ресурсів вистачає, але вони повністю не задіяні, тобто є надлишковими. Це призводить до певних надлишкових витрат аеропорту на утримання цих ресурсів та зменшує фактори невизначеності при обслуговуванні вантажу, які від них залежать.

При оптимальному рівні вантажопотоку ресурси аеропорту повністю використовуються при обслуговуванні вантажу, при цьому надлишкових витрат немає, фактори невизначеності, які залежать від ресурсів аеропорту, відсутні.

У процесі роботи аеропорту можуть створюватися ситуації, коли вантажопотік може бути частково забезпечений ресурсами, тобто на деяких етапах певних видів ресурсів не вистачає і їх необхідно поповнити з інших джерел або очікувати на обслуговування. Це призводить до затримки вантажу та виникнення факторів невизначеності при його обслуговуванні, тобто створює підґрунтя для виникнення ризиків.

Найбільш незадовільною ситуацією є незабезпечений вантажопотік, тобто такий стан, коли всіх видів ресурсів аеропорту не вистачає для процесу обслуговування. Це призводить до перебоїв у роботі аеропорту, коли накопичується не обслужений вантаж на різних етапах, через що виникають ризики пошкодження, втрати вантажу, збитки аеропорту внаслідок претензій та позовів з боку клієнтури.

4.2. Зменшення впливу невизначеності при обслуговуванні вантажів за різних сценаріїв роботи аеропортів

Зменшення впливу умов невизначеності в аеропорту стає ключовим завданням. Шляхи для реалізації цього представлено на рис. 4.3. Заходи, що вжити аеропортом для зменшення впливу умов невизначеності, значно поліпшують організацію та технологію процесів обслуговування різних категорій вантажів.



Рис. 4.3. Зменшення впливу умов невизначеності в аеропорту

Джерело: сформовано автором

Зі зменшенням впливу умов невизначеності буде менше ризиків при обслуговуванні вантажів. З цим напряду пов'язане скорочення збитків аеропорту від претензій та позовів. Це також підвищить якість обслуговування вантажів та збільшить надійність доставки вантажів, зокрема спеціальних. Усе це сприятиме залученню додаткових вантажопотоків та отриманню аеропортом додаткових доходів від обслуговування вантажів.

Виникнення ефекту синергії внаслідок зменшення впливу умов невизначеності подано на рис. 4.4.

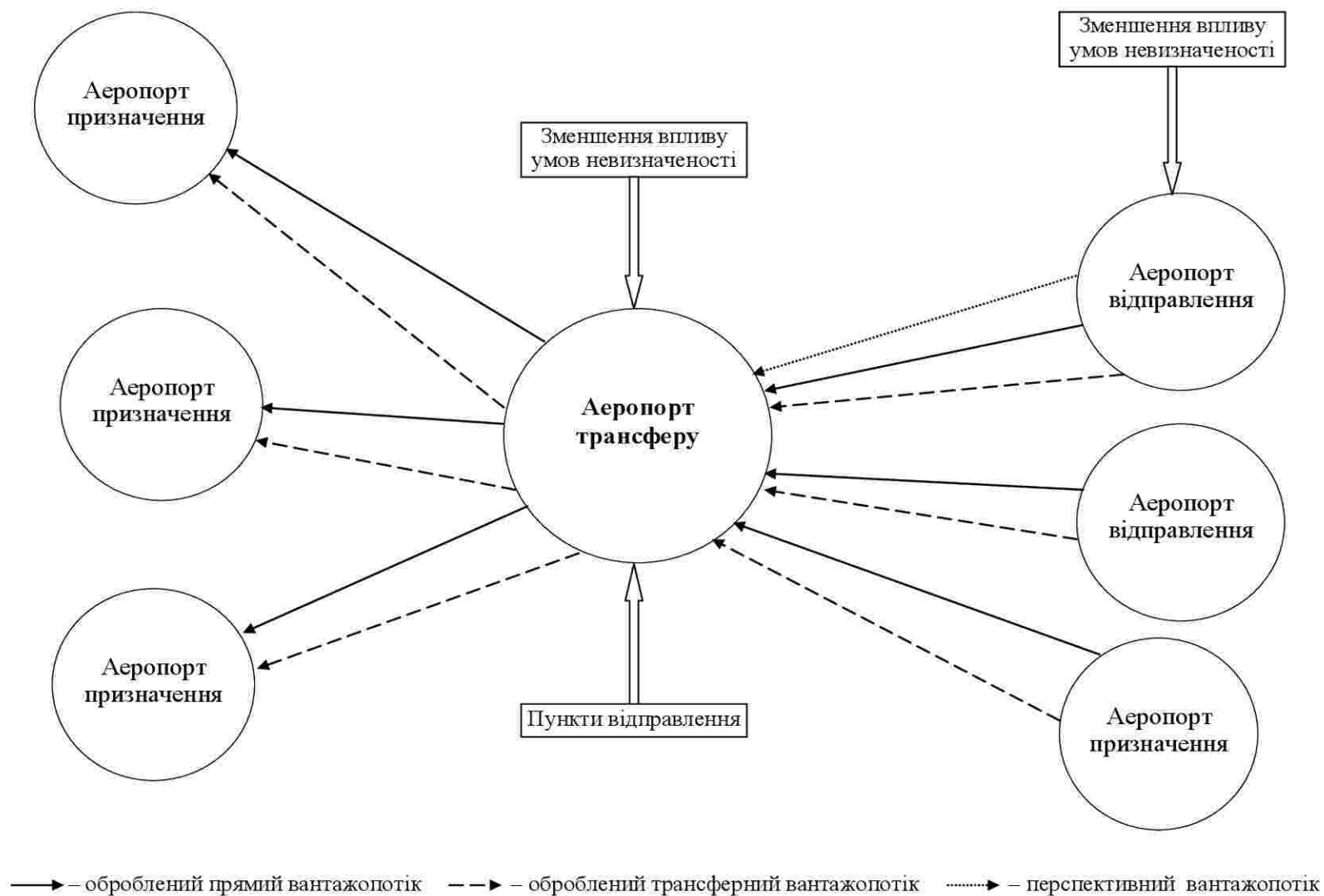


Рис. 4.4. Виникнення ефекту синергії внаслідок зменшення впливу умов невизначеності

Джерело: сформовано автором

Зменшення впливу умов невизначеності при обслуговуванні вантажів в аеропортах створює можливості для появи (генерації) додаткового перспективного вантажопотоку між аеропортами відправлення та трансферним хабовим аеропортом. Зазвичай вантажопотоки між аеропортом відправлення та аеропортом трансферу включають прямі та трансферні вантажопотоки. В аеропорту трансферу ці вантажопотоки оброблюють, до них додають первинний вантажопотік з цього аеропорту, і з аеропорту трансферу виходять уже оброблені прямі та трансферні вантажопотоки. При зменшенні впливу умов невизначеності вивільняються ресурси аеропорту, які можуть бути спрямовані на обслуговування додаткових перспективних вантажопотоків. Крім того, зменшується ймовірність та рівень ризиків при обслуговуванні вантажів, що сприятиме ефективнішим процесам обслуговування, розвитку співпраці з більшою кількістю авіакомпаній та хендлінгових агентів. А все це зумовить появу мережевого ефекту створення додаткового перспективного трансферного вантажопотоку. Стратегія врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи ДП МА «Бориспіль» представлена на рис. 4.5. Зосередження відбувається на трансферних потоках.



Рис. 4.5. Стратегія врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи ДП МА «Бориспіль»

Джерело: сформовано автором

Як можемо бачити, після проведення моделювання нам вдалося також змоделювати і стратегію врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи ДП МА «Бориспіль». При цьому оптимальна стратегія буде включати стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи для моделі регіонального хабового аеропорту, оскільки аеропорт «Бориспіль» є регіональним хабом який повинен концентруватися на забезпечення трансферних потоків через Україну. Має бути використана комбінована стратегія еволюційної адаптивності та стратегія формування із мінімальним рівнем ризику, що найкраще відбиває можливості аеропорту. Наявність діапазону можливих варіантів є найбільш оптимальним варіантом за рівнем невизначеності, при цьому сам він вищий за середній.

Стратегія врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи МА «Київ» (Жуляни) представлена на рис. 4.6. Аеропорт повинен активізувати залучення до себе частини трансферних рейсів.

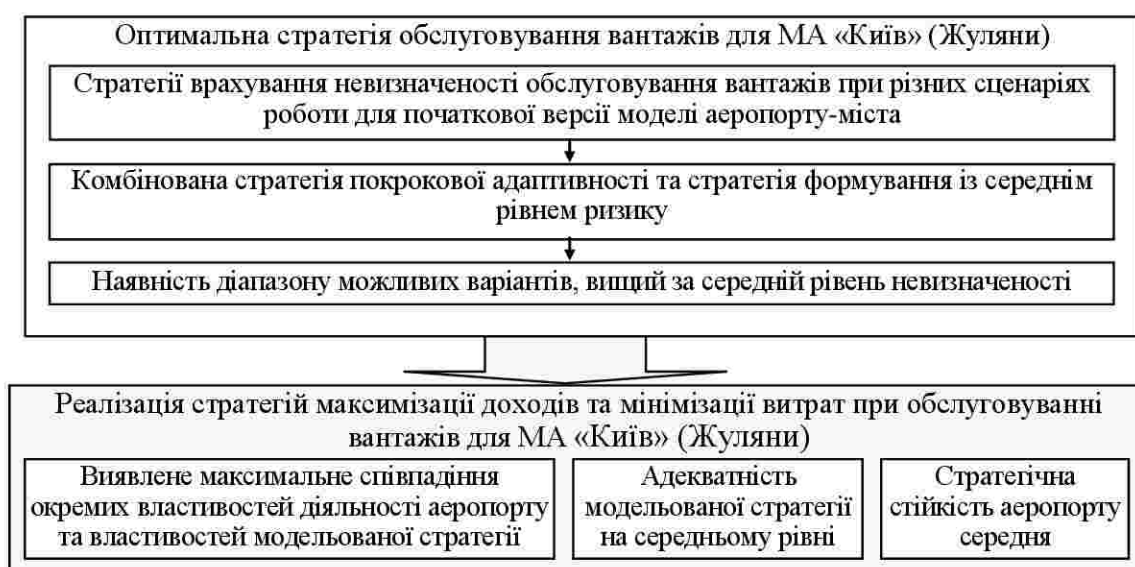


Рис. 4.6. Стратегія врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи МА «Київ» (Жуляни)

Джерело: сформовано автором

Моделювання показало, що необхідно використовувати стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи для початкової версії моделі аеропорту-міста, оскільки цей аеропорт

поки знаходиться лише на шляху до трансформації у аеропорт-місто. Наявність діапазону можливих варіантів і тут є оптимальним варіантом, при цьому є вищий за середній рівень невизначеності. Також було виявлене максимальне співпадіння окремих властивостей діяльності аеропорту та властивостей модельованої стратегії, адекватність модельованої стратегії на середньому рівні, а стратегічна стійкість аеропорту середня.

Стратегія врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи МА «Полтава» представлена на рис. 4.7. Орієнтація аеропорту за стратегією повинна бути на локальні вантажні доставки.

