

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра організації авіаційних робіт та послуг

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

_____ / Разумова К.М. /

« _____ » _____ 2020 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА (ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ
«МАГІСТР»

Тема: «Обґрунтування умов підвищення транспортної безпеки в мультимодальних перевезеннях»

Виконавець: Чередніченко Костянтин Валентинович

Керівник: Янчук Марина Борисівна

Консультант: Янчук Марина Борисівна

Нормоконтролер: Герасименко Ірина Миколаївна

Київ 2020

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет транспорту менеджменту і логістики

Кафедра організації авіаційних робіт та послуг

Спеціальність 275 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)»

Спеціалізація 275.04 «Транспортні технології (на повітряному транспорті)»

Освітньо-професійна програма «Мультиmodalьний транспорт і логістика»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

/Разумова К.М./

«14» жовтня 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи (проекту)

Чередніченка Костянтина Валентиновича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родовому відмінку)

1. Тема дипломної роботи (проекту) «Обґрунтування умов підвищення транспортної безпеки в мультиmodalьних перевезеннях»

затверджена наказом ректора від «11» жовтня 2019 р. № 2351 /ст

2. Термін виконання роботи (проекту): з «14» жовтня 2019 р. по «09» лютого 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи (проекту): виробничі та фінансово-економічні показники діяльності транспортних підприємств: міжнародний аеропорт «Київ» ім. І. Сікорського, морський порт Нью-Йорку та Нью-Джерсі, морський порт Роттердам, морський порт Пірей, морський порт Одеси, аеропорт «Схіпгол», аеропорт ім. Елефтеріуса Венізелоса, аеропорт ім. Хорхе Чавеса.

4. Зміст пояснювальної записки: Теоретичні основи поняття «транспортна безпека»; загальні підходи до моделювання оцінки транспортної безпеки; виробнича та фінансова-економічна характеристика транспортних вузлів на мультиmodalьному маршруті; оцінювання ризику на маршруті, оцінювання надійності транспортних вузлів на маршруті.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: аналіз виробничих та фінансових показників транспортних вузлів на

мультимодальному маршруті; результати обчислень коефіцієнту готовності системи безпеки транспортного вузла та ризику на маршрутах.

6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1.	Збір та вивчення літературних джерел щодо теоретичних основ поняття ефективності	14.10.19 – 31.10.19	виконано
2.	Написання та оформлення теоретичної частини дипломної роботи	01.11.19 – 07.11.19	виконано
3.	Аналіз діяльності транспортних вузлів на потенційному мультимодальному маршруті	08.11.19 – 20.11.19	виконано
4.	Написання та оформлення аналітичної частини дипломної роботи	08.11.19 – 29.11.19	виконано
5.	Розробка мультимодальних маршрутів перевезень за транспортними вузлами	30.11.19 – 04.12.19	виконано
6.	Розробка програмного алгоритму моделювання оцінки оптимальності мультимодального маршруту за показником транспортної безпеки	05.12.19 – 12.12.19	виконано
7.	Написання та оформлення проектної частини дипломної роботи	13.01.19 – 20.12.19	виконано
8.	Оформлення пояснювальної записки та підготовка презентації до захисту	21.12.19 – 06.02.20	виконано

7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Теоретична частина	Янчук М.Б.	14.10.19	07.11.19
2. Аналітична частина	Янчук М.Б.	08.11.19	29.11.19
3. Проектна частина	Янчук М.Б.	30.11.19	20.12.20

8. Дата видачі завдання: 14 жовтня 2019 року.

Керівник дипломної роботи (проекту) _____ /Янчук М.Б./
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____
К.В./

(підпис випускника)

/Чередніченко

(П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи: «Обґрунтування умов підвищення транспортної безпеки в мультимодальних перевезеннях»: 186 сторінок, 131 рисуноків, 95 таблиць, 63 формули та 53 використаних джерел.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНА БЕЗПЕКА, ОЦІНЮВАННЯ ТРАНСПОРТНОЇ БЕЗПЕКИ, НАДІЙНІСТЬ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ НА МАРШРУТІ, РИЗИК, УМОВИ ПІДВИЩЕННЯ ТРАНСПОРТНОЇ БЕЗПЕКИ.

Об'єктом дослідження є транспортна безпека мультимодальних маршрутів та способи підвищення її рівня.

Предметом дослідження є методика оцінювання рівня транспортної безпеки мультимодального маршруту з метою підвищення безпеки перевезень та збереження вантажів.

Мета дипломної роботи: обґрунтування наукових підходів, методичних та практичних рекомендацій щодо оцінювання та забезпечення транспортної безпеки мультимодального перевезення.

Для досягнення поставленої мети в дипломній роботі посталено та вирішення такі завдання, а саме:

- висвітлено поняття «транспортна безпека» та проаналізовано сучасні підходи до її оцінювання на мультимодальних перевезеннях;
- розглянуто сучасні та потенційні підходи до моделювання оцінки транспортної безпеки;
- надано систему критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності;
- здійснено аналіз стану діяльності міжнародних транспортних вузлів на сучасному етапі їх розвитку;
- розроблено маршрути мультимодальних перевезень;
- оцінено транспортну безпеку на розроблених мультимодальних перевезеннях;

Матеріали дипломної роботи рекомендовано використовувати у практичній діяльності з розробки та планування маршрутів перевезень.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....	12
1.1.....	М
ультимодальна система перевезень вантажів.....	13
1.2.....	П
оняття «транспортна безпека».....	17
1.3.....	С
учасні та потенційні підходи до моделювання оцінки транспортної безпеки.....	23
1.3.1. Математична модель «ризиків».....	29
1.3.2. Математична модель «вразливості».....	37
1.3.3. Математична модель інтегральної безпеки.....	40
1.3.4. Математична модель «надійності».....	44
1.4.....	С
истема критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності.....	48
2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	55
2.1. Дослідження діяльності аеропорту «Схіпгол».....	56
2.2. Дослідження діяльності аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського.....	69
2.3. Дослідження діяльності міжнародного аеропорту ім. Хорхе Чавіса.....	83
2.4. Дослідження діяльності міжнародного аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса.....	95
2.5. Дослідження діяльності морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі...109	
2.6. Дослідження діяльності морського порту Роттердам.....	120
2.7. Дослідження діяльності морського порту Пірей.....	127
2.8. Дослідження діяльності морського порту Одеси.....	132
3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА.....	141
3.1.....	Р
озробка маршрутів мультимодального перевезення.....	142
3.1.1. Мультимодальний маршрут №1.....	144

3.1.2. Мультиmodalний маршрут №2.....	149
3.1.3. Мультиmodalний маршрут №3.....	152
3.2.....	О
цінка надійності транспортних вузлів на маршруті	156
3.2.1. Оцінка надійності аеропорту «Схіпгол»	156
3.2.2. Оцінка надійності морського порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	159
3.2.3. Оцінка надійності морського порту Роттердам.....	162
3.2.4. Оцінка надійності аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського.....	165
3.2.5. Оцінка надійності морського порту Пірей.....	168
3.2.6. Оцінка надійності аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса.....	171
3.2.7. Оцінка надійності аеропорту ім. Хорхе Чавеса	174
3.2.8. Оцінка надійності морського порту Одеси	177
3.3. Оцінка ризику виникнення надзвичайних ситуацій під час перевезення.....	182
3.4. Моделювання аналізу мультиmodalних маршрутів за показником транспортної безпеки	189
ВИСНОВКИ.....	196
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	200
ДОДАТКИ.....	204
Додаток А	207
Додаток Б	208
Додаток В	209
Додаток Г	210
Додаток Ґ	211
Додаток Д	212
Додаток Ж	213
Додаток З	214
Додаток К	215
Додаток Л	219

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

- АНВ** – акти незаконного втручання;
- ТБ** – транспортна безпека;
- US NYC** – морський порт Нью-Йорку та Нью-Джерсі;
- NL RTM** – морський порт Роттердам;
- GR PIR** – морський порт Пірей;
- UA ODS** – морський порт Одеси;
- AMS** – аеропорт «Схіпгол»;
- ATH** – аеропорт ім. Елефтеріуса Венізелоса;
- LIM** – аеропорт ім. Хорхе Чавеса;
- IEV** – аеропорт «Київ» ім. Ігоря Сікорського;
- USD** – долар Сполучених Штатів Америки;
- ЗПП** – злітно-посадкова смуга;
- ТВ** – транспортний вузол;
- ММ1** – мультимодальний маршрут №1;
- ММ2** – мультимодальний маршрут №2;
- ММ3** – мультимодальний маршрут №3;
- тис** – тисяч;
- млн** – мільйон;
- р** – рік;
- м** – метри;
- ф** – фути.

ВСТУП

КАФЕДРА ОАРП				НАУ. 20. 8. 36. 001 ПЗ			
Виконав	Чередніченко К.В.			ВСТУП	Літера	Арк.	Аркушів
Керівник	Янчук М.Б.					Д 8	3

Консульт.	Янчук М.Б.		
Н. контр.	Герасименко І.М.		
Зав. каф.	Разумова К.М.		

ФТМЛІ 275 МТ-203М

З підвищенням попиту на мультимодальні перевезення, все більш актуалізується питання щодо оцінки рівня транспортної безпеки та її забезпечення, зокрема, в аспектах збереження вантажу та транспортних засобів на кожній ділянці перевізного процесу.

Транспортна безпека визначається як стан захищеності об'єктів транспортної інфраструктури, що дозволяє забезпечувати національну безпеку і національні інтереси в галузі транспортної діяльності, стійкість транспортної діяльності, здатність запобігати нанесенню шкоди здоров'ю і життю людей, збитку майну та навколишньому середовищу, мінімізувати економічний збиток при транспортній діяльності. Отже, поняття «транспортна безпека» охоплює декілька галузей безпеки: безпека авіації та відповідно безпека автомобільного, залізничного, морського та трубопровідного транспорту.

Аналіз сучасних наукових публікацій та нормативно-правових джерел щодо безпеки на транспорті розкриває сутність «забезпечення транспортної безпеки» як реалізацію у системі правових, економічних, організаційних та інших заходів, здатної запобігати нанесенню шкоди здоров'ю та життю людей, збитку майну та навколишньому середовищу, мінімізувати економічний збиток при транспортній діяльності.

До забезпечення транспортної безпеки з метою підвищення безпеки перевезень та збереження вантажів рекомендовано підходити двома шляхами: забезпечення технічного оснащення та модернізації транспортного комплексу до рівня міжнародних стандартів; оптимальний за показником транспортної безпеки вибір маршруту перевезення з наявних проектних альтернатив.

Так як більшість транспортних підприємств на ринку перевезень не є фактичними перевізниками, а лише користуються послугами останніх, що унеможлиблює забезпечення такими компаніями технічного оснащення та модернізації транспортної інфраструктури, тому у ході дипломного

проектування автором було зосереджено увагу на забезпеченні транспортної безпеки шляхом вибору оптимального за показниками безпеки маршруту.

Об'єктом дослідження є транспортна безпека мультимодальних маршрутів та способи підвищення її рівня.

Предметом дослідження є методика оцінювання рівня транспортної безпеки мультимодального маршруту з метою підвищення безпеки перевезень та збереження вантажів.