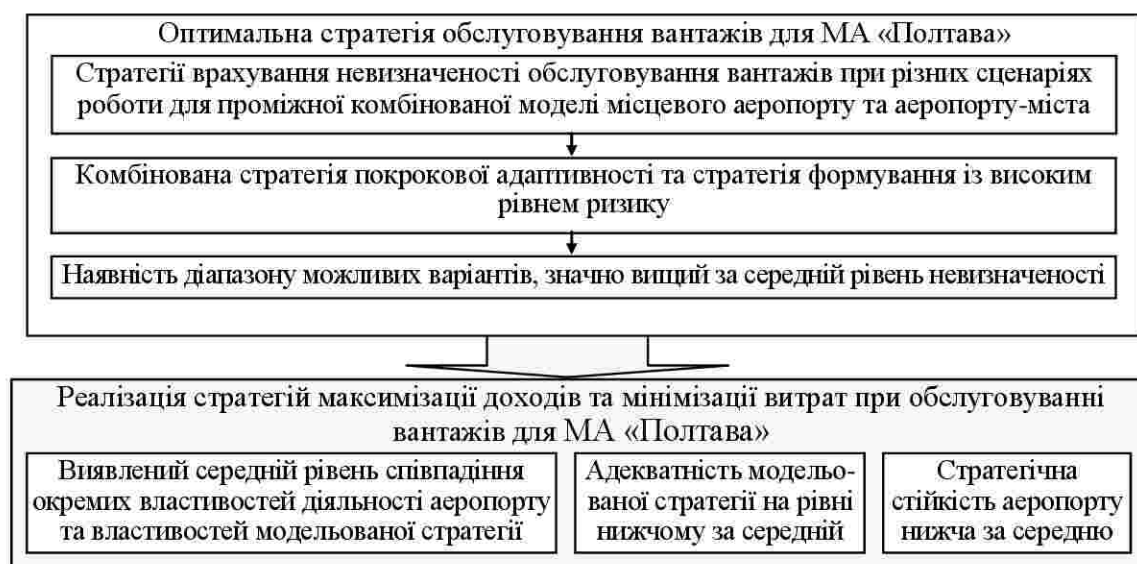


Рис. 4.7. Стратегія врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи МА «Полтава»

Джерело: сформовано автором

В результаті моделювання для МА «Полтава» найбільш оптимальними визначені стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи для проміжної комбінованої моделі місцевого аеропорту та аеропорту-міста, оскільки цей аеропорт лише починає перехідну стадію від місцевого аеропорту. Домінуючою стратегією є комбінована стратегія покрокової адаптивності та стратегія формування із високим рівнем ризику. Відзначається наявність діапазону можливих варіантів, значно вищий за середній рівень невизначеності.

Виявлений середній рівень співпадіння окремих властивостей діяльності аеропорту та властивостей модельованої стратегії, при цьому адекватність модельованої стратегії на рівні нижчому за середній, а стратегічна стійкість аеропорту нижча за середню.

Отже, за стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи для окремих типів вітчизняних аеропортів показали свою цілковиту спроможність.

4.3. Забезпечення мінімізації витрат у аеропортах при обслуговуванні вантажів за різних невизначеностей та сценаріїв роботи

Для генерації тестового прикладу та проведення розрахунків використані дані про перевезення вантажів на маршруті Амстердам – Київ – Пекін за 2021-й рік. При цьому другий сегмент буде виконуватися пасажирським ПС Boeing 737-800.

Розглядається такий сценарій. Аеропорт спільно із авіаперевізником планують організацію вантажного завантаження рейсів. З метою оптимізації комерційного завантаження літаків та збільшення використання вантажної ємності здійснюється накопичення однотипних спеціальних вантажі на короткотривалий період часу на складах аеропорту.

По даним за 2021-й рік завантаження рейсів Амстердам – Київ – Пекін спеціальними вантажами мало такий вигляд – табл. 4.1.

Наведена таблиця демонструє, що небезпечні вантажі категорій 6.1 та 6.2 не перевозилися разом із живими тваринами через несумісність, також і небезпечні вантажі категорій 7.2 та 7.3 несумісні із живими тваринами. Вони зберігаються на складі для небезпечних вантажів. Заморожені швидкопсувні вантажі через несумісні із свіжим швидкопсувними вантажами. Вони зберігаються на спеціалізованому складі з холодильною установкою. Тривалість зберігання 1 доба. Через добу збережені відправляються, а нові несумісні із ними потрапляють на склад.

Середнє завантаження рейсів Амстердам – Київ – Пекін у 2021 році
(розраховано автором)

Спеціальні вантажі	Відсоток вантажопотоку			
	У середньому, %	Рейс на 05.09.2021, %	Рейс на 06.09.2021, %	Зберігання, %
Свіжі швидкопсувні вантажі	4,0	8,0	-	4,0
Заморожені швидкопсувні вантажі	3,0	-	9,0	3,0
Фармацевтична продукція	11,0	11,0	11,0	-
3 клас небезпечних вантажів	3,0	3,0	3,0	-
Категорія 4.2 небезпечних вантажів	0,5	0,5	0,5	-
Категорія 4.3 небезпечних вантажів	0,5	0,5	0,5	-
Категорія 5.1 небезпечних вантажів	1,0	1,0	1,0	-
Категорія 5.2 небезпечних вантажів	0,4	0,4	0,4	-
Категорія 6.1 небезпечних вантажів	0,3	-	0,5	0,3
Категорія 6.2 небезпечних вантажів	0,2	-	0,3	0,2
Категорія 7.2 небезпечних вантажів	0,2	-	0,5	0,2
Категорія 7.3 небезпечних вантажів	0,2	-	0,4	0,2
8 клас небезпечних вантажів	1,5	1,5	1,5	-
9 клас небезпечних вантажів	0,3	0,3	0,3	-
Електроніка	10,0	10,0	10,0	-
Живі тварини	2,0	3,0	-	2,0
Цінні вантажі	4,0	4,0	4,0	-
У сумі	42,1	43,2	42,9	9,9

Приблизна вартість зберігання за одну годину бралася такою: на спеціалізованому складі без холодильної установки – 0,8 грн/кг; на спеціалізованому складі з холодильною установкою – 1 грн/кг; на спеціалізованому складі для небезпечних вантажів – 1,1 грн/кг; на спеціалізованому складі для живих тварин – 1 грн/кг; на спеціалізованому складі для цінних вантажів – 1,3 грн/кг.

Тестовий приклад генерувався із наступних міркувань. Пасажирський літак Boeing 737-800 має багажне відділення 20 куб. м. У вантажному варіанті компоновки цей літак має корисний об'єм 141,5 куб. м і може брати на борт 23 тони вантажу. Таким чином середня завантаженість об'єму цього літака становить 162,5 кг/куб. м. У той же час «Правилами повітряних перевезень вантажів» України об'ємна вага розраховується виходячи із коефіцієнта 166,7 кг/куб. м. Із значень цих коефіцієнтів отримуємо приблизно однакове

мінімальне розрахункове завантаження 3300 кг. Оскільки це мінімальний розрахунок було взяте середнє значення 4000 кг.

Вантажі, які мали невеликий середній відсоток були агреговані. В результаті небезпечні вантажі у подальших розрахунках зібрані у дві групи класів вантажів: Класи 3, 4, 5, 8, 9 та Класи 6, 7. Остання група виділена оскільки ці вантажі мають несумісність з деякими іншими. Виходячи із середнього відсотку обчислена середня вага виду вантажу на рейсі. Ці результати наведені у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Середнє значення параметрів для розрахунків
(розраховано автором)

Категорія вантажу	Середній відсоток	Середня вага на рейсі
Загальні вантажі	57,1	2284
Свіжі швидкопсувні вантажі	4,0	160
Заморожені швидкопсувні вантажі	3,0	120
Фармацевтична продукція	11,0	440
Класи 3, 4, 5, 8, 9	7,2	288
Класи 6, 7	1,7	68
Електроніка та цінні	14,0	560
Живі тварини	2,0	80

У моделі розглядаються варіанти завантаження рейсів категоріями вантажів. Для тестового розрахунку вибрані два способи завантаження рейсів.

У першому взята пара варіантів, кожний із яких повторюється через день. Вони відповідають табл. 4.1 та наведені у табл. 4.3 Значення «1» означає, що категорія вантажу береться на рейс, «0» – що ні.

У разі завантаження на рейс різних категорій вантажів це вимагає використання об'єму багажного відділення для розділення деяких категорій, що призводить до зменшення завантаження загальними вантажами. Така зміна показана у останньому рядку табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Варіанти завантаження рейсів за 10 послідовних днів

(розраховано автором)

Категорія вантажу	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Загальні вантажі	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Свіжі швидкопсувні вантажі	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Заморожені швидкопсувні вантажі	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Фармацевтична продукція	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Клас 3, 4, 5, 8, 9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Клас 6 та 7	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
Електроніка та цінні	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Живі тварини	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
Зміна ваги загальних вантажів	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9

У табл. 4.4 показана завантаженість рейсів у відповідності до варіантів завантаження з табл. 4.3.

Таблиця 4.4

Кількість вантажів, що перевозяться, кг

(розраховано автором)

Загальні вантажі	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056	2056
Свіжі швидкопсувні вантажі	160	0	320	0	320	0	320	0	320	0
Заморожені швидкопсувні вантажі	0	240	0	240	0	240	0	240	0	240
Фармацевтична продукція	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440
Клас 3, 4, 5, 8, 9	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288
Клас 6 та 7	0	136	0	136	0	136	0	136	0	136
Електроніка та цінні	560	560	560	560	560	560	560	560	560	560
Живі тварини	80	0	160	0	160	0	160	0	160	0
Сума	3584	3720	3824	3720	3824	3720	3824	3720	3824	3720

Загальна вага вантажів що перевозяться за 10 днів становить 37476 кг. Далі показано, яка кількість вантажів перебувала на складах (табл. 4.5). Сумарна вага вантажів, що перебували на складах протягом 10 днів, становила 2140 кг, а дохід аеропорту, виходячи із вищенаведених цін, становив 52380 грн.

Таблиця 4.5

Кількість вантажів на складах, кг
(розраховано автором)

Загальні вантажі	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Свіжі швидкопсувні вантажі	0	0	160	0	160	0	160	0	160	0	160	800
Заморожені швидкопсувні вантажі	0	120	0	120	0	120	0	120	0	120	0	600
Фармацевтична продукція	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Клас 3, 4, 5, 8, 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Клас 6 та 7	0	68	0	68	0	68	0	68	0	68	0	340
Електроніка та цінні	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Живі тварини	0	0	80	0	80	0	80	0	80	0	80	400

У другому розрахунку взято 5 варіантів завантаження для кожних 5-ти днів. Вони наведені у табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Варіанти завантаження рейсів за 10 послідовних днів
(розраховано автором)

Категорія вантажу	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й	8-й	9-й	10-й
Загальні вантажі	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Свіжі швидкопсувні вантажі	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
Заморожені швидкопсувні вантажі	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0
Фармацевтична продукція	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Клас 3, 4, 5, 8, 9	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
Клас 6 та 7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Електроніка та цінні	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Живі тварини	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0
Зміна ваги загальних вантажів	1,1	1	1,1	1	1,2	1,1	1	1,1	1	1,2

У кожному із наведених варіантах завантаження використано менше (або стільки ж) категорій вантажів, як і в першому розрахунку. За рахунок цього збільшується можливість завантаження загальних вантажів. Така зміна показана у останньому рядку табл. 4.6.

У табл. 4.7 показана завантаженість рейсів у відповідності до варіантів завантаження з табл. 4.6.

Таблиця 4.7

Кількість вантажів, що перевозяться, кг
(розраховано автором)

Загальні вантажі	2512	2284	2512	2284	2741	2512	2284	2512	2284	2741
Свіжі швидкопсувні вантажі	0	320	0	320	0	0	480	0	320	0
Заморожені швидкопсувні вантажі	120	0	240	0	0	360	0	240	0	0
Фармацевтична продукція	440	440	440	440	0	880	440	440	440	0
Клас 3, 4, 5, 8, 9	288	0	576	0	576	0	576	0	576	288
Клас 6 та 7	0	0	0	0	340	0	0	0	0	340
Електроніка та цінні	560	560	560	560	0	1120	560	560	560	0
Живі тварини	0	160	0	160	0	0	240	0	160	0
Сума	3920	3764	4328	3764	3657	4872	4580	3752	4340	3369

Загальна вага вантажів що перевозяться за 10 днів становить 40347 кг.
Далі показано, яка кількість вантажів перебувала на складах (табл. 4.8).

Таблиця 4.8

Кількість вантажів на складах, кг
(розраховано автором)

Загальні вантажі	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Свіжі швидкопсувні вантажі	160	0	160	0	160	320	0	160	0	160	160	0
Заморожені швидкопсувні вантажі	0	120	0	120	240	0	120	0	120	240	0	120
Фармацевтична продукція	0	0	0	0	440	0	0	0	0	440	0	0
Клас 3, 4, 5, 8, 9	0	288	0	288	0	288	0	288	0	0	0	288
Клас 6 та 7	68	136	204	272	0	68	136	204	272	0	68	136
Електроніка та цінні	0	0	0	0	560	0	0	0	0	560	0	0
Живі тварини	80	0	80	0	80	160	0	80	0	80	80	0

Сумарна вага вантажів, що перебували на складах протягом 10 днів, становила 7152 кг, а додатковий дохід аеропорту, виходячи із вищенаведених цін, становив 180144 грн.

Розмір задачі (15)–(30) залежить від об'єму вхідних даних, а саме, від розміру множин, для яких задача розв'язується. Це множина рейсів R , що розглядаються, множини варіантів завантаження рейсів категоріями вантажів W_r , множина категорій вантажів K , множина напрямків перевезень P та кількості часових інтервалів n .