Мета дипломної роботи: обґрунтування наукових підходів, методичних та практичних рекомендацій щодо оцінювання та забезпечення транспортної безпеки мультимодального перевезення.

Для досягнення поставленої мети в дипломній роботі посталено та вирішення такі завдання, а саме:

- висвітлено поняття «транспортна безпека» та проаналізовано сучасні підходи до її оцінювання на мультимодальних перевезеннях;
- розглянуто сучасні та потенційні підходи до моделювання оцінки транспортної безпеки (модель «ризиків», модель «вразливості», модель «інтегральної безпеки», модель «надійності»);
- надано систему критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності;
- здійснено аналіз стану, основних фінансово-економічних показників, вантажопотоків та статистичних даних щодо збоїв системи безпеки міжнародних транспортних вузлів на сучасному етапі їх розвитку, а саме: міжнародний аеропорт «Київ» ім. Ігоря Сікорського, морський порт Нью-Йорку та Нью-Джерсі, морський порт Роттердам, морський порт Пірей, морський порт Одеси, аеропорт «Схіпгол», аеропорт ім. Елефтеріуса Венізелоса та аеропорт ім. Хорхе Чавеса;
- розроблено мультимодальні маршрути за транспортними вузлами та розраховано вартості та терміни перевезень;
- розроблено моделі оцінювання надійності транспортних вузлів та ризику на ділянках перевезення за маршрутами;

- розроблено програмний алгоритм знаходження оптимального за показником транспортної безпеки мультимодального маршруту за допомогою ПЗ «MatLab».

Матеріали дипломної роботи рекомендовано використовувати у практичній діяльності з розробки та планування маршрутів перевезень.

1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

КАФЕДРА ОАРП				НАУ. 20. 8. 36. 100 ПЗ				
Виконав	Чердніченко К.В.			1. ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Янчук М.Б.					Д	12	42
Консульт.	Янчук М.Б.				ФТМЛІ 275 МТ-203М			
Н. контр.	Герасименко І.М.							
Зав. каф.	Разумова К.М.							

1.1. Мультимодальна система перевезень вантажів

Світовий досвід організації транспортних потоків як на макро-, так й на мікрорівнях, показує, що перспективним напрямом мінімізації витрат та кооперації учасників процесу доставки вантажів є створення мультимодальних транспортних систем. Системи такого типу дозволяють перетворити конкуруючі види транспорту в ті, що тісно взаємодіють між собою. Тому проблема формування мультимодальних систем перевезення вантажів (МСПВ) є актуальною та вимагає проведення детального дослідження.

За визначенням комісії з питань торгівлі і розвитку ООН (ЮНКТАД) [8], міжнародне мультимодальне перевезення являє собою перевезення товарів, мінімум, двома видами транспорту на основі мультимодального транспортного контракту з місця відправки товарів з однієї країни, в якому їх збирає мультимодальний транспортний оператор, до місця призначення вантажу в іншій країні. Спираючись на основні положення Конвенції ООН 1980 р. «Про міжнародні змішані перевезення вантажів», серед головних ознак, що характеризують мультимодальне перевезення, слід виділити наступні:

- перевезення повинно бути міжнародним;
- у процесі перевезення має бути задіяно не менше двох видів транспорту;
- доставка вантажу організовується оператором перевезення або особою, яка діє від його імені;
- оператор перевезення у договорі перевезення між ним та замовником, виступає як рівноправна сторона договірних відносин або виконує свої функції від імені вантажовідправника, або вантажовласників, що приймають участь в перевізному процесі;

- оператор перевезення бере на себе відповідальність за виконання договору перевезення;
- документ, який надається оператором перевезення, покриває весь шлях руху вантажопотоку;
- відповідальність оператора за вантаж охоплює період часу з моменту прийняття їм вантажу під своє ведення до моменту його передачі вантажоодержувачу.

Отже, виходячи з вищенаведеного, мультимодальне перевезення можна трактувати як міжнародне перевезення, що виконується двома або більше видами транспорту, організовується оператором, який бере на себе відповідальність доставки вантажів «від дверей до дверей» за єдиним договором та наскрізною ставкою фрахту.

Важливо підкреслити, що саме наявність оператора мультимодального перевезення, який несе відповідальність за вантаж та можливі ризики, пов'язані з доставкою на усьому шляху слідування, незалежно від кількості видів транспорту, що приймають участь у процесі доставки при оформленні єдиного транспортного документу, є головною відмінною рисою від усіх інших споріднених концепцій транспортування.

У порівнянні з поняттями «комбіновані» та «інтермодальні» перевезення, які характеризують перевізний процес в залежності від технологічних операцій, що виконуються з вантажем або з транспортним засобом, термін «мультимодальні перевезення» характеризує процес транспортування вантажів з позицій його правового та організаційно-технічного забезпечення [8].

Транспортний процес при мультимодальних перевезеннях складається з декількох послідовних етапів доставки та перевантаження вантажу з одного виду транспорту на інший зі включенням їх до загальної системи транспортування. Саме тому мультимодальні перевезення необхідно розглядати з точки зору системного підходу в якості складних систем, для яких характерно комплексний розвиток всіх видів транспорту, термінального

та складського господарства, митної та фінансової інфраструктури, нормативно-правового забезпечення, технологій інформаційного та телекомунікаційного супроводу вантажопотоку.

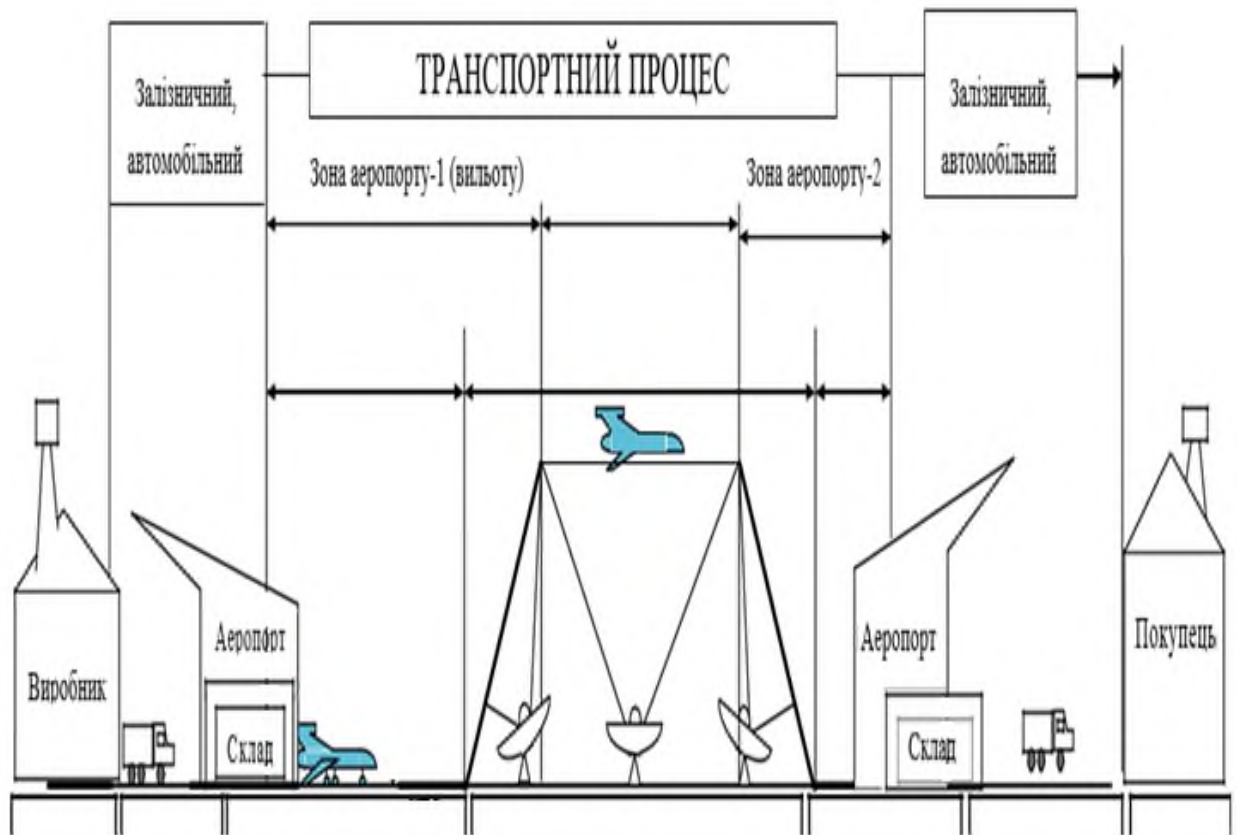


Рис. 1.1. Типова схема транспортного процесу мультимодального перевезення

Слід зауважити, що наявність єдиного оператора транспортно-логістичних послуг та певні специфічні особливості такого способу організації доставки вантажів мають низку переваг, порівняно зі звичайними системами транспортування, а саме:

- надання клієнту довгострокових та якісних послуг широкого спектру, відповідно до міжнародних стандартів;
- наявність єдиного органу керування - «головної ланки» ланцюга доставки вантажів (оператора транспортно-логістичних послуг) з функціями керування, прогнозування, моніторингу, організації, координації та реалізації перевізного процесу;

- організація доставки вантажу за оптимальним маршрутом «від дверей до дверей» та «точно в термін»;
- оптимізація сукупних витрат упродовж доставки вантажу;
- оптимізація організаційно-технологічних процедур перевізного процесу, спрямованих на мінімізацію часу та вартості доставки вантажу;
- організація взаємовигідних партнерських відносин між усіма учасниками доставки вантажу;
- оптимальне використання транспортних засобів та об'єктів транспортно-логістичної інфраструктури, що надає можливість комплексного використання різних видів транспорту;
- застосування сучасних транспортних технологій;
- створення сприятливого клімату для розвитку конкуренції між вітчизняними та іноземними перевізниками;
- залучення додаткових інвестицій;
- збільшення податкових надходжень до місцевих та державного бюджетів;
- забезпечення комплексного розвитку не лише транспортно-логістичного сектору країни, але й інших підсистем та елементів ринкової інфраструктури;
- зростання рівня екологічності роботи транспортного комплексу.

Також для забезпечення «мультимодальності» необхідною умовою є включення до перевізного процесу всього комплексу операцій зі складування, зберігання, перевантаження, страхування, митного оформлення, інформаційного забезпечення доставки вантажів та ін.

Спираючись на світовий досвід, можна констатувати, що мультимодальне перевезення є сучасним способом доставки вантажів в основу якого покладено логістичні принципи та концепції, що є невід'ємною

умовою розвитку зовнішньоторговельних відносин сьогодні. Серед основних переваг мультимодальних перевезень слід відзначити [8]:

- можливість доставки вантажів за логістичним принципом «від дверей до дверей» за оптимальними витратами (забезпечує вибір оптимальної схеми доставки вантажу, гнучкість складання маршруту та ін.);
- можливість застосування різних типів контейнерів в залежності від габаритів, хімічних та технічних особливостей вантажу (контейнеризація невід’ємна складова технологічного процесу доставки вантажу мультимодальним транспортом);
- скоординована та узгоджена робота різних елементів транспортної інфраструктури (дозволяє оптимізувати сукупні витрати усієї схеми доставки вантажу);
- організація перевезення однією компанією - оператором;

Як свідчить світовий досвід, при ефективному управлінні мультимодальні системи несуть значну користь та сприяють соціально-економічному розвитку не лише окремих регіонів, але й держави у цілому.

1.2. Поняття «транспортна безпека»

В останнє десятиліття чітко простежується тенденція збільшення числа природних, техногенних, соціальних небезпек, що призводять до аварій або катастроф, що завдають значної шкоди здоров'ю людей, їх майну та навколишньому середовищу. Транспортна галузь не є в даному випадку винятком.

Загалом, транспортні ризики викликані:

- високим рівнем дорожньої аварійності та тяжкістю наслідків дорожньо-транспортних пригод;
- зростанням негативного впливу транспорту на навколишнє середовище;
- зниженням рівня безпеки праці на транспортних засобах та об'єктах транспортної інфраструктури;
- АНВ, що здійснюються з використанням транспортних засобів (ТЗ) і на об'єктах транспортної інфраструктури (ОТІ);
- знос (старіння) транспортних засобів, об'єктів транспортної інфраструктури, зниження якості підготовки кадрів, зміна клімату.

Аналіз сучасних наукових публікацій та нормативно-правових джерел щодо безпеки на транспорті [3, 4, 5, 6, 7, 12] розкриває сутність «транспортної безпеки» як стан захищеності об'єктів транспортної інфраструктури, що дозволяє забезпечувати національну безпеку і національні інтерес в галузі транспортної діяльності, стійкість транспортної діяльності, здатність запобігати нанесенню шкоди здоров'ю і життю людей, збитку майну та навколишньому середовищу, мінімізувати економічний збиток при транспортній діяльності.

Таким чином, поняття «транспортна безпека» охоплює не один, а декілька галузей безпеки (див. рис. 1.2). На рис. 1.3 зображено орієнтовний перелік об'єктів, що підлягають охороні.

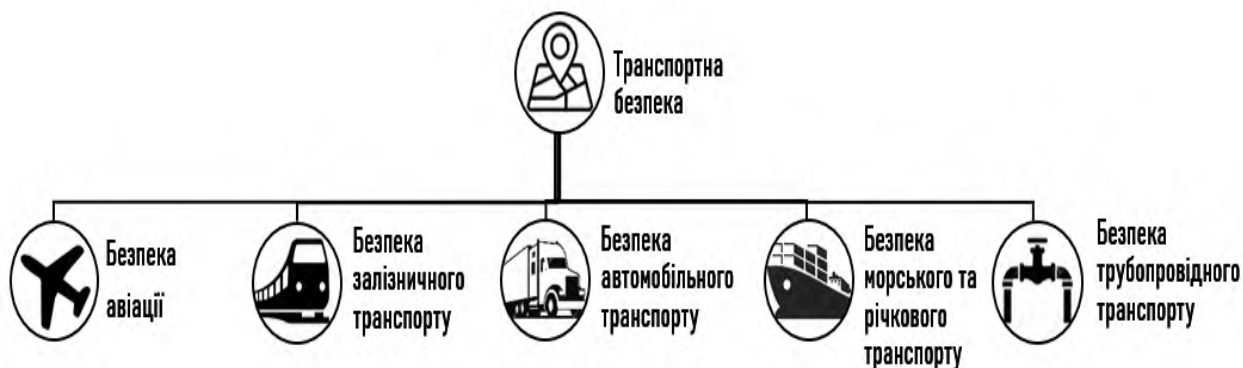


Рис. 1.2. Схема співвідношення галузей транспортної безпеки



Рис 1.3. Орієнтовний перелік об'єктів, що підлягають охороні

Схематично реалізація забезпечення транспортної безпеки може виглядати наступним чином [3]:



Рис. 1.4. Реалізація забезпечення ТБ на транспорті

Таким чином, потенційне державне регулювання у сфері транспортної безпеки:



Рис. 1.5. Потенційна державна політика у сфері транспортної безпеки

У країнах Європейського союзу поняття «транспортна безпека» трактується директивою ЄС 2008/114 від 8 грудня 2008 «Про виявлення та огляді об'єктів європейської критичної інфраструктури (ЄКІ) і оцінці необхідності поліпшення їх захисту» [7].

Європейська критична інфраструктура - це об'єкт - система або її частина- безпеки, економічного і соціального благополуччя населення та не буде призводити до порушення або руйнування їх функціонування.

Директива ЄС 2008/114 є законодавчою основою діяльності щодо забезпечення захищеності об'єктів транспортної інфраструктури і об'єктів енергетики в країнах ЄС. Автотранспортні засоби в ЄС не відносяться до об'єктів, що потребують спеціальних заходів захисту від АНВ, природних і техногенних катастроф.

Основна принципова відмінність алгоритмів забезпечення захищеності об'єктів транспорту в країнах ЄС полягає в тому, що в ЄС за основу аналізу небезпек, категорювання об'єктів і реалізації заходів фізичної та інженерного захисту прийнята методологія ризик-менеджменту [7]. У країнах СНГ основний метод - експертні оцінки зі складним адмініструванням при практично повне ігнорування заходів інженерного захисту, пов'язаних з підвищенням живучості об'єктів транспортної інфраструктури.

За Директивою ЄС 2008/114, значення показників захищеності ОТІ оцінюються за допомогою відповідних критеріїв для об'єктів енергетики (електроенергія, нафта, газ) і транспорту в залежності від виду інфраструктурного об'єкта. Вибір об'єктів критичної інфраструктури проводився кожною країною-учасницею з 2008 р і був завершений в 2011 р.

Кожна держава, в залежності від різних факторів, самостійно визначала кількість об'єктів ЄКІ і робила попередню оцінку їх «критичності». Було встановлено чотирикроковий алгоритм дій держав по виявленню ЄКІ, а також набір обов'язкових відомостей для опису цих об'єктів:

- кожна держава самостійно вибирає критерії оцінки критичності об'єктів інфраструктури для різних секторів енергетики та транспорту;
- кожна держава за обраними критеріями розробляє методичку оцінки і встановлює «потенціал критичності» об'єкта;
- для інфраструктури, що має істотне значення, повинно враховуватися наявність альтернатив і тривалість вибуття з експлуатації;
- кожна держава для потенційних об'єктів ЄКІ застосовує два попередні кроки до їх окремих елементів (частин) і встановлює ступінь їх критичності, наявність альтернатив і тривалість вибуття з експлуатації;
- кожна держава поширює секторні критерії на інші потенційні об'єкти ЄКІ; при цьому враховується тяжкість наслідків, а для особливо важливих об'єктів наявність альтернатив і тривалість вибуття з експлуатації.

Наступний крок - аналіз та оцінка ризиків обраних об'єктів ЄКІ, на підставі яких для кожного з них повинен бути розроблений план забезпечення безпеки. Основний критерій при цьому - кількісна оцінка ризику виникнення різних видів небезпек при різних сценаріях НС (видах підриву, скоєння ДТП, аварії). Цей показник обчислюється як добуток імовірності події на величину можливої шкоди здоров'ю, навколишньому природному середовищу та майну. Моделюється характер руйнувань (втрати живучості) і, на підставі аналізу «витрати - вигода», обґрунтовуються заходи інженерного захисту, спрямовані на зниження ризику на об'єктах ЄКІ (тунелі, мости) до допустимого рівня. Рівень допустимого ризику кожна держава встановлює самостійно. На сьогодні дана робота не закінчена і тимчасові рамки для її виконання законодавчо не встановлені.

У Німеччині, наприклад, розробка методів оцінки критичності об'єктів ЄКІ, методології ризик-менеджменту для об'єктів транспортної інфраструктури здійснюється в рамках проектів:

- SKRIBT (захист критичної інфраструктури, мостів і тунелів на дорогах);
- AISIS (автоматизовані системи отримання інформації і захист критичної інфраструктури в разі катастроф);
- RETISS (захист об'єктів інфраструктури в реальному часі);
- SeRoN (захист об'єктів на транспортній мережі).

З аналізу вищенаведеного можна зробити висновок, що *забезпечення транспортної безпеки* можна розуміти як реалізацію у сфері транспортного комплексу системи правових, економічних, організаційних та інших заходів, здатної запобігати нанесенню шкоди здоров'ю та життю людей, збитку майну та навколишньому середовищу, мінімізувати економічний збиток при транспортній діяльності.

1.3 Сучасні та потенційні підходи до моделювання оцінки транспортної безпеки

У процесі технічного прогресу стає все важче забезпечувати високий рівень транспортної безпеки, оскільки в ході розвитку виявляються нові чинники, що впливають на те чи інше явище. Тобто, при вирішенні подібних проблем необхідно мати чітку відповідь на три питання:

1. що ми хочемо виміряти і оцінити?
2. які фактори впливають на це явище?
3. як ми будемо оцінювати (пояснювати) зв'язок між цим явищем і впливають на нього факторами?

Останнє дає можливість правильно сформулювати механізм регулювання та управління даним процесом. Так як наука починається там, де починаються виміри, тому не випадково, що особливо за останні 10-15 років міжнародне співтовариство поступово розширює та модернізує способи і методи, що необхідні для кількісного оцінювання транспортної безпеки.

На сьогодні існує декілька основних підходів до оцінювання транспортної безпеки, що базуються на аналізі авіаційного підприємства за визначеними факторами. Згідно з такими методами, спершу виділяються параметри, які можуть вплинути на стан безпеки системи, а потім проводиться оцінка їх чисельних показників та взаємозв'язку між ними. У ході досліджень такого роду рекомендовано проводити оцінювання наступних показників: надійність, захищеність, стійкість, живучість, вразливість, небезпека, ризик, загроза, якість та ефективність.

Надійність – це показник, який характеризує здатність системи зберігати властивості, що необхідні для виконання заданого призначення та функціонувати протягом заданого проміжку часу за визначених умов [27].

Захищеність – це здатність об'єкта протидіяти конкретним, заздалегідь сформульованим загрозам безпеки [19].

Стійкість – це здатність системи зберігати поточний стан і виконувати свої функції при дії зовнішніх факторів впливу та перешкод [13].

Живучість – це здатність системи зберігати основні свої функції, не дивлячись на отримані пошкодження, або адаптуючись до нових умов [17].

Вразливість – це показник, що характеризує нездатність системи протидіяти реалізації певної загрози або сукупності загроз [16].

Небезпека – це стан системи, в якій може статися небезпечне (прогнозоване ризикове) подія при виявленій загрози по деяким факторам, якщо ці фактори можуть проявитися [13].

Ризик – це можливість негативної події, пов'язаного зі зниженням рівня безпеки з точки зору ймовірності його настання і тяжкості наслідків [13].

Загроза – це стан, об'єкт або діяльність, які потенційно можуть бути причиною негативної події, пов'язаного зі зниженням рівня безпеки [13].

Якість – ступінь відповідності властивих характеристик системи необхідним запитуваним вимогам [14].

Більшість проблемних завдань, що вирішуються у межах предметної області є в тому чи іншому сенсі оптимізаційними. Критерії оптимізації мають досить широку номенклатуру, в рамках якої *Громов С. В.* та *Єлісов Л. Н.* [28] виділяють тільки ті, які пов'язані з поняттям «людський фактор», так як вони мають в у транспортній галузі визначальне значення. В даному випадку мова йде про оптимізаційні задачі в ергатичних системах.