Критичними розмірами є кількість рейсів та сумарна кількість по рейсам варіантів завантаження $\sum_{r \in R} |W_r|$, оскільки остання дорівнює кількості булевих змінних y_{rw} у задачі.

Саме кількість булевих змінних визначає основну складність розв'язування задачі. При цьому кількість неперервних змінних x_{kr} , x_{krp} , z_{ik} , h_{jkr}^i хоч і збільшує час розв'язування задачі, але сучасні оптимізаційні пакети такі, наприклад, як Portfolio Safeguard або Gurobi, легко справляється із лінійними задачами з сотнями тисяч неперервних змінних. В той час, як задача з сотнею булевих змінних може вимагати значного часу для отримання точного розв'язку.

Для тестового прикладу було обрано задачу невеликого розміру. Кількість часових інтервалів дорівнює 10, кількість рейсів в інтерпретації моделі $3 \cdot 10 = 30$, кількість напрямків перевезень 3, кількість категорій вантажів 7, кількість варіантів завантаження рейсів сумарно $7 \cdot 30 = 210$.

Отже така задача містить 210 булевих змінних y_{rw} , 210 змінних x_{kr} , 630 змінних x_{krp} , 70 змінних z_{ik} , 630 змінних h_{jkr}^i . Варіанти розв'язків цієї задачі розраховувалась у середовищі Excel та Visual Basic for Excel.

Застосування більш різноманітних варіантів комерційного завантаження літаків дає змогу збільшити використання вантажної ємності, що призводить до можливості збільшення ваги перевезених вантажів. Доходи аеропорту збільшуються як за рахунок збільшення потоку вантажів, так і за рахунок більших об'ємів зберігання вантажів на складах.

Визначаємо витрати у аеропортах при обслуговуванні вантажів за різних невизначеностей та сценаріїв роботи, за критерієм мінімізації, який включає витрати на перевезення вантажів уособлено або у складі консолідованої вантажної одиниці та витрати на зберігання за весь період планування та штрафи за перевищення граничних термінів доставки вантажів. Обираємо три загальні сценарії моделювання:

- варіант без додаткового зберігання та консолідації спеціальних вантажів;
- варіант із частковим зберіганням та консолідацією спеціальних вантажів;
- варіант із максимальним зберіганням та консолідацією спеціальних вантажів.

Разом із моделюванням щодо мінімізації витрат за моделлю (3.1) – (3.14) проводимо планування управління очікуваними вантажопотоками, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіатранспортом за моделлю (3.15) – (3.30). Відповідно збільшується завантаження рейсів та використання складів аеропорту.

За обраними трьома варіантами формуємо по 20 сценаріїв для кожного аеропорту ДП МА «Бориспіль», МА «Київ» (Жуляни), МА «Полтава» і обираємо найкращих з-поміж них. Тобто всього розглядається по 60 сценаріїв для кожного аеропорту.

Для загального розрахунку задачі можемо констатувати, що вона містила до 50000 змінних, при 1350, 33500, 18200, 1245 1176 рядках обмежень відповідно у різних матрицях.

Результати розрахунків економії витрат ДП МА «Бориспіль» від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн. представлені у табл. 4.9. За найкращим сценарієм (№ 17) визнано варіант із максимальним зберіганням вантажів у аеропорту – стовпчик №4.

За цим варіантом економія витрат ДП МА «Бориспіль» буде становити 9977,8 тис. грн. на рік. Структура економії витрат ДП МА «Бориспіль» від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами представлена на рис. 4.8.

Таблиця 4.9.

**Результати розрахунків економії витрат ДП МА «Бориспіль» від
додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн.**

(розраховано автором)

Показники	Базовий варіант (без збереження вантажів)	Варіант із частковим зберіганням вантажів	Варіант із максимальним зберіганням вантажів
Загальні витрати на обслуговування вантажів	185144,2	195874,1	199227,6
Витрати на додаткове зберігання вантажів в аеропорту	0,0	10460,3	14083,4
Доходи аеропорту від додаткового зберігання вантажів	0,0	15327,2	24061,2
Сума	185144,2	180546,9	175166,4
Економія витрат від базового варіанту	—	4597,3	9977,8

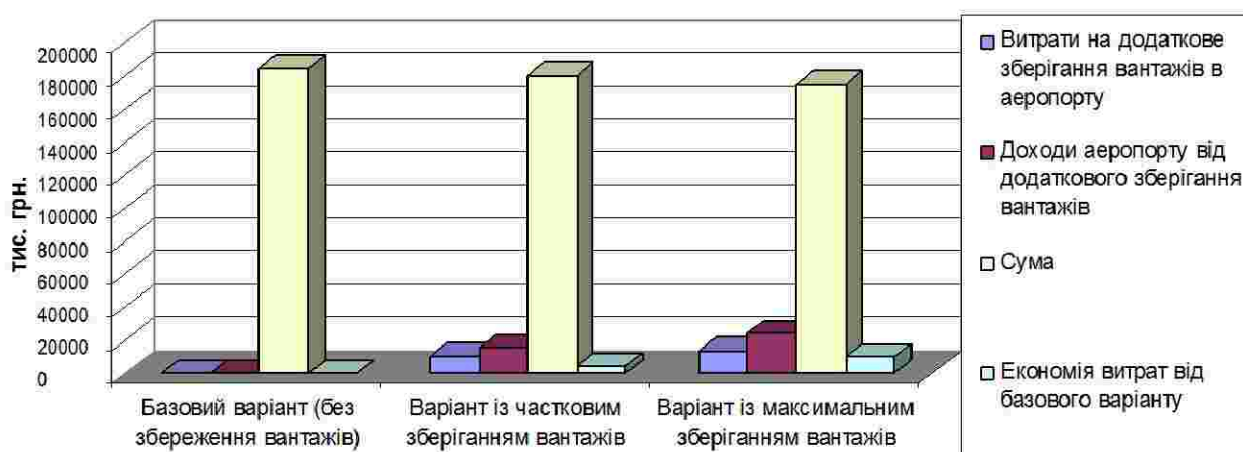


Рис. 4.8. Структура економії витрат ДП МА «Бориспіль» від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн.

Джерело: сформовано автором

Результати розрахунків економії витрат МА «Київ» (Жуляни) від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн. представлені у табл. 4.10. За найкращим сценарієм (№ 10) визнано варіант із максимальним зберіганням вантажів у аеропорту – стовпчик №4. За цим варіантом економія витрат МА «Київ» (Жуляни) буде становити 323,6 тис. грн. на рік. Структура економії витрат МА «Київ» (Жуляни) від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами представлена на рис. 4.9.

Таблиця 4.10.

**Результати розрахунків економії витрат МА «Київ» (Жуляни) від
додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн.**

(розраховано автором)

Показники	Базовий варіант (без збереження вантажів)	Варіант із частковим зберіганням вантажів	Варіант із максимальним зберіганням вантажів
Загальні витрати на обслуговування вантажів	12484,3	12967,2	13198,1
Витрати на додаткове зберігання вантажів в аеропорту	0,0	482,9	713,8
Доходи аеропорту від додаткового зберігання вантажів	0,0	647,1	1037,4
Сума	12484,3	12320,1	12160,7
Економія витрат від базового варіанту	—	164,2	323,6

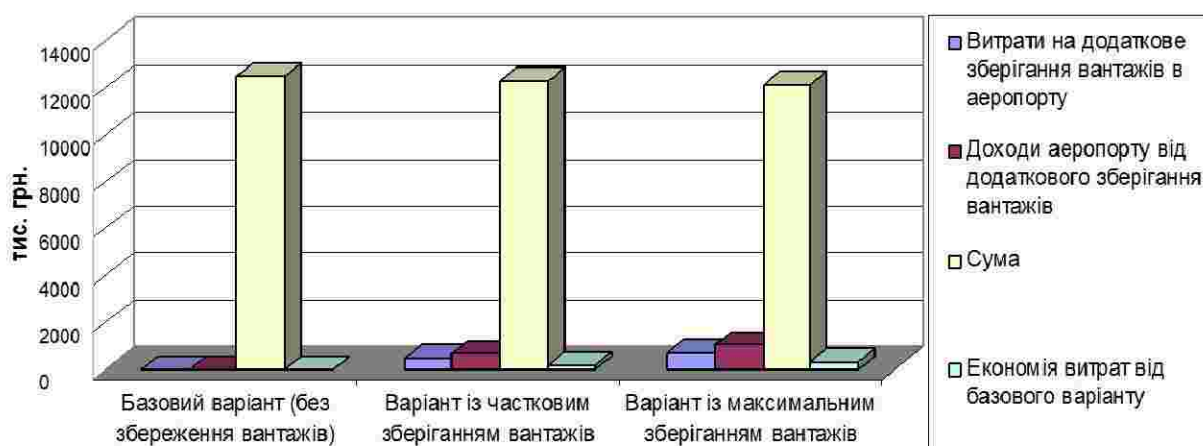


Рис. 4.9. Структура економії витрат МА «Київ» (Жуляни) від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн.

Джерело: сформовано автором

Результати розрахунків економії витрат МА «Полтава» від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн. представлені у табл. 4.11. За найкращим сценарієм (№ 14) визнано варіант із максимальним зберіганням вантажів у аеропорту – стовпчик №4. За цим варіантом економія витрат МА «Полтава» буде становити 163,9 тис. грн. на рік. Структура економії витрат МА «Полтава» від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами представлена на рис. 4.10.

Таблиця 4.11.

Результати розрахунків економії витрат МА «Полтава» від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн.

(розраховано автором)

Показники	Базовий варіант (без збереження вантажів)	Варіант із частковим зберіганням вантажів	Варіант із максимальним зберіганням вантажів
Загальні витрати на обслуговування вантажів	6542,4	6789,0	6892,7
Витрати на додаткове зберігання вантажів в аеропорту	0,0	246,6	350,3
Доходи аеропорту від додаткового зберігання вантажів	0,0	335,6	514,2
Сума	6542,4	6453,4	6378,5
Економія витрат від базового варіанту	—	89,0	163,9

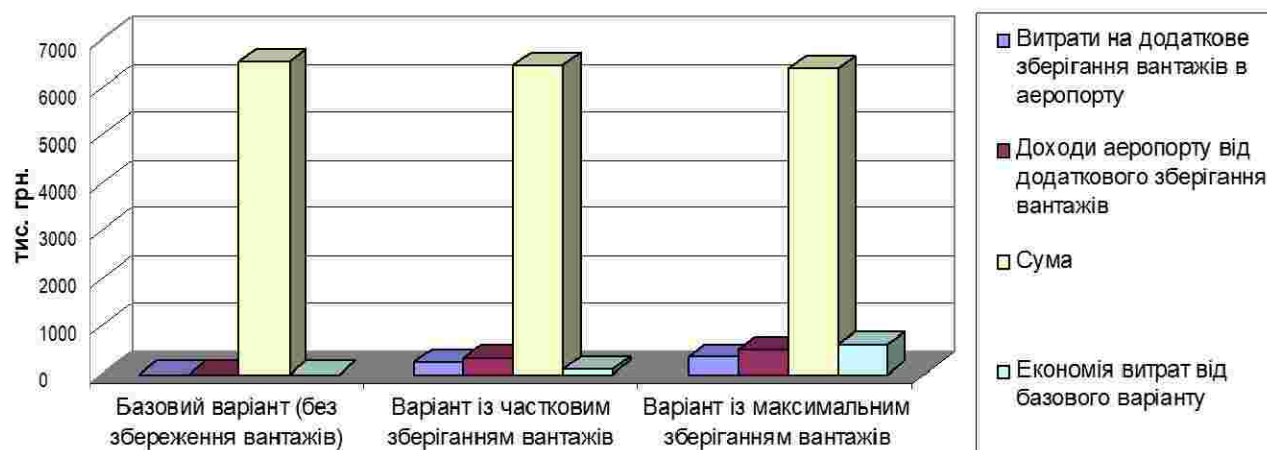


Рис. 4.10. Структура економії витрат МА «Полтава» від додаткового зберігання вантажів за трьома варіантами, тис. грн.

Джерело: сформовано автором

Загалом слід констатувати, що інструмент консолідації вантажів є очевидно недооціненим та як показують розрахунки може бути ефективним при спільній скоординованій роботі мережевого авіаційного перевізника та аеропорту.