Методи і процедури вирішення таких завдань істотно відрізняються від класичного підходу, пов'язаного, перш за все, з математичним моделюванням, оскільки формалізація предметної області завдання в даному випадку ускладнена через надзвичайну складність використовуваного математичного апарату. Тут потрібне застосування неформальних підходів, таких як: евристичні та кваліметричні методи, в комплексі з теорією прийняття рішень і системотехнікою.

Евристичні методи - це система принципів і правил, які задають найбільш імовірнісні стратегії і тактики діяльності вирішального, що стимулюють його інтуїтивне мислення в процесі рішення. Евристика може розумітися як прийоми вирішення проблемних завдань в умовах невизначеності, які зазвичай протиставляються формальним методам вирішення, що спирається на точні математичні алгоритми. До таких методів належать: метод багатовимірних матриць, вільних асоціацій, інверсії і емпатії. Евристичний алгоритм (евристика) - алгоритм рішення задачі, що не має строгого обґрунтування, але дає прийнятне рішення задачі в більшості практично значимих випадків. Це алгоритм вирішення задачі, правильність якого для всіх можливих випадків не доведена, але про який відомо, що він дає досить хороше рішення в більшості випадків.

Наступним підходом до оцінювання транспортної безпеки є спосіб, описаний у роботах *Л.М. Єлісова та М.І. Овченков* [16]. На думку авторів, кількісним відображенням стану об'єкта захисту з точки зору транспортної безпеки є поняття «вразливість», яке являє собою ступінь захищеності об'єктів транспортної інфраструктури та оцінюється як ступінь відповідності характеристик захисту встановленим вимогам.

Слід зазначити, що розробкою підходу до оцінювання авіаційної безпеки аеропорту через оцінку фактору «вразливості» займаються *Sathish A.P. Кумар (Sathish A.P. Kumar) та Браян Зу (Brian Xu)* [17].

У даній концепції важливу роль відіграє поняття «якість». У контексті авіаційної галузі якість можна розглядати як ступінь захищеності об'єкта (аеропорту) від несанкціонованого втручання в його діяльність. В такому випадку якість сукупності засобів захисту аеропорту визначає ступінь його захищеності від загрози вчинення АНВ. Тоді рівень якості (його оцінка) і є оцінкою вразливості, що відповідає прийнятним визначенням. Таким чином, якість як показник вразливості має бути включена в процедуру оцінки вразливості об'єкта. Це складає початковий етап рішення задачі оцінки вразливості. На дану оцінку впливають ще два важливих фактори: величина можливого збитку у разі реалізації АНВ та ймовірність реалізації АНВ у даному критичному елементі.

Для вирішення таких проблем пропонується використовувати поняття «ризик» в якості ще одного критерію оцінки вразливості. Для цілей оцінки вразливості аеропорту метод оцінки ризику принципового значення не має. Більш важливим в цьому випадку стає вирішення проблеми використання ризику як одного з критеріїв оцінки вразливості, тобто рішення задачі внесення кількісних оцінок ризику в структуру загальної оцінки вразливості аеропорту на основі кваліметричних методів.

Тут необхідно зробити одне важливе зауваження. Справа в тому, що якість і вразливість - не синоніми. Можна говорити про те, що між якістю захисту об'єкта і його вразливістю існує пряма залежність, тобто недостатня

якість захисту об'єкта і є його вразливість. Однак, при переході до кількісних оцінок якості (вразливості) можна говорити про ідентичність понять тільки в тому випадку, коли поняття ризику знайде своє місце в структурі поняття якості. Тільки у цьому випадку вразливість об'єкту можна визначити через поняття якості його захисту від несанкціонованого втручання.

Слід звернути увагу на ще один підхід до оцінювання рівня транспортної безпеки, викладеним *М.Ю. Смуровим, Є.О. Куклевим, В.Г. Євдокимовим та Г.М. Гінічем* [21], що заснований на оцінюванні ризиків виникнення актів незаконного втручання в авіації.

На думку авторів, термін «транспортна безпека» рекомендовано розглядати через термін «безпека польотів», тобто через поняття ризику виникнення деякої негативної події (терористичного акту, відмови системи, катастрофи), відповідно до рекомендацій міжнародних стандартів.

Автора *М.Ю. Смуров, Є.О. Куклев, В.Г. Євдокимов та Г.М. Гініч* пропонують ключовим термінам прийняти трактування на основі концепції ризику по ІКАО, а саме:

Ризик – це об'єктивна характеристика або міра кількості небезпеки в деякому прогнозованому стані за умови, що ще не здійснене небезпечна подія може випадково статися і принести наслідки у вигляді шкоди або шкоди.

Величина ризику (просто ризик) – це інтегральне значення ризику з урахуванням частоти і збитку, що виміряна експертно за допомогою єдиного інструменту - «матриці аналізу ризиків».

У роботі автори визначають наступні поняття і визначення [21]:

Загроза – це джерело небезпеки, локалізоване у часі і просторі;

Небезпека – це стан системи, в якій може статися небезпечна (прогнозована ризикова) подія при даній виявленій загрозі по деяким факторам, якщо ці фактори можуть проявитися;

Небезпечна (ризикова) подія - випадкова невизначена (можлива, передбачувана) подія, яка може відбутися або не відбутися, проте обов'язково тягне за собою збитки, шкоду або інші небажані наслідки для системи.

Варта уваги ще одна концепція оцінки транспортної безпеки, описана у роботі *Дормідонтова А.В., Міронова Л.В. та Міронова В.С.* [32].

Автори звернули увагу на характер еволюції хижаків і жертв. Рівень еволюційного розвитку жертви відповідає рівню розвитку хижаків, так як відставання в розвитку може привести до вимирання чисельності виду. Подібно до відносин «хижак - жертва», еволюція порушника (розробка нових методів, засобів, способів здійснення акту незаконного втручання) неминуче тягне еволюцію системи безпеки (розробка нових прийомів, способів, методів протистояння порушнику). Виходячи з вищевикладеного, в цьому дослідженні за основу математичної моделі опису характеру взаємодії між складовими системи «захисник - порушник» взята модель, відома як модель конкуренції «хижак - жертва», за параметри моделі - кількісні показники якісних характеристик двох систем.

Описом характеру взаємодії двох конкуруючих видів займалися такі вчені, як *Мальтус, Форрестер, Ферхюльст, Пірл* та інші [32]. Класичною моделлю конкуренції є модель, запропонована *Лоткі А.Д.* та *Вольтерром В.* у 1925 і 1926 роках відповідно.

Модель має безліч модифікацій, досить широку область застосування і використовується для опису багатьох конкуруючих процесів, у тому числі для процесу боротьби зі злочинністю.

Класична модель конкуренції Лоткі-Вольтера в логарифмічному вигляді описується наступним чином:

$$\begin{cases} \frac{\partial N_1}{\partial t} = aN_1 - bN_1N_2 \\ \frac{\partial N_2}{\partial t} = -cN_2 + dN_2N_1 \end{cases} \quad (1.1)$$

де N_1 – чисельність жертв; N_2 – чисельність хижаків; a – коефіцієнт народжуваності жертви; b - коефіцієнт впливу хижака на жертву (коефіцієнт хижацтва), c - коефіцієнт смертності хижака, d - коефіцієнт впливу жертви на хижака.

Система рівнянь заснована на наступних ідеалізованих припущеннях:

- при відсутності хижаків жертви розмножуються за експонентою;
- при відсутності жертв хижаки вимирають за експонентою;
- складові, що пропорційні $N_1 \cdot N_2$, розглядаються як результат зустрічі хижака з жертвою і складаються в зменшенні швидкості приросту чисельності жертви на величину, пропорційну чисельності хижаків.

Отже, проаналізувавши більшість сучасних підходів до визначення рівня безпеки [11-16, 21, 23, 25, 31, 32], можна зробити висновок, що до оцінювання рівня безпеки рекомендовано підходити двома шляхами. З одного боку, необхідно спершу розглядати поняття «надійності», «захищеності», «стійкості» і «живучості» як синоніми «безпеки», а потім - оцінювати їх співвідношення один з одним. З іншого боку, ідентифікацію безпеки можна проводити не тільки за її наявності, але й за її відсутності, так би мовити, оцінювати негативні фактори впливу. Таким чином, «безпеку» також доцільно зіставляти з поняттями неповної або часткової безпеки, які можуть описуватися як «вразливість», «небезпека», «ризик» і «загрози».

1.3.1. Математична модель «ризик»

Проаналізувавши сучасні методи оцінювання транспортної безпеки, можна дійти до висновку, що найбільш поширеним є підхід, який базується на теорії ризику. Дана концепція описана у роботах *О.Г. Фаустової* [23], *А. П. Ниркова* та *А.А. Ниркова* [31], *Р.Р. Латишова* та *А.Н. Каріллової* [33].

Однак тут варто зробити ремарку. На сьогоднішній день поняття «ризик» має дуалістичний характер: за *Н. Вебстером* ризик - небезпека, можливість збитків, а за *С.І. Ожеговим* ризик - можливість небезпеки або дії навмання, у розрахунку на щасливий випадок.

У ході роботи автор погоджується з визначенням *О. Л. Лецинського* та *О.В. Школьного* [22], які описують ризик як ймовірність виникнення втрат і збитків.

Провівши аналіз аварійності, було встановлено, що першопричинами аварій є зазвичай відмови технічних засобів, важкі погодні умови, форс-мажорні обставини, помилки операторів і т. д.

Таким чином, із різноманіття ризикових подій, притаманних мультимодальним перевезенням, зосереджено увагу на трьох групах ризику:

- ризики втрати/руйнування транспортного засобу та вантажу;
- ризики аварій та аварійних подій, що спричинили втрату транспортних засобів та вантажу;
- ризики відмови технічних засобів, котрі забезпечують перевезення і збереження вантажів.

При формуванні оцінок ризику враховують причинно-наслідкові зв'язки аварій, що на основі статистичних даних або експертних оцінок дозволяє розрахувати ймовірність аварійних ризиків на маршруті мультимодальних перевезень.



Рис. 1.6. Загальна схема розвитку сценарію аварійної ситуації на прикладі морського транспорту

Алгоритм формування оцінок ризику можна подати наступним чином [11]:

1. Визначення апріорних ймовірностей виникнення відмов. Дані параметри можна розрахувати, використовуючи статистичні дані або експертні оцінки (mini-max).

За допомогою статистичних даних ймовірність виникнення відмови $P(A_{ji}^l)$ можна подати як відношення кількості транспортних засобів, що потрапили у аварію через відмову на відрізку маршруту l (N_{jil}) до загальної кількості транспортних засобів, які проходять на даному відрізку (N_l) [23]:

$$P_{ij}^{\text{стат}} = \frac{\sum_j \sum_i \sum_l N_{jil}}{\sum_l N_l}. \quad (1.2)$$

Розрахунок апріорних ймовірностей виникнення відмов за допомогою експертних оцінок виконується за формулами:

$$P_{ij}^{AI} = \frac{P_{ij}^{\text{стат}} + 4P_{ij}^{HI} + P_{ij}^{\text{експ}}}{\delta}, \quad (1.3)$$

$$\delta^2 = \frac{(P_{ij}^{\text{стат}} - P_{ij}^{\text{експ}})^2}{2}, \quad (1.4)$$

$$P_{ji}^{HB} = \frac{P_{ij}^{\text{стат}} + P_{ij}^{\text{експ}}}{3}, \quad (1.5)$$

де P_{ij}^{AI} – апріорна ймовірність очікування j -ї відмови з i -м збитком; $P_{ij}^{\text{стат}}$ – статистичне значення ймовірності j -ї відмови з i -м збитком; P_{ij}^{HI} –

найбільш імовірна величина j -ї відмови з i -м збитком; $P_{ij}^{\text{експ}}$ – експертне значення ймовірності j -ї відмови з i -м збитком; δ – дисперсія.

2. Визначення вагових оцінок відмов/умов j -го виду з i -м збитком, що спричинили аварію.

$$\omega(A_{ji}^l) = \frac{\sum_l N_{jil}}{\sum_j \sum_i \sum_l N_{jil}}, \quad (1.6)$$

де $\omega(A_{ji}^l)$ - вагові оцінки відмов/умов j -го виду з i -м збитком на відрізку маршруту l ; A_{ji}^l – група несумісних подій;

3. Розрахунок умовних ймовірностей $P(B_i|A_j^l)$ виникнення подій B_i (сумісні події, одне з яких з певною ймовірністю може відбутися після настання події A_j^l) для усіх j , i и l . Алгоритм подібний до визначення апіорних ймовірностей виникнення відмов.

4. Визначення видів відмов/умов з максимальною ймовірністю та розрахунок максимальної ймовірності подій, що призводять до B_i (аварій). Дану ймовірність можна оцінити, застосовуючи теорему Баєса [12]:

$$P(A_j^l|B_i) = \frac{P(A_j^l) P(B_i|A_j^l)}{\sum_{j=1}^J \sum_{l=1}^L P(A_j^l) P(B_i|A_j^l)}. \quad (1.7)$$

де $P(A_j^l)$ – ймовірнісні (апіорні) гіпотези A_j^l ; $P(B_i|A_j^l)$ – умовні ймовірності події B_i при $P(A_j^l)$.

Інтенсивність виникнення аварій за причиною відмови, важких погодних умов, форс-мажорних обставин за період T можна розрахувати, використовуючи статистичні дані для кожного потенційно небезпечного району l за формулою:

$$\gamma_{(B_i|A_j^l)} = \frac{\sum_j \sum_i \sum_l N_{jil}}{T_i \times S_{IT}} \quad (1.8)$$

Тоді ймовірність виникнення надзвичайних ситуацій і аварій (величина аварійного ризику) може бути розрахована за формулами:

$$R(B_i|A_j^l) = 1 - e^{\left(-\gamma_{(B_i|A_j^l)} T_i\right)}, \quad (1.9)$$

$$R(B_i) = \sum_{j=1}^J P(A_j^l) R(B_i|A_j^l). \quad (1.10)$$

Формування сукупних (інтегральних) оцінок ймовірності виникнення надзвичайної ситуації та події B_i . Інтегральна оцінка $P(B_i|A_j^l)$ розраховується за формулою складання ймовірностей.

5. Визначення середньозваженої ціни ризику за допомогою вагових оцінок (ω_i^l) відмов j -го виду з i -м збитком у l та ціни ризику. Ціна ризику аварій R_i^l розраховується як добуток ймовірності аварії $P(B_i|A_j^l)$ на величину можливого збитку $\int W_i^l dl$.

$$R_i^l = P(B_i|A_j^l) \int W_i^l dl, \quad (1.11)$$

$$R_{cp} = \sum_i \sum_l \omega_i^l R_i^l. \quad (1.12)$$

Також, варта уваги модель оцінювання ризику транспортної безпеки з точки зору оцінювання ризику у авіаційній безпеці. Дана концепція описана у роботах *Смурова М.Ю., Куклева Є.О., Євдокимова В.Г. та Гініча Г.М.* [21].

Ризикова подія (R) як математична категорія - це дискретна подія з подвійними властивостями, такими як випадковість і збитки. Тоді оцінка ризику (R) як кількість небезпеки в системі з прогнозованою ризиковою подією (\tilde{R}) спочатку задається безліччю відповідних показників, а потім складається в інтегральному вигляді, наприклад в балах або в індикаторах за допомогою матриць аналізу ризиків [35].

Таблиця 1.1

Матриця ризиків виникнення АНВ у авіакомпанії «Boeng»

Ступінь небезпеки прояву тероризму	Категорії небезпеки об'єктів транспорту (збиток)		
	Висока	Середня	Низька
Висока	1	2	3
Середня	4	5	6
Низька	7	8	9

Таблиця. 1.2

Матриця ризиків виникнення АНВ у авіакомпанії «Аерофлот»

Можливість здійснення АНВ	Загроза	Степінь захищеності U (рівень забезпечення авіаційної безпеки)				
		Клас А	Клас В	Клас С	Клас Д	Клас Е
	Категорія 1	1А	1В	1С	1Д	1Е
Категорія 2	2А	2В	2С	2Д	2Е	
Категорія 3	3А	3В	3С	3Д	3Е	
Категорія 4	4А	4В	4С	4Д	4Е	
Категорія 5	5А	5В	5С	5Д	5Е	

Математична характеристика, яка відображає фізичну сутність ризику впливає з поняття розбиття простору Ω -результатів на події ω_0, ω_1 :

$$\Omega = \omega_0 \cup \omega_1 \cup \emptyset, \quad (1.13)$$

$$\omega_0 = A, \quad (1.14)$$

$$\omega_1 = \bar{A} \equiv R, \quad (1.15)$$

де ω_0 - клас (множина) подій, які є безпечними; \bar{A} - подія, що зворотна до ω_0 , тобто небезпечна, наприклад ризикове R таке, що $R \equiv R_{\Sigma_j} = \cup R_j$ - клас подій в групі R_{Σ_j} , складеної з подій R_j .

Формули (1.13) – (1.14) обґрунтовують практичне застосування матриць ризиків по ІКАО [35], тобто матриця дає значення випадковості (та збитків) тільки для однієї події - результату $\bar{A} \equiv R = R_{\Sigma_j}$ без детальної побудови генеральної сукупності подій. З огляду на рідкість подій класу ω_1 в (1.13) – (1.14) доводиться оцінювати міру випадковості цієї події експертно, наприклад, «вгадувати» її значення без генеральної сукупності подій. При цьому матриця буде лише одна, а результатів оцінки значущості ризиків може бути декілька.

З урахуванням цього в якості прикладу пропонується розглянути матриці ризиків авіакомпаній «Boeing» і «Аерофлот» (див. табл. 1.1 та табл. 1.2). Запропоновано знаходити індикатор ризику без ймовірності у вигляді:

$$\hat{R} = f(K, U); K = 1, \dots, 5; U = A, \dots, E.$$

(1.16)

Однак, інтегральний ризик R не збігається з найпростішим поняттям середнього ризику, так як ймовірність ризикової події - «майже нуль».

Наслідок 1. Величина ризику як фізичної категорії, або його оцінка R , формально, згідно з концепцією ризику, оцінюється через дво- або тривимірну сукупність показників у вигляді:

$$R = \{\mu_1, H_R | \Sigma o\} \quad (1.17)$$

або

$$R = \{\mu_1, \mu_2, \tilde{H}_R | \Sigma o\} \quad (1.18)$$

де μ_1 - прогнозована міра ризику першого роду в формі показника випадковості або невизначеності виникнення ризикової події, яку можна виміряти експертно (рідко, часто і т. п.) без ймовірнісної категорії; \tilde{H}_R - міра наслідків або збитку; μ_2 - міра ризику 2-го роду в системі за рахунок системних помилок; Σo - умови досвіду або ситуації при експлуатації системи (клас небезпеки або модель системи), в тому числі сценарії розвитку подій при аварії або катастрофі.

Умову і знак Σo у формулах (1.17) - (1.18) необхідно здавати обов'язково, особливо при аналізі АНВ з можливим проявом ознак тероризму, оскільки в них закладені прийняті гіпотези щодо моделей загроз і вражаючих факторів.

Наслідок 2. У небезпечних ситуаціях з ймовірністю результатів «майже нуль» рекомендовано оцінювати ризик по відносним і умовним показникам тільки за величиною можливого збитку (збитків), як, наприклад, при страхуванні або при оцінці наслідків від землетрусів.

Згідно з міжнародними стандартами, безпека системи при наявності загрози визначається через ризик - як стан системи з прийнятним (допустимим) значенням оцінки ризику (\tilde{R}_*) при можливій ризиковій події R , тобто за умовою $\tilde{R} \leq \tilde{R}_*$. На основі інтегрального (узагальненого) показника \hat{R} з критичним значенням \hat{R}_* по формулам (1.17) та (1.18), умова безпеки буде:

$$\tilde{R} \rightarrow \tilde{R}_* \Rightarrow \hat{R}_* = \{\tilde{R}_{*j}\}, \quad (1.19)$$

$$\hat{R}_* = f_R(\tilde{R}_* | \Sigma o) \equiv f_R(\mu_{1*}, \mu_{2*}, \tilde{H}_* | \Sigma o) \quad (1.20)$$

де f_R - функціонал від множини елементів (1.17), наприклад в балах або в індикаторах.

Інтегральне значення \hat{R} (рівень) оцінки ризику в (1.20) може бути знайдено також шляхом призначення переваг $\tilde{R} \rightarrow \hat{R}(\tilde{R})$ для об'єктів типу терміналів, злітних смуг, сховищ пального, технічних служб, тощо.

1.3.2. Математична модель «вразливості»

Запропонована концепція моделі «вразливості» заснована на кваліметричних моделях оцінки і використовує аналогію поняття «якість» і «вразливість»: і те, і інше - ступінь відповідності між вимогами і реальними характеристиками [18]. У даний час дослідженнями моделей такого роду займаються *Овченков М.І. та Єлісов Л.М.* [16].

Поняття «вразливість» об'єкта (f) розуміється як стан об'єкта цивільної авіації (ЦА) і системи забезпечення його авіаційної безпеки (АБ), яка допускає можливість здійснення актів незаконного втручання (АНВ) в його діяльність і реалізації загрози об'єкту ЦА. Модель «вразливості» включає модель об'єкта захисту, що формується як сукупність моделей, об'єднаних в модель загроз і сукупність моделей, об'єднаних в модель захисту. Тоді параметри моделі вразливості оцінюються кількісно і використовуються у моделі інтеграції технічних засобів захисту аеропорту для адаптивного



Ієрархічна структура показників якості захисту критичних елементів набуває вигляду:

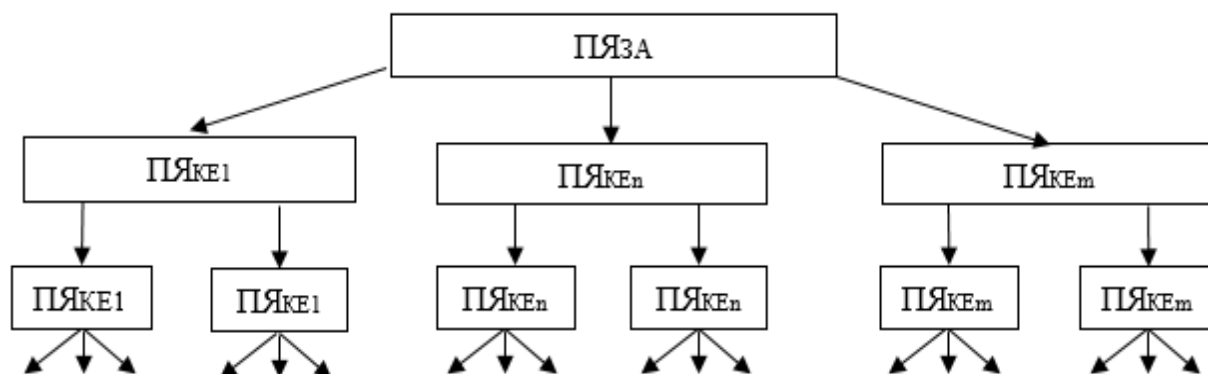


Рис. 1.8. Ієрархічна структура показників якості захисту критичних елементів

При переході до кількісних оцінок вразливості можна говорити про ідентичність понять «якість» і «вразливість» тільки в тому випадку коли поняття «ризик» знайде своє місце в структурі поняття «якість» [18].