Також слід відзначити, що отриманий результат є фактичним додатковим прибутком аеропорту, оскільки економія витрат аеропорту визначається отриманням доходів за рахунок додаткового зберігання вантажів на складах аеропорту, які оплачує авіаперевізник. При цьому авіаційний перевізник отримує можливість додаткового заповнення вантажної ємності за рахунок перевезення більш сумісних між собою вантажів на одному рейсі, тоді як інші вантажі зберігаються у короткотривалому часовому вимірі на складах аеропорту та доставляються наступними рейсами. Авіаційний перевізник за рахунок такого простого інструменту може додатково використовувати, за розрахунками, 5-7% вантажної ємності літаків додатково.

Висновки до розділу 4

1. В результаті здійсненого моделювання було доведено, що трансферні вантажопотоки є ключовими для великих міжнародних хабових аеропортів і у більшості своїй вони обслуговуються трансферними пасажирськими та вантажними рейсами. Як було виявлено у трансферному хабовому аеропорту інакше проявляється вплив умов невизначеності при обслуговуванні вантажів, що нами охарактеризовано далі. Була запропонована принципова схема-алгоритм обслуговування спеціальних категорій вантажів для трансферного аеропорту за умов невизначеності.

2. Науково обґрунтовано, що застосування сучасних технологій догляду вантажів трансферному хабовому аеропорту дозволяє зменшити ризики порушення безпеки перевезень та забезпечити прийняття вантажів від відомого вантажовідправника. Представлена взаємодія обслуговування вантажопотоків та ресурсів аеропорту. Доведено, що між вантажопотоками та ресурсами аеропорту існує тісний взаємозв'язок та взаємозалежність. Наявність певних ресурсів забезпечує обслуговування різноманітних вантажопотоків аеропорту. В свою чергу, збільшення вантажопотоків призводить до змін у ресурсах аеропорту. Можна виділити декілька різних рівнів використання ресурсів аеропорту в залежності від вантажопотоку.

3. Визначено, що зменшення впливу умов невизначеності в аеропорту стає ключовим завданням. Заходи, що приймає аеропорт для зменшення впливу умов невизначеності призводять до значного покращення організації та технології процесів обслуговування різних категорій вантажів. Охарактеризовано виникнення ефекту синергії внаслідок зменшення впливу умов невизначеності.

4. Запропоновані стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи для ДП МА «Бориспіль», МА «Київ» (Жуляни) та МА «Полтава». Для ДП МА «Бориспіль» має бути використана комбінована стратегія еволюційної адаптивності та стратегія формування із мінімальним рівнем ризику, що найкраще відбиває можливості аеропорту. Наявність діапазону можливих варіантів є найбільш оптимальним варіантом за рівнем невизначеності, при цьому сам він вищий за середній. Моделювання показало, що необхідно використовувати у МА «Київ» (Жуляни) стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи для початкової версії моделі аеропорту-міста. Наявність діапазону можливих варіантів і тут є оптимальним варіантом, при цьому є вищий за середній рівень невизначеності. Для МА «Полтава» визначна доцільність проміжної комбінованої моделі місцевого аеропорту та аеропорту-міста.

5. Змодельовано повністю маршрут Нью-Йорк – Київ – Пекін за 2021-й рік рік, де другий сегмент буде виконуватися пасажирським ПС Boeing 737-800. Сумарна вага вантажів, що перебували на складах протягом 10 днів, становила 7152 кг, а дохід аеропорту становив 180144 грн.

6. При повному моделюванні економія витрат ДП МА «Бориспіль» буде становити 9977,8 тис. грн. на місяць при використанні інструменту додаткового зберігання. Відповідно для МА «Київ» (Жуляни) буде становити 323,6 тис. грн. на місяць, а для МА «Полтава» економія буде 163,9 тис. грн. на місяць.

Основні результати дослідження по даному розділу опубліковані в роботах [25; 106; 259–260].

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі отримані наукові результати, які в сукупності вирішують конкретне наукове завдання – реалізацію системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності, що дасть змогу покращити координацію взаємодії із авіаперевізниками, а також забезпечить підвищення конкурентоспроможності аеропорту в умовах посилення глобалізації на ринках вантажних перевезень. Проведене дослідження дало змогу зробити такі висновки:

1. Здійснений аналіз світового та вітчизняного досвіду управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів в аеропортах дозволив виявити закономірності формування вантажопотоків в аеропортах, що носить ймовірнісний характер. Було уточнено передумови попередньої оцінки впливу специфічних властивостей вантажів на умови їх зберігання в аеропорту. В результаті систематизації закономірностей формування вантажопотоків у аеропортах було визначено ключові аспекти управління вантажопотоком в аеропорту.

2. На основі здійсненого критичного аналізу організації транспортних процесів і систем обслуговування вантажів у аеропорту реалізовано засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності, які характеризують ознаки транспортабельності вантажу при перевезенні авіаційним транспортом, визначені види ризиків в процесі перевезення вантажу авіатранспортом та причини їх появи, а також класифікація умов невизначеності, що виникають при обслуговуванні вантажопотоків в аеропорту. Це дозволило виявити та охарактеризувати місця посилення впливу невизначеності та ризиків при обробці вантажів в аеропорту.

3. Науково обґрунтовано, що особливості врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту повинні обов'язково брати до уваги новітні логістичні технології та рішення, а також реалізовуватися на основі відповідного моделювання при розробці та реалізації моделей управління організаційно-технологічними процесами обслуговування

вантажів у аеропорту. Сформульовані підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту реалізовані через загальні стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів для різних моделей аеропортів – хабового типу, аеропорту-міста, місцевого аеропорту, а також використані різні прогнози розвитку ринків вантажних авіап перевезень за сезонами, сегментами, напрямками, повітряними лініями.

4. На основі сформульованих наукових основ організації транспортних процесів і систем обслуговування вантажів в аеропорту, розроблення системи управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності, формуванні засад врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності, а також елементів управління процесами обслуговування вантажів аеропорту реалізовано систему управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.

5. Запропоновано моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності, що включають в себе модель оперативного управління обслуговування вантажів у аеропорту на основі мінімізації витрат на зберігання та відправлення поточного вантажопотоку, а також перспективну модель планування управління очікуваними вантажопотоками, що надходять до аеропорту для подальшого транспортування авіатранспортом. Програмна реалізація моделей дозволила виокремити специфіку обслуговування спеціальних категорій вантажів для трансферного аеропорту за умов невизначеності, специфіку взаємодії обслуговування вантажопотоків та ресурсів аеропорту, визначити виникнення ефекту синергії внаслідок зменшення впливу умов невизначеності, створити стратегії врахування невизначеності обслуговування вантажів при сценаріях роботи різних типів аеропортів. За результатами розрахунків економія витрат ДП МА «Бориспіль» від додаткового зберігання вантажів за найкращим сценарієм буде становити 9977,8 тис. грн. на місяць, для МА «Київ» (Жуляни) – 323,6 тис. грн. на місяць, а для МА «Полтава» – 163,9 тис. грн. на місяць.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Про затвердження Державної цільової програми розвитку аеропортів на період до 2023 року: Постанова Кабінету Міністрів України від 24 лютого 2016 р. № 126. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/126-2016-%D0%BF#Text> (дата звернення: 10.05.2023).
2. Оновлена транспортна стратегія України. Міністерство інфраструктури України. URL: https://mtu.gov.ua/files/strategy_ukr.pdf [дата звернення: 10.05.2023].
3. Вовк О. М., Беспам'ятних О. Є. Економічні фактори формування пропускної здатності аеропорту. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури*. 2013. Вип. 37. С. 30–34.
4. Каличева Н. Є., Маслова В. О. Удосконалення транспортного обслуговування як фактор забезпечення товарних характеристик продукції. *Вісник економіки транспорту та промисловості*. 2020. № 69. С. 128–134.
5. Горбачова О. М. Фактор пропускної здатності аеропортових комплексів як умова їх циклічного розвитку. *Економічний аналіз*. 2013. Т. 14. № 2. С. 158–163.
6. Полянская Н. Е. Доходы международных аэропортов. *Економіка: проблеми теорії та практики*. 2008. Вип. 246. С. 445–455.
7. Ashford N. J., Mumayiz S., Wright P. H. Airport engineering : planning, design, and development of 21st century airports / 4th ed. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. 2011. 753 p.
8. Бугайко Д. О., Терещенко А. В. Взаємодія суб'єктів транспортного ринку в міжнародних аеропортах. *Наукоємні технології*. 2009. Вип. 2. С. 29–32.
9. Запорожець, В. В. Шматко. М. П. Аеропорт: організація, технологія, безпека. Київ, 2002. 168 с.
10. Airport Economics Manual (Doc 9562). 4th edition. Montréal: ICAO, 2020. 172 p.
11. Про затвердження Правил сертифікації аеропортів: Наказ Державної

служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації від 13 чер. 2006 р. № 407. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0740-06#Text> (дата звернення: 10.07.2023).

12. Наземне обслуговування. *Державна авіаційна служба України*. URL: <https://avia.gov.ua/nazemne-obslugovuvannya/> (дата звернення: 10.07.2023).

13. Авіаційні правила України. Доступ на ринок послуг з наземного обслуговування в аеропортах. *Державна авіаційна служба України*. URL: <https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2020/01/Aviatsijni-pravila-Ukrayini-Dostup-na-rinok-poslug-z-nazemnogo-obslugovuvannya-v-aeroportah.pdf> (дата звернення: 11.07.2023).

14. Мединський Д. В. Оптимізація забезпечення технологічних процесів наземного обслуговування повітряних кораблів авіаційною наземною технікою для перешкоджання збійних ситуацій в аеропорту. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського Серія: Технічні науки*. 2021. Том 32 (71) Ч. 2. № 1. С. 113–122.

15. Гирич В. Ю. Методи оптимального розподілу засобів механізації у підсистемі «вантажний склад – повітряне судно»: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01. Київ, 2011. 24 с.

16. Горбачова О. Методика факторного аналізу впливу маркетингового середовища на діяльність аеропортів України. *Економічний аналіз*. 2012. Т. 10(1). С. 116-123.

17. Харченко М. В., Турсунов А. Т. Управління логістичними витратами аеропорту. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер.: Економічні науки*. 2019. Вип. 34. С. 96–100.

18. Астахов К. Фактори впливу на формування конкурентної стратегії аеропорту. *Економіка та суспільство*. 2022. №42. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-42-34> (дата звернення: 10.04.2023).

19. Сидоренко К. В. Концептуальний підхід до формування конкурентоспроможності провідних міжнародних аеропортів в умовах світоцивілізаційної траєкторії розвитку авіатransпортного ринку. *Бізнес*

Інформ. 2014. № 3. С. 171–176.

20. Сімкова Т. О. Організаційно-економічне забезпечення управління якістю послуг аеропортів : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04. Київ, 2011. 211 с.

21. Ареф'єва О. В., Сімкова Т. О., Лисиця Ю. Б. Організаційно-економічне забезпечення управління якістю послуг авіатранспортних підприємств. *Бізнес Інформ.* 2018. № 12. С. 224–231.

22. Сімкова Т. О. Організаційно-економічне забезпечення управління якістю послуг аеропортів. *Проблеми підвищення ефективності інфраструктури.* 2010. Вип. 28. С. 43–48.

23. Войцеховський В. С. Формування системи логістичного управління вантажопотоком на мережі повітряних ліній. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.* 2015. № 2. С. 78–82.

24. Войцеховський В. С. Модель планування перевезення вантажів в мережі авіаліній перевізника. *Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського.* 2017. Вип. 4. С. 50–55.

25. Маляренко Д. Л. Оптимізація ресурсів аеропорту для наземного обслуговування повітряних суден в умовах невизначеності. *Дороги і мости.* 2022. Вип. 26. С. 266–273.

26. Шевчук Д. О., Маляренко Д. Л. Аналіз впливу основних факторів на ресурси аеропорту в умовах невизначеності. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки.* 2022. Том 33 (72). № 1. С. 322–327.

27. Марінцева К. В. Наукові основи та методи забезпечення ефективного функціонування авіатранспортних систем : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01 / Нац. трансп. ун-т. Київ, 2015. 44 с.

28. Корнійко Я. Р., Філоненко О. О. Формування механізму інтегрованого логістичного управління контейнерними вантажопотоками. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство.* 2017. Вип. 11. С. 69–72.

29. Нагорний Є. В., Орда О. О., Литвиненко А. Г. Математична модель технології управління транзитними вантажопотоками Міжнародного

транспортного коридору «Південь-Захід». *Автомобільний транспорт*. 2019. Вип. 45. С. 54–61.