Сьогодні відомо безліч підходів до оцінки ризику, наприклад:

$$R = P_i \sum_{i=1}^n Q_i S_i, \quad (1.22)$$

де R – кількісна оцінка ризику; P_i – ймовірність настання небезпечної події; S_i - показник серйозності i -тих наслідків; Q_i – ймовірність i -го наслідку у результаті розвитку небезпечної події.

Також існує підхід до аналізу ризику з позиції уразливості системи. Математична вразливість V визначається, як умовна ймовірність виходу кінцевого стану системи з заданою області ε_0 простору станів Ω_m в разі, якщо відбудеться подія H :

$$V = P[(||KC_n - KC_0||) > \varepsilon_0 | H] \quad (1.23)$$

В даному випадку про метод оцінки ризиків принципового значення не має і повинен зважатися з урахуванням виробничих умов конкретного

аеропорту. Важливішим тут стає вирішення проблеми використання ризику як одного з критеріїв оцінки вразливості, тобто вирішення задачі вбудовування кількісних ризиків в структуру кваліметричних оцінок вразливості. Пропонується вирішувати це завдання через вагові коефіцієнти в схемі згортки показників:

$$\mu_j = \frac{\prod_{i=j}^p \beta_i}{\sum_{j=1}^p \prod_{i=j}^p \beta_i} \quad (1.24)$$

Де $V = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p)$ - вектор оцінок ризиків; $M = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_p)$ - вектор вагових коефіцієнтів. При цьому дотримується умова нормування.

1.3.3. Математична модель інтегральної безпеки

У транспортній системі фігурують і використовуються декілька галузей безпеки, що розрізняються з точки зору понятійного апарату, функціональної приналежності, предметної області застосовності, методів, засобів і процедур дослідження, серед них: безпека автомобільного транспорту, авіаційна безпека, безпека залізничного транспорту, безпека морського транспорту.

Кожна з даних галузей має пряме відношення до безпеки особистості, але парадокс полягає в тому, що досягнення прийняттого рівня, наприклад, безпеки автомобільного транспорту, абсолютно не гарантує належний рівень безпеки особистості, якщо, наприклад, не вдається досягти необхідного рівня авіаційної безпеки.

Дане твердження є справедливим по відношенню до будь-якого типу безпеки. У такому випадку стає актуальним поняття «єдина і неподільна безпека» [15].

На підставі вищевикладеного, автора *Н.І. Овченков і Л.Н. Єлісов* пропонують ввести нове поняття «інтегральна безпека транспорту» [15].

Інтегральна безпека транспорту - це такий стан транспортної системи, яка гарантує прийнятний рівень безпеки особистості в умовах реалізації вичерпного переліку транспортних послуг та робіт [15].

Якщо погодитися із запропонованою трактуванням поняття інтегральна безпека, то з метою подальшого його вдосконалення і розвитку нового наукового напрямку необхідно вирішити декілька запитань.

1. Оскільки поняття «інтегральна безпека» у своєму змістовному сенсі базується на: сукупностях об'єктів транспортної інфраструктури, сукупностях загроз і суб'єктів їх реалізації, сукупностях засобів, методів і форм забезпечення безпеки, то виникає проблема ідентифікації через деякий простір станів середовища. Автори пропонують безпеку особистості ототожнити з деяким полем безпеки. У такому випадку є вводяться гіпотетичні поля загроз і захисту, результатом взаємодії яких є інтегральна безпека.

2. Методологія вивчення безпеки в кінцевому підсумку зводиться до оцінки рівня безпеки та вирішення питання його прийнятності. При переході до інтегральної безпеки для вирішення питання щодо її прийнятності необхідно розробити методологію оціночних процедур, для чого необхідно вирішити проблеми формалізації і моделювання (див. рис. 1.9).

3. Автори, *Н.І. Овченков і Л.Н. Єлісов*, вважають, що з методів, які пропонує теорія поля, найбільш адекватним для формалізації є метод, заснований на теорії крайових задач, які описуються системою диференціальних рівнянь в часткових похідних.



Рис. 1.9. Запропонована Н.І. Овченковим і Л.Н. Єлісовим схема взаємодії сфер транспортної безпеки

Крайова задача для диференціальних рівнянь в часткових похідних - це завдання отримання рішення в заданій області при заданих додаткових обмеженнях в точках границь (крайових або граничних умовах).

Умова крайової задачі для лінійного рівняння n -го порядку має вигляд:

$$L(y) = f(x); U_\mu(y) = \gamma_\mu; \mu = 1, 2, \dots, m, \quad (1.25)$$

$$L(y) = \sum_{v=0}^n f(x)y^v, \quad (1.26)$$

$$U_\mu(y) = \sum_{k=0}^{n-1} [\alpha_\mu^k y^k(a) + \beta_\mu^k y^k(b)], \quad (1.27)$$

де $L(y)$ – диференціальний оператор з областю застосування Q_∞ ; $U_\mu(y)$ – крайові умови, що задані лінійними формами; $f(x)$ – довільна функція класу C^2 , яка є неперервною на відрізку $a \leq x \leq b$; γ_μ – задані числа матриці; α_μ та β_μ – задані коефіцієнти матриці значень; m – ранг матриці.

1. Змішана (крайова) задача для рівняння гіперболічного типу - це задача знаходження функції $u(x, t) \in C^2(Q_T) \cap C^1(\bar{Q}_T)$, що задовольняє:

1) Рівнянню:

$$\rho \frac{du}{dt} = \text{div}(p \text{grad}(u)) - qu + F(x, t), (x, t) \in Q_T, \quad (1.28)$$

де $u(x, t)$ – рівняння відхилення від положення рівноваги у момент часу t ; ρ та q – відомі коефіцієнти функцій невідомих змінних; $F(x, t)$ – вільний член рівняння, який відображає інтенсивність зовнішнього збурення; div – оператор дивергентності; grad – оператор градієнту; Q_T – область

задання рівняння з основами \bar{G}_0, \bar{G}_T та бічними поверхнями $\bar{S}_{[0,T]}$ (див. рис 1.11).

$$\operatorname{div}(p \operatorname{grad}(u)) = \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(p \frac{\partial u}{\partial x_i} \right), \quad (1.29)$$

Такими чином:

$$\rho \frac{du}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(p \frac{\partial u}{\partial x_i} \right) - qu + F(x, t), (x, t) \in Q_T \quad (1.30)$$

2) Початковій умові:

$$u_{t=0} = u_0(x), \frac{\partial u}{\partial t_{t=0}} = u_1(x), x \in \bar{G} \quad (1.31)$$

3) Граничній умові:

$$\alpha u + \beta \frac{\partial u}{\partial n} |S = 0 \quad (1.32)$$

2. Змішана (крайова) задача для рівняння параболічного типу полягає в знаходженні функції $u(x, t) \in C^2(Q_\infty) \cap C^1(\bar{Q}_\infty), \operatorname{grad}_x u \in C(\bar{Q}_T)$, що задовольняє:

1) Рівнянню:

$$\rho \frac{du}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(p \frac{\partial u}{\partial x_i} \right) - qu + F(x, t), (x, t) \in Q_T \quad (1.33)$$

2) Початковій умові:

$$u_{t=0} = u_0(x), x \in \bar{G} \quad (1.34)$$

3) Граничній умові:

$$\alpha u_0 + \beta \frac{du}{dn} = v(x, t), (x, t) \in S \cdot [0, T] \quad (1.35)$$

3. Для рівнянь еліптичного типу відомі наступні крайові задачі [24]:

1) Тривимірне рівняння Лапласа $\Delta_u = 0$. Область $G \in R^3$ така, що $G_1 \in R^3/G$.

2) Внутрішня задача Діріхле: знайти в області G гармонійну функцію $u \in C(\bar{G})$, що приймає на кордоні S задані (безперервні) значення u_0^- ;

3) Зовнішня задача Діріхле: знайти в області G_1 гармонійну функцію $u \in C(\bar{G}_1)$, що приймає на S задані (безперервні) значення u_0^+ та перетворюється в нуль на нескінченності;

4) Внутрішня задача Неймана: знайти в області G гармонійну функцію $u \in C(\bar{G})$, що має на S задану правильну нормальну похідну u_1^- ;

2) Зовнішня задача Неймана: знайти гармонійну в області G_1 функцію $u \in C(\bar{G}_1)$, що має на S задану правильну нормальну похідну u_1^+ та перетворюється в нуль на нескінченності.

3) Аналогічні крайові задачі ставляться для рівняння Пуассона [15]: $\Delta_u = -f$.

Таким чином, математичний апарат теорії крайових задач містить вичерпний перелік математичних моделей для формального представлення різних фізичних процесів, в тому числі в теорії поля.

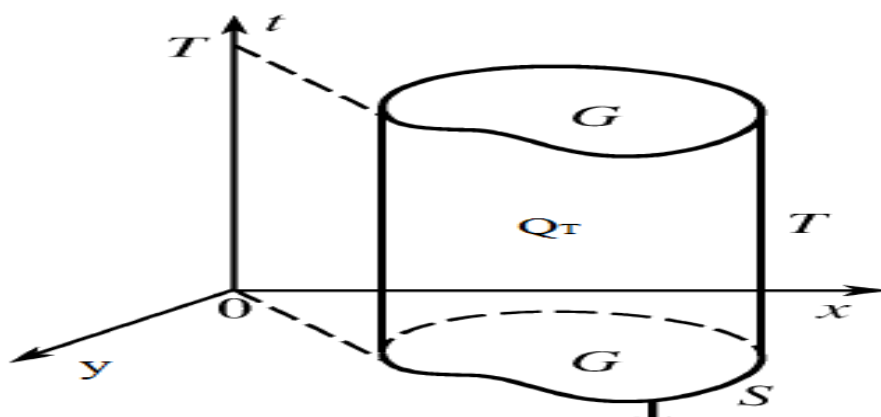


Рис 1.10 Область заданої умови крайової задачі

У більшості випадків аналітичні методи рішення крайових задач мають обмежене застосування. У такому випадку використовуються чисельні методи. Найбільш ефективним методом розв'язання крайових задач на сучасному етапі слід вважати мережеве та нейро-мережеве моделювання [24].