30. Петрушов В. В., Осипов М. В. Удосконалення управління вантажопотоками в інтермодальному сполученні за допомогою ГЕРТ-мереж. *Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. 2016. Вип. 163. С. 95–101.

31. Бех П. В., Лашков О. В., Музикін М. І., Нестеренко Г. І., Авраменко С. І. Управління вантажопотоками та вагонопотоками на залізничному транспорті. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2017. № 3. С. 22–30.

32. Пилипенко Ю.В. Підвищення ефективності управління вантажопотоками в міжнародних транспортних коридорах: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.22.01 / Національний транспортний університет. Київ, 2019. 20 с.

33. Галкін А. С. Теоретичні основи логістичного управління вантажопотоками у транспортних системах міст: автореф. дис. ...д-ра техн. наук: 05.22.01 / Харк. нац. ун-т міського госп-ва ім. О. М. Бекетова. Харків, 2020. 41 с.

34. Oesingmann, K. (2022). The determinants of air cargo flows and the role of multinational agreements: An empirical comparison with trade and air passenger flows. *The World Economy*, 45, 2370–2393.

35. Baxter, G. (2023). Air Cargo Management: Air Freight and the Global Supply Chain. *Journal of Multidisciplinary in Social Sciences*, 19(1), 99–103.

36. Van Asch, T., Dewulf, W., Kupfer, F., Meersman, H., Onghena, E., & Van de Voorde, E. (2019). Air cargo and airport competitiveness. *Journal of Air Transport Studies*, 10(2), 48–75.

37. Mokhele, M., & Mokhele, T. (2023). Characterization of Airfreight-Related Logistics Firms in the City of Cape Town, South Africa. *Logistics*, 7, 38.

38. Yuan, X.-M., Low, J. M.W., & Ching Tang, L. (2010). Roles of the airport and logistics services on the economic outcomes of an air cargo supply chain. *International Journal of Production Economics*, 127(2), 215–225.

39. Romero-Silva, R. & Mota, M. M. (2022). Trade-offs in the landside operations of air cargo hubs: Horizontal cooperation and shipment consolidation policies considering capacitated nodes. *Journal of Air Transport Management*, 103, 102253.
40. Mayer, R. (2016). Airport classification based on cargo characteristics. *Journal of Transport Geography*, 54, 53–65.
41. Polater, A. (2020). Airports' role as logistics centers in humanitarian supply chains: A surge capacity management perspective. *Journal of Air Transport Management*, 83, 101765.
42. Tanriverdi, G., Ecer, F., & Durak, M. Ş. (2022). Exploring factors affecting airport selection during the COVID-19 pandemic from air cargo carriers' perspective through the triangular fuzzy Dombi-Bonferroni BWM methodology. *Journal of air transport management*, 105, 102302.
43. Wang, D., Zhao, X., Shen, L., & Yang, Z. (2020). Industry choice for an airport economic zone by multi-objective optimization, *Journal of Air Transport Management*, 88, 101872.
44. Henke, I., Esposito, M., della Corte, V., del Gaudio, G., & Pagliara, F. (2022). Airport Efficiency Analysis in Europe Including User Satisfaction: A Non-Parametric Analysis with DEA Approach. *Sustainability*, 14, 283.
45. Baier, F., Berster, P., & Gelhausen, M. (2022). Global cargo gravitation model: airports matter for forecasts. *International Economics and Economic Policy*, 19(1), 219–238.
46. Florido-Benítez, L. (2023). The Role of the Top 50 US Cargo Airports and 25 Air Cargo Airlines in the Logistics of E-Commerce Companies. *Logistics*, 7(1), 1–27.
47. Pacagnella Junior, A.C., Hollaender, P.S., Mazzanati, G.V., & Bortolotto, W.W. (2021). Efficiency drivers of international airports: A worldwide benchmarking study. *Journal of Air Transport Management*, 90, 101960.
48. Cavusoglu, S.S., & Macário, R. Minimum delay or maximum efficiency? Rising productivity of available capacity at airports: Review of current practice and

future needs. *Journal of Air Transport Management*, 90, 101947.

49. Baltazar, M.E., Rosa, T., & Silva, J. (2018). Global decision support for airport performance and efficiency assessment. *Journal of Air Transport Management*, 71, 220–242.

50. Kaya, G., Aydın, U., Karadayı, M. A., Ülengin, F., Ülengin, B., & İçken, A. (2022). Integrated methodology for evaluating the efficiency of airports: A case study in Turkey. *Transport Policy*, 127, 31–47.

51. Bansal, S., & Sen, J. (2022). Are spatial effects important while assessing airport efficiency? – A case of India. *Case Studies on Transport Policy*, 10(4), 2001–2011.

52. Lu, W., Park, S.H., Huang, T., & Yeo, G.T. (2019). An analysis for Chinese airport efficiency using weighted variables and adopting CFPR. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 35, 230–242.

53. Fernández, X. L., Gundelfinger, J., & Coto-Millán, P. (2022). The impact of logistics and intermodality on airport efficiency. *Transport Policy*, 124, 233–239.

54. Güner, S. (2021). Ground-level aircraft operations as a measure of sustainable airport efficiency: A weight-restricted DEA approach. *Case Studies on Transport Policy*, 9(2), 939–949.

55. Thampan, A., Sinha, K., Gurjar, B.R., & Rajasekar, E. Functional efficiency in airport terminals: A review on Overall and Stratified Service Quality. *Journal of Air Transport Management*, 2020, 87, 101837.

56. Ngo, T., & Tsui, K. W. H. (2020). A data-driven approach for estimating airport efficiency under endogeneity: An application to New Zealand airports. *Research in Transportation Business & Management*, 34, 100412.

57. Chao, C.C., Lin, H.C., & Chen, C.Y. (2013). Enhancing airport service quality: A case study of Kaohsiung International Airport. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 10, 2235–2254.

58. Sheard, N. (2019). Airport Size and Urban Growth. *Economica*, 86, 300–335.

59. Chen, X., Xuan, C., & Qiu, R. (2020). Understanding spatial spillover

effects of airports on economic development: New evidence from China's hub airports. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 143, 48–60.

60. Lee, H., Choi, Y., Yang, F., & Debbarma, J. (2021). The governance of airports in the sustainable local economic development. *Sustainable Cities and Society*, 74, 103235.

61. Larrodé, E., Muerza, V., & Villagrasa, V. (2018). Analysis model to quantify potential factors in the growth of air cargo logistics in airports. *Transportation Research Procedia*, 33, 339–346.

62. Mueller, F., & Aravazhi, A. (2020). A new generalized travel cost based connectivity metric applied to Scandinavian airports. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 81, 102280.

63. Van Asch, T., Dewulf, W., Kupfer, F., Meersman, H., Onghena, E., & Van De Voorde, E. (2019). Air Cargo and Airport Competitiveness. *Journal of Air Transport Studies*, 10, 48–75.

64. Delgado, F., Sirhan, C., Katscher, M., & Larrain, H. (2020). Recovering from demand disruptions on an air cargo network. *Journal of Air Transport Management*, 85, 101799.

65. Іванова О.М. Характеристика та класифікація інформаційних потоків підприємств. *Інвестиції: практика та досвід*. 2016. № 13. С. 18–22.

66. Габрієлова Т. Ю., Литвиненко С. Л., Баннов О. В. Перевезення спеціальних вантажів: підручник. Київ: НАУ. 256 с.

67. Авіаційні правила 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: 14.07.2023).

68. Правила повітряних перевезень вантажів: Наказ Державної служби України з нагляду за забезпеченням безпеки авіації від 14 бер. 2006 р. № 186. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0705-06#Text> (дата звернення: 14.07.2023).

69. Василенко І. В. Управління економічною ефективністю доставки спеціальних вантажів: дис. ... канд. економ. наук : 08.00.04 / Національний

авіаційний університет. Київ, 2015. 220 с.

70. Reshadat, V., Akcay, A., Zervanou, K., Zhang, Y., & de Jong, E. (2023). SCRE: special cargo relation extraction using representation learning. *Neural Computing & Applications*, 35, 18783–18801.

71. Zhang, Y., Xu, Y., Lu, R., Zhang, S., Hai, A. M., & Tang, B. (2023). Form-stable cold storage phase change materials with durable cold insulation for cold chain logistics of food. *Postharvest Biology and Technology*, 203, 112409.

72. Zhao, L., Yu, Q., Li, M., Wang, Y., Li, G., Sun, S., Fan, J., & Liu, Y. (2022). A review of the innovative application of phase change materials to cold-chain logistics for agricultural product storage. *Journal of Molecular Liquids*, 365, 120088.

73. Meng, B., Zhang, X., Hua, W., Liu, L., & Ma, K. (2022). Development and application of phase change material in fresh e-commerce cold chain logistics: A review. *Journal of Energy Storage*, 55, Part A, 105373.

74. Liu, Y., Li, M., Zhang, Y., Wang, Y., Yu, Q., Gu, Z., & Tang R. (2023). Preparation and stability analysis of glycine water-based phase change materials modified with potassium sorbate for cold chain logistics. *Journal of Energy Storage*, 72, Part B, 108375.

75. Shi, Y., Lin, Y., Lim, M. K., Tseng, M.-L., Tan, C., & Li, Y. (2022). An intelligent green scheduling system for sustainable cold chain logistics. *Expert Systems with Applications*, 209, 118378.

76. Li, D., & Li, K. (2023). A multi-objective model for cold chain logistics considering customer satisfaction. *Alexandria Engineering Journal*, 67, 513–523.

77. Liang, X., Wang, N., Zhang, M., & Jiang, B. (2023). Bi-objective multi-period vehicle routing for perishable goods delivery considering customer satisfaction. *Expert Systems with Applications*, 220, 119712.

78. Selukar, M., Jain, P., & Kumar, T. (2022). Inventory control of multiple perishable goods using deep reinforcement learning for sustainable environment. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 52, Part B, 102038.

79. Rahman, S., Khan, A.-A., Halim, M. A., Nofal, T. A., Shaikh, A. A., &

Mahmoud, E. E. (2021). Hybrid price and stock dependent inventory model for perishable goods with advance payment related discount facilities under preservation technology. *Alexandria Engineering Journal*, 60(3), 3455–3465.

80. Amiri, S. A. H. S., Zahedi, A., Kazemi, M., Soroor, J., & Hajiaghaei-Keshteli, M. (2020). Determination of the optimal sales level of perishable goods in a two-echelon supply chain network. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 106156.

81. Bęczkowska, S. (2019). The method of optimal route selection in road transport of dangerous goods. *Transportation Research Procedia*, 40, 1252–1259.

82. Flodén, J., & Woxenius, J. (2021). A stakeholder analysis of actors and networks for land transport of dangerous goods. *Research in Transportation Business & Management*, 41, 100629.

83. Sánchez Táboas, J.H., Cameselle, C., Mateo, M., Álvarez, L., & Gouveia, S. (2019). Transport infectious substances category a as a high consequence dangerous goods with the potential for misuse in a terrorist event. *International Journal of Infectious Diseases*, 79(1), 54–55.

84. Тарельник Н. В. Класифікація ризиків під час вантажних перевезень автомобільним транспортом. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2021. Вип. 4. С. 92–98.

85. Дорош А.С., Демченко Є.Б., Маркуль Р.В., Бердичевська Т.М. Аналіз ризиків при здійсненні міжнародних автомобільних перевезень вантажів. Транспортні системи та технології перевезень. 2020. Вип. 20. С. 12–19.

86. Коноваленко Ю. Джерела та фактори транспортного ризику при здійсненні вантажних перевезень автомобільним транспортом. Галицький економічний вісник. 2013. № 2(41). С.10–20

87. Тарашевський М. М. Стан управління ризиками на транспортних підприємствах України. Бізнес Інформ. 2020. №8. С. 125–133.

88. Боняр С. М., Тарашевський М. М. Ідентифікація та оцінка ризиків транспортних підприємств. Бізнес Інформ. 2019. № 9. С. 185–192.

89. Андрусенко С. І., Бугайчук О. С., Будниченко В.Б., Подпіснєв В. С.

Використання методів управління ризиками для зменшення аварійності на транспорті. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2021. №2(17). С. 31–40.

90. Liang, X., Fan, S., Lucy, J., & Yang, Z. (2022). Risk analysis of cargo theft from freight supply chains using a data-driven Bayesian network. *Reliability Engineering & System Safety*, 226, 1–15.

91. Tseremoglou, I., Bombelli, A., & Santos, B. F. (2022). A combined forecasting and packing model for air cargo loading: A risk-averse framework. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 158, 102579.

92. Vandeskog, B. (2023). Risk, trust and reputation in the Norwegian offshore supply chain. *Safety Science*, 163, 106118.

93. Huang, W., Zhang, Y., Kou, X., Yin, D., Mi, R., & Li, L. (2020). Railway dangerous goods transportation system risk analysis: An Interpretive Structural Modeling and Bayesian Network combining approach. *Reliability Engineering & System Safety*, 204, 107220.

94. Zhao, H., & Zhang, N. (2019). Who is the main influencer on safety performance of dangerous goods air transportation in China?. *Journal of Air Transport Management*, 75, 198–203.

95. Verma, M. (2011). Railroad transportation of dangerous goods: A conditional exposure approach to minimize transport risk. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(5), 790–802.

96. Adenigbo, A. J., Mageto, J. ., & Luke, R. (2022). Macroeconomic Determinants of Air Cargo Flows in Ghana. *Latin American Journal of Trade Policy*, 5(12), 7–36.

97. Loaiza, M.A., Solano, R., Simancas, R.G., & Ojito, V.H. (2017). Modeling Demand for Air Cargo in the Colombian Context. *Proceedings of the 2017 International Conference on Advanced Materials Science and Civil Engineering (AMSCE 2017). Advances in Engineering Research*, 70, 132–137.

98. Suryani, E., Chou, S.-Y. & Chen, C.-H. (2012). Dynamic simulation model of air cargo demand forecast and terminal capacity planning. *Simulation Modelling*

Practice and Theory, 28, 27–41.

99. 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(19), 5197.

100. 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.

101. Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Автоматизовані способи реєстрації пасажирів і багажу в системі наземного обслуговування аеропорту. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. 2020. № 4(482). С. 68–78.

102. Шевчук Д. О., Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Архітектура інтелектуальної авіаційної транспортної системи, що функціонує в умовах невизначеності. *Моделювання та інформаційних системи в економіці*. 2020. № 100(1). С. 159–175.

103. Шевчук Д. О., Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Аналіз основних характеристик та властивостей в роботі оператора наземного обслуговування повітряних кораблів. *Інтеграція наукових основ у практику: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції, 12-16 жовтня 2020 р. Стокгольм, Швеція. Стокгольм, 2020. С. 516–523.*

104. Medynskyi D., Maliarenko D. Statement of the problem of optimization of production management in case of accumulation of delayed aircraft. *Trends in the development of modern scientific thought: Abstracts of X International Scientific and Practical Conference, November 23-26, 2020. Vancouver, Canada. Vancouver, 2020. P. 686–691.*

105. Шевчук Д.О., Мединський Д.В., Малярєнко Д.Л. Аеропорт як система керування. *Теорія, наука і практика: тези доповідей III міжнародної науково-практичної конференції, 05-08 жовтня 2020 р. Токіо, Японія. Токіо, 2020. С. 445–450.*

106. Maliarenko D.L. Activities of Ukrainian airports in conditions of

uncertainty. *Interaction between science and technology in modern conditions* proceedings International scientific conference. November 3-4, 2022. Riga, the Republic of Latvia. Riga, 2022. P. 109–110.

107. ACI World confirms top 20 busiest airports worldwide. URL: <https://aci.aero/2023/07/19/aci-world-confirms-top-20-busiest-airports-worldwide/> (дата звернення: 20.07.2023).

108. Hong Kong International retains busiest cargo hub top spot. URL: <https://www.aircargonews.net/cargo-airport/hong-kong-international-retains-busiest-cargo-hub-top-spot/> (дата звернення: 15.07.2023).

109. World's Busiest Airports: Top 20 Ranking Confirmed by ACI. URL: <https://www.aviacionline.com/2023/07/worlds-busiest-airports-top-20-ranking-confirmed-by-aci/> (дата звернення: 20.07.2023).

110. The Airports That Move The Most Cargo In The World. URL: <https://simpleflying.com/the-airports-that-move-the-most-cargo-2022/> (дата звернення: 12.04.2023).

111. Top 10 (busiest) Cargo Airports in the world, 2022. URL: <https://www.logisticsinsider.in/top-10-busiest-cargo-airports-in-the-world-2022/> (дата звернення: 30.04.2023).

112. Cargo traffic fell in 2022 at most major European airports, illustrating the end of the strong post-Covid recovery. URL: <https://market-insights.upply.com/en/european-airports-an-almost-general-decline-in-2022> (дата звернення: 20.04.2023).

113. Summer capacity boom hits airfreight rates. URL: <https://www.aircargonews.net/business/airfreight-rates/summer-capacity-boom-hits-airfreight-rates/> (дата звернення: 08.06.2023).

114. Monthly index charts. URL: <https://www.worldacd.com/trends/index-chart/> (дата звернення: 06.06.2023).

115. Global Outlook for Air Transport. June 2023. Montreal: IATA, 2023. 24 p.

116. Thomsen M. O. Global Outlook for Air Transportation. Presentation. Montreal: IATA, 2023. 19 p.

117. Quarterly Air Transport Chartbook. IATA Sustainability & Economics Q1 2023. Montreal: IATA, 2023. 34 p.
118. Quarterly Air Transport Chartbook. IATA Sustainability & Economics Q4 2022. Montreal: IATA, 2022. 29 p.
119. Understanding the pandemic's impact on the aviation value chain. . Montreal: IATA, 2022. 28 p.
120. One Size does not Fit All: A Study of how Airline Business Models have evolved to meet Demand in Europe. Montreal: IATA, 2022. 24 p.
121. Quarterly Air Transport Chartbook. IATA Sustainability & Economics Q2 2022. Montreal: IATA, 2022. 26 p.
122. Quarterly Air Transport Chartbook. IATA Sustainability & Economics Q3 2022. Montreal: IATA, 2022. 27 p.
123. Global Outlook for Air Transport. Times of Turbulence. Montreal: IATA, 2022. 23 p.
124. Air Cargo Market Analysis. January 2023. Montreal: IATA, 2023. 4 p.
125. Air Cargo Market Analysis. February 2023. Montreal: IATA, 2023. 5 p.
126. Air Cargo Market Analysis. March 2023. Montreal: IATA, 2023. 4 p.
127. Air Cargo Market Analysis. April 2023. Montreal: IATA, 2023. 5 p.
128. Air Cargo Market Analysis. May 2023. Montreal: IATA, 2023. 5 p.
129. Air Cargo Market Analysis. June 2023. Montreal: IATA, 2023. 5 p.
130. IATA Annual Review 2021. Montreal: IATA, 2021. 46 p.
131. IATA Annual Review 2022. Montreal: IATA, 2022. 46 p.
132. IATA Annual Review 2023. Montreal: IATA, 2023. 50 p.
133. ICAO. The World of Air Transport in 2021. URL: <https://www.icao.int/sustainability/WorldofAirTransport/Pages/the-world-of-air-transport-in-2021.aspx> (дата звернення: 10.06.2023).
134. ICAO. Presentation of 2021 Air Transport Statistical Results. URL: https://www.icao.int/annual-report-2021/Documents/20230320_Final_Table_en.pdf (дата звернення: 12.06.2023).
135. ICAO forecasts scenarios. URL:

https://www.icao.int/sustainability/Documents/Post-COVID-19_forecasts_scenarios_tables.pdf (дата звернення: 19.06.2023).

136. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. January 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

137. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. February 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

138. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. March 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

139. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. April 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

140. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. May 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

141. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. June 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

142. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. July 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

143. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. August 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

144. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. September 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

145. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. October 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

146. ICAO. Air Transport Monthly Monitor. November 2022. Montreal: ICAO, 2022. 2 p.

147. World Development Indicators. Air transport, freight (million ton-km). URL: <https://databank.worldbank.org/reports.aspx?source=2&series=IS.AIR.GOOD.MT.K1&country=> (дата звернення: 14.07.2023).

148. Air transport registered carrier departures worldwide. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.DPRT> (дата звернення: 16.07.2023).

149. Boeing. World Air Cargo Forecast 2022–2041. Arlington: Boeing, 2022.

115 p.

150. Boeing. Commercial Market Outlook 2023–2042. Arlington: Boeing, 2022.

2 p.

151. Boeing. Services Market Outlook 2023-2031. Arlington: Boeing, 2022. 13 p.

152. Key figures on Europe. 2023 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. 80 p.

153. Key figures on European business. 2023 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. 88 p.

154. Sustainable development in the European Union Monitoring report on progress towards the SDGs in an EU context 2023 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. 368 p.

155. Freight transport statistics - modal split. URL: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Freight_transport_statistics_-_modal_split#Modal_split_of_freight_transport_in_the_EU (дата звернення: 13.07.2023).

156. Quality report on European statistics on international trade in goods. 2022 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. 122 p.

157. Quality report on European statistics on international trade in goods. 2021 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. 119 p.

158. Key figures on European transport. 2022 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. 64 p.

159. Key figures on the European food chain. 2022 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. 106 p.

160. Key figures on the European food chain. 2021 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021. 105 p.

161. Globalisation patterns in EU trade and investment. 2017 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. 220 p.

162. European business statistics geonomenclature applicable to European statistics on international trade in goods. 2023 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2023. 124 p.

163. European business statistics user manual on EU international trade in goods statistics. 2022 edition. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022. 116 p.

164. Busiest Global Airport in the World – August 2023. URL: <https://www.oag.com/en/busiest-airports-world> (дата звернення: 16.08.2023).

165. Largest cargo airports worldwide by freight volume 2019-2021. URL: <https://www.statista.com/statistics/270201/freight-volume-of-cargo-airports-worldwide/> (дата звернення: 10.06.2023).

166. Oakland Airport's name change – juggling geography and personalities: part one. URL: <https://centreforaviation.com/analysis/reports/oakland-airports-name-change---juggling-geography-and-personalities-part-one-657643> (дата звернення: 19.08.2023).

167. CAPA data: aviation labour may have become more cautious post-COVID. URL: <https://centreforaviation.com/analysis/reports/capa-data-aviation-labour-may-have-become-more-cautious-post-covid-655648> (дата звернення: 02.08.2023).

168. Sharjah Airport plans massive expansion project to expand beyond its modest regional role. URL: <https://centreforaviation.com/analysis/reports/sharjah-airport-plans-massive-expansion-project-to-expand-beyond-its-modest-regional-role-656143> (дата звернення: 11.08.2023).

169. Airport Insights: Top 10 North American airports – 2022 insights and recovery prospects for 2023. URL: <https://centreforaviation.com/analysis/reports/airport-insights-top-10-north-american-airports-2022-insights-and-recovery-prospects-for-2023-653743> (дата звернення: 17.07.2023).

170. Walsh: Airlines maintain focus on air cargo. URL: <https://www.aircargonews.net/iata-wcs/walsh-airlines-maintain-focus-on-air-cargo/> (дата звернення: 10.06.2023).

171. Air Cargo Summary Data (All). URL: <https://www.transtats.bts.gov/freight.asp> (дата звернення: 10.07.2023).

172. US airline revenue from cargo (freight + mail + charter). URL: https://www.transtats.bts.gov/Fields.asp?gnoyr_VQ=FMI (дата звернення:

14.07.2023).

173. US and foreign airline pounds of total, domestic and international freight by service class, carrier, origin and destination airport, origin and destination city, state, distance group - (T100). URL: https://www.transtats.bts.gov/Tables.asp?QO_VQ=EEE&QO_anzr=Nv4%FDPn44vr4%FDf6n6v56vp5%FD%FLS14z%FDHE%FDg4nssvp%FM-%FDNyy%FDPn44vr45&QO_fu146_anzr=Nv4%FDPn44vr45 (дата звернення: 10.07.2023).

174. 6 Ways for Improve Air Cargo Efficiency. URL: <https://blog.vrr.aero/6-ways-for-improve-air-cargo-efficiency#cargo-friendly-airports> (дата звернення: 12.07.2023).

175. Monthly trends. Air cargo analysis reveals big variations behind Q1 declines 2023. URL: <https://www.worldacd.com/trends/monthly-trends/> (дата звернення: 10.05.2023).

176. Perishables Logistics and Air Transport. December 2022. Montreal: IATA. 8 p.

177. Паламарчук Ю. А., Шевченко І. В. Дослідження взаємодії суб'єктів цивільної авіації – хендлінгів та авіакомпаній. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну*. 2012. № 6 (68). С. 214–219.

178. Крапко О. М., Назаренко О. В. Особливості діяльності хендлінгових компаній на ринку авіаперевезень. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2015. Вип. 50. С. 243–248.