1.3.4. Математична модель «надійності»

Вивчаючи теоретичні засади транспортної безпеки, можна зробити висновок про наявність певної відповідності між тлумаченнями транспортної безпеки та надійності транспортної безпеки. З одного боку, публікацій про вивчення вказаних співвідношень не було знайдено, а з іншого боку дослідження на вказану тематику є досить цікавими та актуальними.

Теорія надійності, на сьогодні, є поширеною у застосуванні для технічних і техніко-інформаційних систем. Метою її появи і було вивчення даних систем. Проте вивчення теоретичних засад застосування її для інформаційно-соціальних систем обіцяє достатньо цікаві результати. Зрозуміло, що елементи технічних систем і елементи соціально-інформаційних систем мають різну природу, різні властивості, різні якісні взаємозв'язки, але стверджувати про відсутність можливої аналогії для певних характеристик надійності без вивчення і дослідження, на сьогодні, є безпідставним.

Класична теорія надійності в сучасному прояві є достатньо складною, зокрема, за причини плідного використання в ній математики, комп'ютерних технологій розв'язання математичних задач. Процеси, що відбуваються в інформаційних системах, зокрема, пов'язані з відмовами різних підсистем і тому є складними випадковими процесами. Їх моделювання вимагає складання і розв'язання алгебраїчних і диференціальних рівнянь високого порядку, при цьому, в результаті їх розв'язання отримуються показники надійності, що мають ймовірнісний зміст, який достатньо складно трактується.

Інформаційні системи оцінюються багатьма показниками. В загальному випадку визначення кожного з них здійснюється за унікальною методикою. Обчислення ймовірності безвідмовної роботи і функцій готовності, пов'язаних з розв'язанням диференціальних рівнянь. Обчислення середнього часу безвідмовної роботи вимагає знання інтегральних обчислень, а визначення параметра потоку відмов – знання методів розв'язання інтегральних рівнянь. Тому в теорії надійності є велика кількість методів аналізу та синтезу, зокрема, інформаційних систем, за різними критеріями надійності.

В класичних основах теорії надійності вирізняють: нерезервовані невідновлювані системи, резервовані невідновлювані системи, нерезервовані відновлювані системи та резервовані відновлювані системи, а також системи дуже складної структури.

Показники надійності для вказаних класів систем мають індивідуальний характер та індивідуальні та способи обчислень.

Гіпотетично, систему безпеки транспортної інфраструктури на перевалочних пунктах можна розглядати як нерезервовану відновлювану систему. Для нерезервованої відновлювальної системи, основними критеріями надійності є:

- Функція готовності ($K_r(t)$) – імовірність того, що система готова до роботи у будь-який момент часу (t);

- Коефіцієнт готовності (K_r) – фінальна імовірність того, що система «працездатна» у будь-який момент часу (t);
- Напрацювання на відмову (T) – середній час між відмовами;
- Середній час на відновлення системи (T_B);
- Параметр потоку відмов ($\omega(t)$).

Між цими показниками існують наступні залежності:

$$K_r = \frac{T}{T+T_B}, \quad (1.36)$$

$$K_r = \lim_{t \rightarrow \infty} K_r(t). \quad (1.37)$$

Показники надійності відновлюваних і невідновлюваних систем пов'язані між собою наступним інтегральним рівнянням:

$$\omega(t) = f(t) + \int_0^t \omega(\tau) \cdot f(t - \tau) d\tau, \quad (1.38)$$

де $f(t)$ – щільність розподілу часу до відмови невідновлювальної системи.

Рішення цього інтегрального рівняння не дозволяє отримати в явному вигляді залежність функції готовності від таких показників надійності системи, як: ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, напрацювання на відмову, середній час відновлення та ін. Простих розрахункових співвідношень у вигляді формул для визначення функції готовності не існує навіть для найпростіших випадків.

Надійність відновлюваної системи, яка складається з одного елемента розраховується за наступних міркувань.

Нехай $f(t)$ – щільність розподілу часу до відмови; $P(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи; T – математичне очікування часу до відмови;

$g(t)$ – щільність розподілу часу відновлюваної системи; T_B – математичне очікування часу відновлення. Основна складність розрахунку показників надійності полягає в обчисленні функції готовності $K_r(t)$.

Функція готовності задовольняє інтегральне рівняння:

$$K_r(t) = f \cdot g \cdot K_r(t) + P(t). \quad (1.39)$$

Рішенням рівняння (1.39) є функція:

$$K_r(t) = P(t) + \sum_{k=1}^{\infty} f^{(k)} \cdot g^{(k)} \cdot P(t), \quad (1.40)$$

Функція $K_r(t)$ представлена в аналітичному вигляді, але в загальному випадку непридатна для інженерних розрахунків.

Постійні інтенсивності відмови та відновлення розраховуються наступним чином.

Нехай λ – інтенсивність відмови, а μ – інтенсивність відновлення системи. Тоді

$$K_r(t) = \frac{\mu}{\lambda + \mu} + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} e^{-(\lambda + \mu)t}, \quad (1.41)$$

Це впливає з рішення системи диференціальних рівнянь і формули (1.40).

Схема розрахунку надійності є послідовне, в сенсі надійності, з'єднання елементів. Наведемо розрахункові співвідношення для показників надійності системи, що складається з n -елементів. Стаціонарні показники надійності відновлювальної системи виражаються через середній час безвідмовної роботи і середній час відновлення елементів. При цьому напрацювання на

відмову T , середній час відновлення T_B і коефіцієнт готовності K_r системи визначаються за формулами:

$$T = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_1}}, \quad (1.42)$$

$$T = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{T_{Bi}}{T_1}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{T_1}}, \quad (1.43)$$

$$K_r = \frac{1}{1 + \sum_{i=1}^n \frac{T_{Bi}}{T_1}} \quad (1.44)$$

Таким чином, гіпотетично можна вважати функцію готовності ($K_r(t)$) та коефіцієнт готовності (K_r) певними оцінками транспортної безпеки.

1.4. Система критеріїв прийняття рішень в умовах невизначеності

Перш за все необхідно відзначити принципову відмінність між стохастичними чинниками, що призводять до прийняття рішення в умовах ризику, і невизначеними факторами, що приводять до прийняття рішення в умовах невизначеності. Обидва призводять до розкиду можливих результатів управління. Проте стохастичні чинники повністю описуються відомою стохастичною інформацією, що дозволяє обрати краще рішення.

Невизначеність може бути викликана або протидією розумного супротивника, або недостатньою обізнаністю про умови, в яких здійснюється вибір рішення.

Нехай особа, яка приймає рішення, може обрати один з m можливих варіантів своїх рішень: x_1, x_2, \dots, x_m та нехай, відповідно до умов, в яких будуть реалізовані можливі варіанти, можна зробити n припущень: y_1, y_2, \dots, y_n . Оцінки кожного варіанта рішення в кожних умовах (x_i, y_j) відомі і задані у вигляді матриці виграшів особи, що приймає рішення: $A = |a_{ij}|$.

Припустимо, що апіорна інформація про можливості виникнення тієї чи іншої ситуації y_j відсутня.

Теорія статистичних рішень пропонує декілька критеріїв оптимальності вибору рішень. Вибір того чи іншого критерію здійснюється людиною, яка приймає рішення: суб'єктивно, виходячи з його досвіду, інтуїції і т. д.

1) Класичні критерії прийняття рішень:

Критерій середнього виграшу

Цей критерій передбачає завдання ймовірностей стану умови P_i . Ефективність системи оцінюється як середнє очікуване значення оцінок ефективності за всіма станами умови [34]:

$$K(a_i) = \sum_{j=1}^l P_j k_{ij}, \quad i = \overline{1, m}, \quad (1.45)$$

оптимальній системі буде відповідати ефективність [34]:

$$K^{\text{опт}} = \max \sum_{j=1}^l P_j k_{ij}, \quad i = \overline{1, m} \quad (1.46)$$

Критерій мінімаксу

$$K(a_i) = \max_j \Delta k_{ij}, \quad (1.47)$$

$$K^{\text{опт}} = \min_i (\max_j \Delta k_{ij}) \quad (1.48)$$

Критерій максимаксу

Цим критерієм пропонується оцінювати систему за максимальним значенням ефективності і обирати ефективність з найбільшим з максимумів в якості оптимального рішення [34]:

$$K(a_i) = \max_j k_{ij}, \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, l}. \quad (1.49)$$

$$K^{\text{опт}} = \max_i (\max_j k_{ij}), \quad i = \overline{1, m}, \quad j = \overline{1, l}. \quad (1.50)$$

Це – найоптимістичніше рішення. При цьому ризик – *max*.

Критерій Лапласа

Оскільки ймовірності виникнення тієї чи іншої події y_i невідомі, будемо їх вважати рівноймовірними. Тоді для кожного рядка матриці виграшів підраховується середнє арифметичне значення оцінок. Оптимальному рішенню буде відповідати таке рішення, якому відповідає максимальне значення цього середнього арифметичного [34]:

$$\bar{F} = F(\bar{X}, Y) = \max_{1 \leq i \leq m} (1/n) \sum_{j=1}^n a_{ij} \quad (1.51)$$

Критерій Вальда

У кожному рядку матриці обираємо мінімальну оцінку. Оптимальному рішенню відповідає таке рішення, якому відповідає максимум цього мінімуму [34]:

$$\bar{F} = F(\bar{X}, Y) = \max_{1 \leq i \leq m} \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij} \quad (1.52)$$

Даний критерій орієнтований на найгірші умови, серед яких і обирається найкращий результат.

Критерій Севіджа

У кожному стовпці матриці знаходиться максимальна оцінка і складається нова матриця, елементи якої визначаються співвідношенням [34]:

$$r_{ij} = \max_{1 \leq i \leq m} a_j - a_{ij} \quad (1.53)$$

Величину r_{ij} називають ризиком, під яким розуміють різницю між максимальним виграшом (якби було достовірно відомо про настання події y_i) та виграшом при виборі рішення x_i в умовах y_j . Ця нова матриця називається матрицею ризиків. Далі з матриці вибирають таке рішення, при якому величина ризику приймає найменше значення у найнесприятливішій ситуації:

$$\bar{F} = F(\bar{X}, Y) = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} r_{ij} = \min_{1 \leq i \leq m} \max_{1 \leq j \leq n} (\max_{1 \leq i \leq m} a_j - a_{ij}) \quad (1.54)$$

Сутність даного критерію полягає у мінімізації ризику.

2) Похідні критерії прийняття рішень:

Критерій Гурвіца

Вводиться деякий коефіцієнт α , що називають «коефіцієнтом оптимізму», $0 \leq \alpha \leq 1$. У кожному рядку матриці виграшів знаходиться найбільша $\max_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$ і найменша $\min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}$ оцінки. Вони множаться відповідно на α та $a_{ij}(1 - \alpha)$, а потім обчислюється їх сума. Оптимальному рішенню буде відповідати максимум цієї суми [34]:

$$\bar{F} = F(\bar{X}, Y) = \max_{1 \leq i \leq m} [\alpha \max_{1 \leq j \leq n} a_{ij} + (1 - \alpha) \min_{1 \leq j \leq n} a_{ij}] \quad (1.55)$$

При $\alpha = 0$ критерій Гурвіца трансформується в критерій Вальда. Це - випадок крайнього «песимізму». При $\alpha = 1$ (випадок крайнього «оптимізму») людина, що приймає рішення, розраховує на те, що йому буде супроводжувати найсприятливіша ситуація. «Коефіцієнт оптимізму» α визначається суб'єктивно: виходячи з досвіду, інтуїції і т. д. Чим небезпечніша ситуація, тим більш обережним повинен бути підхід до вибору рішення і тим менше значення присвоюється коефіцієнту α .