179. Овсак О.П., Кривицька Н.Ю., Могімі К.Б. Сутність та складники комерційної діяльності хендлінгової компанії. *Причорноморські економічні студії*. 2018. Вип. 36(1). С. 145–150.

180. Top 50 cargo airports 2022. URL: <https://www.shiphub.co/top-50-cargo-airports-2022/> (дата звернення: 02.07.2023).

181. IATA Cargo Handling Manual (ICHM). URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/iata-cargo-handling-manual/> (дата звернення: 10.07.2023).

182. ULD Regulations (ULDR). URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/uld-regulations/> (дата звернення: 11.06.2023).

183. Cargo-XML Toolkit. URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/cargo-xml-toolkit/> (дата звернення: 11.06.2023).
184. Airport Development Reference Manual (ADRM). URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/airport-development-reference-manual/> (дата звернення: 14.06.2023).
185. Airport Handling Manual (AHM). URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/airport-handling-manual/> (дата звернення: 17.06.2023).
186. IATA Ground Operations Manual (IGOM). URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/iata-ground-operations-manual/> (дата звернення: 07.06.2023).
187. Dangerous Goods Regulations (DGR). URL: <https://www.iata.org/en/publications/dgr/> (дата звернення: 04.06.2023).
188. Live Animals Regulations (LAR). URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/live-animals-regulations/> (дата звернення: 22.06.2023).
189. Temperature Control Regulations (TCR). URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/temperature-control-regulations/> (дата звернення: 04.06.2023).
190. Perishable Cargo Regulations (PCR). URL: <https://www.iata.org/en/publications/store/perishable-cargo-regulations/> (дата звернення: 18.06.2023).
191. ICAO DATA+. Glossary. URL: <https://data.icao.int/newDataPlus/content/docs/glossary.pdf> (дата звернення: 11.07.2023).
192. ICAO DATA+. URL: <https://data.icao.int/newDataPlus/> (дата звернення: 08.06.2023).
193. Лиса С. С., Зіміна А. І. Проблеми та перспективи розвитку ринку холодної логістики України. *Інфраструктура ринку*. 2020. Вип. 44. С. 87–92. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ifrcr_2020_44_17 (дата звернення: 18.05.2023).
194. Саєнсує М. А. Потенціал ринку споживачів холодної логістики: аналіз тенденцій розвитку в Україні. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Сер. : Економічні науки*. 2018. Вип. 30(3). С. 60–64.
195. Крикавський Є. В., Наконечна Т. В. Від холодної логістики до ланцюгів холодних поставок. *Вісник НУ «Львівська політехніка». Серія «Логістика»*. 2016. № 846. С. 79–84.

196. Наконечна Т.В., Качмар Р.Я., Свірська В.Є. Особливості організації «фреш-логістики» в Україні. *Економіка та суспільство*. № 19. С. 533–537.
197. Кулик В. А., Захарчук А. П., Любиш Ю. В., Градиський Ю. О. Перевезення продукції органічного землеробства в повітряних коридорах. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. 2020. № 21. С. 185–194.
198. Market outlook and regulation changes Special Cargo transported by air. URL: https://www.iata.org/globalassets/iata/programs/cargo/special_cargo_webinar_12102023.pdf (дата звернення: 04.09.2023).
199. Laulederkind Z. (2022). Air Cargo: Carriers, Cost, and Competition. Theses and Dissertations. 3030.
200. Freight Analysis Framework Version 5. URL: <https://faf.ornl.gov/faf5/> (дата звернення: 11.06.2023).
201. Steedman M. About the air freight of perishable food from South America to USA. URL: <https://www.cargo-wise.co.uk/blog/about-the-air-freight-of-perishable-food-from-south-america-to-usa> (дата звернення: 26.07.2023).
202. IATA. Special Cargo Certification. URL: <https://www.iata.org/en/services/certification/special-cargo/> (дата звернення: 20.04.2023).
203. Thuermer K. E. Flying Perishables. Best practices in transporting air cargo are critical for the best product. *Cold Facts*. January-February-2023. P. 32–36.
204. Аеропорт «Бориспіль» ввів в експлуатацію складське устаткування для дотримання температурних режимів. URL: https://transvostok.com.ua/ua/aeroport_borispl_vvv_v_ekspluatacyu_skladske_ustatkuvannya_dlya_dotrimannya_temperaturnih_rezhimv.html (дата звернення: 14.04.2023).
205. Стандарт якості обслуговування в аеропорту «Бориспіль» від 29.03.2019 р. № 01-35-25. Київ: ДМ МА «Бориспіль». 21 с.
206. Звіт про діяльність Державної авіаційної служби України за 2020 рік. URL: https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2021/02/Zvit_2020.doc (дата звернення: 10.04.2023).
207. Звіт про діяльність Державної авіаційної служби України за 2021 рік.

URL: https://avia.gov.ua/wp-content/uploads/2022/02/Zvit_2021_DASU.docx (дата звернення: 14.08.2023).

208. Фінансова звітність ДП МА «Бориспіль» за 9 міс. 2021 р. URL: <https://kbp.aero/wp-content/uploads/2021/10/Finansova-zvitnist-DP-MA-Boryspil-za-9-misyatsiv-2021-roku.pdf> (дата звернення: 14.06.2023).

209. Фінансова звітність ДП МА «Бориспіль» за 2019 р. URL: <https://data.gov.ua/dataset/08d5e46f-5766-4596-803f-08a3f100d388/resource/9ae5474f-595a-4211-a750-8e9781188526/download/ma-borispil-2019.pdf> (дата звернення: 11.06.2023).

210. Звіт незалежного аудитора. Фінансова звітність за 2021 рік Державного підприємства «Міжнародний аеропорт «Бориспіль». Київ: Грант Торнтон, 2022. 116 с.

211. «Бориспіль» головний вантажний вузол України. URL: <https://kbp.aero/news/boryspil-golovnyj-vantazhnyj-vuzol-ukrayiny/> (дата звернення: 14.07.2023).

212. Фінансова звітність МА «Київ» (Жуляни) за 2019 рік. URL: <https://api.iev.aero/media/finance/files/5f0829fe74d15374362679.pdf> (дата звернення: 14.06.2023).

213. Фінансова звітність МА «Київ» (Жуляни) за 2020 рік. URL: <https://api.iev.aero/media/finance/files/604b3571683b7815988109.pdf> (дата звернення: 17.06.2023).

214. Фінансова звітність МА «Київ» (Жуляни) за 2021 рік. URL: <https://api.iev.aero/media/finance/files/6155635788b95789289417.pdf> (дата звернення: 18.06.2023).

215. Габрієлова Т. Ю. Теоретичні основи управління ризиками при доставці спеціальних категорій вантажів авіаційним транспортом. *Проблеми та перспективи організації авіаційних перевезень, застосування авіації в галузях економіки і розвитку транспортних систем*: монографія / за заг. ред. Г.М. Юна та С.Л. Литвиненка. Київ: «Логос», 2011. С. 101–112.

216. Технології інтернету речей: складові та особливості? URL:

<https://futurenow.com.ua/tehnologiyi-internetu-rechej/> (дата звернення: 10.06.2023).

217. Interactive Cargo Standard Operating Procedures IoT data sharing. URL: https://www.iata.org/contentassets/4766cd298753402eabefb8d58f65ec18/sop_iot_data_sharing.pdf (дата звернення: 17.06.2023).

218. IoT in Aviation Market. URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/iot-in-aviation-market-A06425> (дата звернення: 23.06.2023).

219. How IoT Tracking Tech is Keeping the Cargo Airline Industry Airborne. URL: <https://www.itnewsafrika.com/2021/08/how-iot-tracking-tech-is-keeping-the-cargo-airline-industry-airborne/> (дата звернення: 15.06.2023).

220. Travellers can now monitor, live stream and call pets while flying. URL: <https://www.internationalairportreview.com/news/67942/monitor-pets-while-flying/> (дата звернення: 10.07.2023).

221. Fact Sheet. e-Freight and the e-Air Waybill. URL: <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet-efreight-eawb/> (дата звернення: 19.06.2023).

222. Cargo Security. Fact Sheet. URL: <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---cargo-security/> (дата звернення: 28.06.2023).

223. Олешко Т. І., Попик Н. В., Бабич М. О. Цифровізація бізнес-процесів в цивільній авіації. *Економіка та держава*. 2021. № 4. С. 43–46.

224. The Global Risks Report 2023. 18th Edition. Insight Report. Geneva: World Economic Forum, 2023. 98 p.

225. Габрієлова Т. Ю., Литвиненко С. Л. Методологія та практика формування вантажних одиниць при перевезенні вантажів авіаційним транспортом. *Актуальні проблеми економіки*. 2011. Вип. 6 (120). С. 60–66.

226. Гєєць І. О. Формування соконкурентної стратегії розвитку регіональних аеропортів та хабів. *Проблеми системного підходу в економіці*. 2017. Вип. 1. С. 64-72.

227. Стратегічний план розвитку державного підприємства Міжнародний

- аеропорт «Бориспіль» на період 2015-2019. Київ: ДП МА «Бориспіль», 2015. 35 с.
228. Фінансовий план ДП «Міжнародний аеропорт «Бориспіль» на 2023 рік. URL: [https://mtu.gov.ua/files/ ДП МА Бориспіль ФП_2023.pdf](https://mtu.gov.ua/files/ДП_МА_Бориспіль_ФП_2023.pdf) (дата звернення: 10.06.2023).
229. Про схвалення Концепції розвитку міжнародного аеропорту «Бориспіль» на період до 2045 року: Розпорядження Кабінету Міністрів України від 11 січня 2007 р. № 5. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/293-2019-%D1%80#Text> (дата звернення: 20.06.2023).
230. Державна цільова програма розвитку аеропортів до 2023 року. URL: [https://mtu.gov.ua/files/Державна цільова програма розвитку аеропортів до 2023 року.pdf](https://mtu.gov.ua/files/Державна_цільова_програма_розвитку_аеропортів_до_2023_року.pdf) (дата звернення: 27.06.2023).
231. Стратегічний план розвитку КП МА «Київ» Жуляни. Київ: КП МА «Київ» Жуляни, 2019. 34 с.
232. Moving Air Cargo Globally. Air Cargo and Mail Secure Supply Chain and Facilitation Guidelines. Montreal: ICAO, 2021. 36 p.
233. Joint WCO-ICAO Guiding Principles for Pre-Loading Advance Cargo Information (PLACI). Montreal: ICAO, 2021. 13 p.
234. Стародуб І. О., Голюк В. Я. Сучасний стан та перспективи розвитку авіатранспортної логістики. URL: <http://confmanagement.kpi.ua/proc/article/download/201247/201319> (дата звернення: 10.06.2023).
235. Іщенко Н. М. Маркетинг транспортних послуг: навч. посіб. Миколаїв: ЧДУ ім. Петра Могили, 2013. 272 с.
236. Стаднік В. Г. Тенденції розвитку міжнародного транспортно-експедиційного бізнесу. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2011. № 6. Т. 2. С. 297–300.
237. Демидчук Л. Б. Сутність якості транспортно-експедиційного обслуговування та логістичні принципи його ефективності. *Вісник Львівського торговельно-економічного університету. Економічні науки*. 2023. № 72. С. 30–40.

238. Дубицький О. С., Дембіцький В. М., Павлова І. О., Мазилюк П. В. Підвищення ефективності діяльності транспортно-експедиційної компанії. *Вісник машинобудування та транспорту*. 2020. № 11(1). 62–70.
239. Зіміна А. І. Логістичні аспекти транспортно-експедиційного обслуговування вантажоперевезень. *Бізнес Інформ*. 2017. № 4. С. 188–193.
240. Мороз М. М., Шраменко Н. Ю., Мороз О. В., Соларьов О. О. Транспортно-експедиційне обслуговування при перевезенні міських дрібнопартійних вантажів. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»*. 2022. Вип. 3 (49), С. 45–50.
241. Kuehne+Nagel відкриває зону обробки фармацевтичних вантажів в аеропорту Відня. URL: <https://dsl-ua.com/ua/2019/07/08/ru-kompaniya-kuehne-nagel-podpisala-kontrakt-s-tsentrom-obrabotki-farmatsevticheskikh-gruzov-v-aeroportu-venyi/> (дата звернення: 12.06.2023).
242. CEIV Pharma. URL: <https://www.iata.org/en/services/certification/special-cargo/ceiv-pharma/> (дата звернення: 09.07.2023).
243. CEIV Fresh. URL: <https://www.iata.org/en/services/certification/special-cargo/ceiv-fresh/> (дата звернення: 10.07.2023).
244. CEIV Live Animals. URL: <https://www.iata.org/en/services/certification/special-cargo/ceiv-animals/> (дата звернення: 11.07.2023).
245. WFS розширить логістичну інфраструктуру в BLR, оскільки торгівля швидкопсувними товарами зростає. URL: <https://кривопуст.com/wfs-розширить-логістичну-інфраструктур/> (дата звернення: 17.06.2023).
246. Bengaluru airport handled 53,751 metric tonnes of perishable cargo during 2022-2023. URL: <https://www.moneycontrol.com/europe/?url=https://www.moneycontrol.com/news/business/bengaluru-airport-handled-53751-metric-tonnes-of-perishable-cargo-during-2022-2023-11091031.html> (дата звернення: 18.06.2023).
247. BLR Airport Handled Record Perishable Cargo for the Third Consecutive Year. URL: <https://www.aci-asiapac.aero/media-centre/news/blr-airport-handled-record-perishable-cargo-for-the-third-consecutive-year> (дата звернення: 18.08.2023).

248. Cold Chain Logistics Market Size. Forecasts, 2021-2028. URL: <https://www.fortunebusinessinsights.com/cold-chain-logistics-market-106305> (дата звернення: 10.06.2023).

249. Cold-chain cargo: what airports need to know. URL: <https://www.airportsinternational.com/article/cold-chain-cargo-what-airports-need-know> (дата звернення: 17.06.2023).

250. Цифрова трансформація в епоху Промислової революції 4.0. Аеропорт 2.0. URL: <https://dsl-ua.com/ua/2020/11/30/aeroport-2-0-tsifrova-transformatsiya-v-epohu-promislovoyi-revolutsiyi-4-0-2/> (дата звернення: 18.05.2023).

251. Технологія 5G – які переваги вона принесе логістичній галузі? URL: <https://ewlog.com.ua/ua/blog/tekhnolohiya-5G-yaki-perevahy-vona-prynese-lohistychnoyi-haluzi> (дата звернення: 14.07.2023).

252. Champ Cargosystems. Business review. URL: <https://www.sita.aero/sita-activity-report-2022/business-review/champ-cargosystems/> (дата звернення: 12.07.2023).

253. How innovation led digitalisation revitalised the air cargo industry? URL: <https://www.cargoai.co/interview/how-innovation-led-digitalisation-revitalised-the-air-cargo-industry/> (дата звернення: 14.08.2023).

254. Siemens. Airport Logistics. Cargo Handling Systems. URL: <https://www.siemens-logistics.com/en/airport-logistics/cargo-handling-systems> (дата звернення: 16.08.2023).

255. SITA at airports. Business review. URL: <https://www.sita.aero/sita-activity-report-2022/business-review/sita-at-airports/> (дата звернення: 10.08.2023).

256. Big Data applications in digital transformation of airports. URL: <https://www.smithsdetection.com/insights/digitisation-aviation-industry-part-3/> (дата звернення: 14.07.2023).

257. Габрієлова Т. Ю., Малярєнко Д. Л. Система BigARM в оптимізації матеріально-технічних ресурсів аеропорту. *Проблеми організації перевезень та управління на повітряному транспорті*: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. Київ: НАУ, 2022. С. 152–155.

258. Дранишников Л. В. Інтелектуальні методи в управлінні: навчальний посібник. Кам'янське: ДДТУ, 2018. 416 с.

259. Маляренко 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.

260. Маляренко Д.Л. Управління вантажопотоками в аеропорту за умов невизначеності. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика*: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. Харків: УкрДУЗТ, 2023. С. 152–153.

261. Маляренко Д.Л. Особливості факторного впливу на розвиток аеропорту при організації обслуговування вантажопотоків. Інноваційні транспортні технології та транспортні систем: зб. матеріалів міжнар. онлайн-конф. Київ: НАУ, 2023. С. 152–155.

262. Барибіна Я. О., Шимановська-Діанич Л. М. Підходи до розробки і прийняття стратегічних рішень в умовах невизначеності у контексті оновлення контенту інформаційного забезпечення. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Економіка і менеджмент»*. 2019. №,(4 (82)). С. 118-122.

263. Войцеховський В. С. Управління вантажопотоками мережевого авіаперевізника на засадах логістики: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.01 / Національний авіаційний університет, Державний університет інфраструктури та технологій. Київ, 2019. 238 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Довідки про впровадження результатів науково-дослідної роботи

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор
ТОВ «ФТП»



Євген ОКУЛОВ

2023 р.

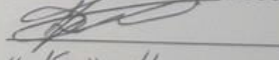
ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ результатів науково-дослідної роботи

Цю довідку складено про те, що результати наукових досліджень за темою дисертаційної роботи Маляренко Даші Леонідівни «Управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності» використані в практичній діяльності логістичного оператора ТОВ «ФТП».

Найменування впровадженого результату	Форма впровадження
Засади врахування виникнення ризиків при зміні вантажопотоків у аеропортах в умовах невизначеності	Використовується в діяльності логістичного оператора для визначенням ознак транспортабельності вантажу при перевезенні авіаційним транспортом, а також видів ризиків та причин їх появи
Комплекс підходів, методів та принципів інтелектуального управління процесами обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності	Використовуються в діяльності логістичного оператора для оцінки ефективності процесів обслуговування вантажів в аеропорту за умов невизначеності при організації спільної роботи

Підтверджуємо, що вище перераховані наукові результати, висвітлені в дисертаційній роботі Маляренко Д.Л..

Керівник відділу морських та
авіаційних перевезень

 Куциріна Дарина Олександрівна
« 15 » // 2023 р.

**ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів науково-дослідної роботи**

Цю довідку складено про те, що результати наукових досліджень за темою дисертаційної роботи Маляренко Даші Леонідівни «Управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності» використані в практичній діяльності Товариства з обмеженою відповідальністю «Міжнародний аеропорт „Одеса“».

Найменування впровадженого результату	Форма впровадження
Система управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності	Використовується в діяльності аеропорту при забезпеченні обслуговування вантажів та дозволяє зменшити вплив умов невизначеності при мінімізації ризиків
Виявлення закономірностей формування вантажопотоків в аеропортах	Використовуються в діяльності аеропорту для визначення передумов попередньої оцінки впливу специфічних властивостей вантажів на умови їх зберігання в аеропорту

Підтверджую, що вище перераховані наукові результати, висвітлені в дисертаційній роботі Маляренко Д.Л.

Директор ТОВ
«Міжнародний аеропорт „Одеса“»

Володимир СЕМЕНЧЕНКО

«14» 11 2023 р.



Поштова адреса для листування: вул. Центральний аеропорт, 2, м. Одеса, 65036, Україна
Address for lettering: 2 Central airport str., Odesa, 65036, Ukraine

ДОВІДКА ПРО ВПРОВАДЖЕННЯ
результатів науково-дослідної роботи

Цю довідку складено про те, що результати наукових досліджень за темою дисертаційної роботи Маляренко Даші Леонідівни «Управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності» використані в практичній діяльності транспортно-експедиторської компанії ТОВ «БРОКБРІДЖ».

Найменування впровадженого результату	Форма впровадження
Моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності	Використовується в діяльності транспортно-експедиторської компанії при забезпеченні взаємодії із аеропортом у питаннях обслуговування вантажів, що дозволяє мінімізувати витрати на перевезення вантажів уособлено або у складі консолідованої вантажної одиниці та витрати на зберігання за весь період планування
Підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту	Використовуються в діяльності транспортно-експедиторської компанії при забезпеченні взаємодії із аеропортом у питаннях сценарного планування, що дозволяє провести деталізацію стратегій врахування невизначеності при обслуговуванні вантажопотоків

Підтверджую, що вище перераховані наукові результати, висвітлені в дисертаційній роботі Маляренко Д.Л.

Генеральний директор
ТОВ «БРОКБРІДЖ»

«14» вересня 2023 р.



Олексій ГРИЦЕНКО

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

Національного

авіаційного університету

Анатолій ПОЛУХІН

Анатолій ПОЛУХІН

« 11 » 09

2023 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 Маляренко Даші Леонідівни «Управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту в умовах невизначеності» 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. Система управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.	Матеріали дисертаційної роботи впровадженні у вигляді конспекту лекцій, а також були реалізовані у робочих програмах навчальних дисциплін «Аеропорти та їх експлуатація» та «Перевезення спеціальних вантажів повітряним транспортом» при розробці тестових завдань для студентів за спеціальністю 275 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)», освітньо-професійної програми «Організація перевезень і управління на транспорті (повітряному)».
2. Моделі управління організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів аеропорту в умовах невизначеності.	Впровадження зазначених матеріалів дозволило розширити та доповнити тематику навчальних дисциплін з урахуванням сучасних тенденцій при управлінні організаційно-технологічними процесами обслуговування вантажів у аеропорту.
3. Підходи щодо врахування невизначеності обслуговування вантажів при різних сценаріях роботи аеропорту.	

Декан Факультету транспорту,
менеджменту і логістики

Тетяна МОСТЕНСЬКА

Тетяна МОСТЕНСЬКА

Завідувач кафедри організації
авіаційних перевезень

Дмитро ШЕВЧУК

Дмитро ШЕВЧУК

Додаток Б

Список наукових публікацій автора за темою дисертації

Наукові праці у фахових виданнях, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Малярєнко Д. Л. Оптимізація ресурсів аеропорту для наземного обслуговування повітряних суден в умовах невизначеності. *Дороги і мости*. 2022. Вип. 26. С. 266–273.
2. Шевчук Д. О., Малярєнко Д. Л. Аналіз впливу основних факторів на ресурси аеропорту в умовах невизначеності. *Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2022. Том 33 (72). № 1. С. 322–327.
3. 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.

Наукові праці у інших виданнях:

4. Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Автоматизовані способи реєстрації пасажирів і багажу в системі наземного обслуговування аеропорту. *Збірник наукових праць Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова*. 2020. № 4(482). С. 68–78.
5. Шевчук Д. О., Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Архітектура інтелектуальної авіаційної транспортної системи, що функціонує в умовах невизначеності. *Моделювання та інформаційні системи в економіці*. 2020. № 100(1). С. 159–175.

Наукові праці апробаційного характеру:

6. Шевчук Д. О., Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Аналіз основних характеристик та властивостей в роботі оператора наземного обслуговування повітряних кораблів. *Інтеграція наукових основ у практику: тези доповідей IV Міжнародної науково-практичної конференції, 12-16 жовтня 2020 р. Стокгольм, Швеція. Стокгольм, 2020. С. 516–523.*

7. Medynskyi D., Maliarenko D. Statement of the problem of optimization of production management in case of accumulation of delayed aircraft. *Trends in the development of modern scientific thought: Abstracts of X International Scientific and Practical Conference*, November 23-26, 2020. Vancouver, Canada. Vancouver, 2020. P. 686–691.

8. Шевчук Д. О., Мединський Д. В., Малярєнко Д. Л. Аеропорт як система керування. *Теорія, наука і практика: тези доповідей III міжнародної науково-практичної конференції, 05-08 жовтня 2020 р. Токіо, Японія. Токіо, 2020. С. 445–450. Особистий внесок: охарактеризовано наземне обслуговування літаків..*

9. Maliarenko D. L. Activities of Ukrainian airports in conditions of uncertainty. *Interaction between science and technology in modern: conditions proceedings International scientific conference. November 3-4, 2022. Riga, the Republic of Latvia. Riga, 2022. P. 109–110.*

10. Габрієлова Т. Ю., Малярєнко Д. Л. Система BigARM в оптимізації матеріально-технічних ресурсів аеропорту. *Проблеми організації перевезень та управління на повітряному транспорті: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. Київ: НАУ, 2022. С. 152–155.*

11. Малярєнко Д. Л. Управління вантажопотоками в аеропорту за умов невизначеності. *Міжнародна транспортна інфраструктура, індустріальні центри та корпоративна логістика: зб. матеріалів міжнар. наук.-практ. конф. Харків: УкрДУЗТ, 2023. С. 152–153.*

12. Малярєнко Д. Л. Особливості факторного впливу на розвиток аеропорту при організації обслуговування вантажопотоків. *Інноваційні транспортні технології та транспортні систем: зб. матеріалів міжнар. онлайн-конф. Київ: НАУ, 2023. С. 152–155.*