BL (MM)-критерій

Прагнення отримати критерії, які б краще пристосовувалися до наявної ситуації, призвели до побудови так званих «складових» критеріїв. Даний критерій отримано шляхом об'єднання критеріїв Байєса-Лапласа і мінімаксу.

Правило вибору для цього критерію можна сформулювати наступним чином.

Матриця рішень $\|e_{ij}\|$ доповнюється ще трьома стовпцями. У першому записуються математичні очікування кожного з рядків, у другому - різниця між опорним значенням [34]:

$$e_{i_0j_0} = \max_i \max_j e_{ij} \quad (1.56)$$

і найменшим значенням $\min_j e_{ij}$ відповідного рядка.

У третьому стовпці містяться різниці між найбільшим значенням $\max_j e_{ij}$ кожного рядка і найбільшим значенням $\max_i e_{i_0j}$ того рядка, в якому знаходиться значення $e_{i_0j_0}$. Обираються ті варіанти, рядки яких дають найбільше математичне очікування. А саме, відповідне значення $e_{i_0j_0} - \max_j e_{ij}$ з другого стовбця має бути рівним деякому заздалегідь заданому рівню ризику $\varepsilon_{\text{доп}}$. Значення ж третього стовбця має бути більшим за значення другого стовбця.

Застосування цього критерію зумовлено наступними ознаками:

- ймовірності появи станів F_j невідомі, проте є деяка апіорна інформація на користь якого-небудь певного розподілу;
- необхідно зважати на появу різних станів як окремо, так і в комплексі;
- допускається обмежений ризик;
- прийняте рішення реалізується один раз або багаторазово.

BL (ММ) критерій добре пристосований для побудови практичних рішень і може вважатися досить надійним. Однак задані межі ризику $\varepsilon_{\text{доп}}$ і, відповідно, оцінок ризику ε_i не враховують ні число застосування рішення, ні іншу подібну інформацію.

Умова:

$$\max_j e_{ij} - \max_j e_{i_0j} \geq \varepsilon_i \quad (1.57)$$

невід’ємна в тих випадках, коли рішення реалізується невелику кількість разів. У цих умовах недостатньо орієнтуватися на ризик, пов’язаний тільки з невігідними зовнішніми станами і середніми значеннями, бо можна понести деякі втрати у «вдалих» зовнішніх станах.

При великому числі реалізацій ця умова перестає бути істотною. Однак, при цьому не відомо чітких кількісних вказівок, в яких випадках цю умову слід було б опускати.

Критерій Ходжа-Лемана

Даний критерій спирається одночасно і на *ММ-критерій*, і на *критерій Баєса-Лапласа*. За допомогою параметру v задається ступінь довіри до розподілу ймовірностей. Якщо довіра висока, то домінує критерій Баєс-Лапласа, в іншому випадку - *ММ-критерій*, тобто, ми шукаємо [34]:

$$\max_i e_{ir} = \max_i \{v \sum_{j=1}^n e_{ij} q_i + (1 - v) \min_j e_{ir}\}, \quad 0 < v < 1 \quad (1.58)$$

Правило вибору, відповідне критерію Ходжа-Лемана можна подати таким чином:

Матриця рішень $\|e_{ij}\|$ доповнюється стовпцем, складеним із середніх зважених математичних очікувань і найменшого результату кожного рядка (1.57). Відбираються ті варіанти рішень, в рядках яких знаходиться найбільше значення цього стовпця.

При $v = 1$ критерій Ходжа-Лемана переходить в критерій Байеса-Лапласа, а при $v = 0$ стає мінімаксим. Вибір v є суб'єктивний.

Для досягнення мети дослідження транспортної безпеки, а саме, розробки моделей оцінювання її рівня, «транспортну безпеку» як стан захищеності об'єктів транспортної інфраструктури, що дозволяє забезпечувати національну безпеку і національні інтерес в галузі транспортної діяльності, стійкість транспортної діяльності, здатність запобігати нанесенню шкоди здоров'ю і життю людей, збитку майну та навколишньому середовищу, мінімізувати економічний збиток при транспортній діяльності. Забезпечення транспортної безпеки можна розуміти як реалізацію у сфері транспортного комплексу системи правових, економічних, організаційних та інших заходів, здатної запобігати нанесенню шкоди здоров'ю та життю людей, збитку майну та навколишньому середовищу, мінімізувати економічний збиток при транспортній діяльності.

Дослідивши більшість сучасних підходів до визначення рівня транспортної безпеки, можна зробити висновок, що до оцінювання її рівня рекомендовано підходити двома шляхами. З одного боку, необхідно спершу розглядати безпеку з позитивної сторони - оцінювати співвідношення «надійності», «захищеності», «стійкості» і «живучості» один з одним. З іншого боку, ідентифікацію безпеки можна проводити не тільки за її наявності, але й за її відсутності, так би мовити, оцінювати негативні фактори впливу. Таким чином, «безпеку» також доцільно зіставляти з поняттями

неповної або часткової безпеки, які можуть описуватися як «вразливість», «небезпека», «ризик» і «загрози».

Отже, існує деяке уявне поле захисту об'єкта транспортної інфраструктури, що забезпечує протидію сукупності діючих або передбачуваних загроз.

2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

КАФЕДРА ОАРП				НАУ. 20. 8. 36. 200 ПЗ				
Виконав	Чередніченко К.В.			2. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Янчук М.Б.					Д	55	85
Консульт.	Янчук М.Б.				ФТМЛ 275 МТ-203М			
Н. контр.	Герасименко І.М.							
Зав. каф.	Разумова К.М.							

2.1. Дослідження діяльності міжнародного аеропорту «Схіпгол»

Амстердамський аеропорт «Схіпгол» (IATA: AMS, ICAO: EHAM) - головний аеропорт Нідерландів, розташований у 17,5 км на північний захід і в 20 хвилинах їзди від Амстердама, у муніципалітеті Гарлемермер.

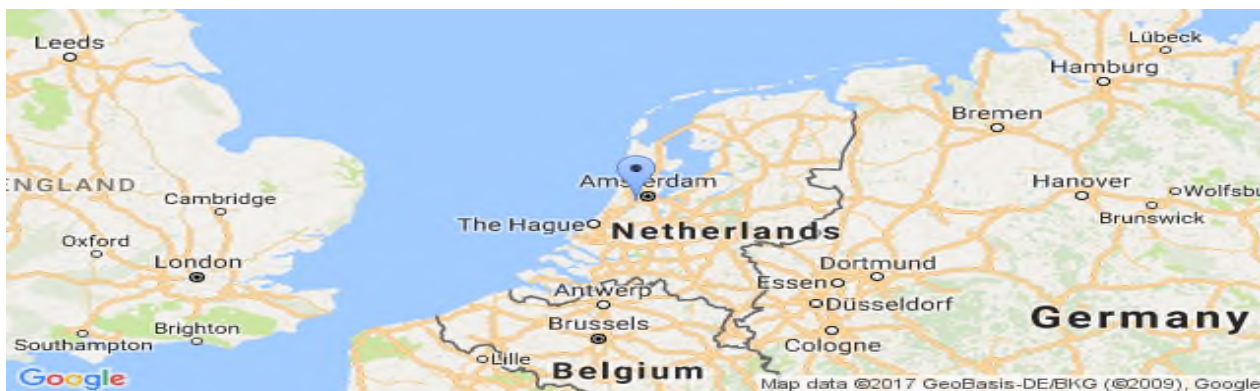


Рис. 2.1. Розташування аеропорту «Схіпгол»

«Схіпгол» - одні з найважливіших повітряні воріт Європи. В аеропорту функціонує п'ять головних злітно-посадкових смуг, ще одна ЗПС обслуговує рейси малої авіації (див. табл. 2.1 та рис. 2.2). Існують плани будівництва сьомої злітно-посадкової смуги.

«Схіпгол» дотримується концепції єдиного терміналу, де вся інфраструктура знаходиться під одним дахом, в зв'язку з цим він займає 16-у сходинку в списку найбільших будівель і споруд світу (за площею приміщень). Територія терміналу розбита на три зали: 1, 2 і 3 (див. рис. 2.3). Усі зали пов'язані переходами, з кожного залу йдуть пірси (див. рис. 2.4), в яких розташовані посадочні виходи. Таким чином, система служби безпеки і митниць дозволяє пасажиром переміщуватися між різними пірсами, навіть якщо вони виходять у різні зали. Винятком є пірс бюджетних авіакомпаній: якщо пасажир пройшов там службу безпеки, він не може перейти до інших залів та пірсів. Коли пасажир переходять в зону Шенгену з нешенгенської зони, вони проходять додатковий контроль.

Злітно-посадкові смуги аеропорту «Схіпгол»

Напрямок	Довжина		Тип поверхні
	фт	м	
18R/36L	12,467	3,8	Асфальт
06/24	11,483	3,5	Асфальт
000000	11,329	3,453	Асфальт
18L/36R	11,155	3,4	Асфальт
18C/36C	10,826	3,3	Асфальт
04/22	6,608	2,014	Асфальт



Рис. 2.2. Розташування злітно-посадкових смуг аеропорту «Схіпгол»

Пірс «В» і «С» обслуговують шенгенську зону, пірс «Е», «F» і «G» - нешенгенську. Пірс «D» і «H/M» - змішані, використовують одні ті ж посадочні виходи для шенгенських і нешенгенських рейсів. Пірс «D» двоповерховий. Нижній поверх обслуговує нешенгенські рейси, верхній поверх - шенгенські. При цьому одні й ті ж посадочні виходи використовуються для шенгенських і нешенгенських рейсів, так як вони пов'язані сходами. рівні.



Рис. 2.6. Схема зони прибуття у терміналі «Схіпголу»

У «Схіпголі» розташовані великі торгові зали, що приносять аеропорту додатковий дохід, надаючи при цьому пасажиром додаткові послуги.

Схіпгол є хабом для авіакомпанії KLM та її регіонального підрозділу KLM Cityhopper, а також для для Corendon Dutch Airlines, Martinair Cargo, Transavia та TUI Airlines Netherlands. Також аеропорт є європейським хабом для Delta Air Lines та базою для EasyJet та Vueling.

На сьогоднішній день аеропорт «Схіпгол» є власністю «Royal Schiphol Group» - голландській компанії, головний офіс якої розташований на території Схіпхолу. Дана компаніє є 100% акціонером Амстердамського аеропорту, Роттердамського Гаазького аеропорту та аеропорту Лелістад. Він також володіє 51% акцій Ейндховенського аеропорту та 19% акцій Брісбенського аеропорту. Група володіє діючим франчайзинговим терміналом 4-го міжнародного аеропорту Джона Ф. Кеннеді. Акціями «Royal Schiphol Group» володіє Міністерством фінансів Голландії (69,77%), муніципалітет Амстердаму (20,03%) та муніципалітет Роттердаму (2,2%) та Aéroports de Paris (8,00%).

Виробничо-фінансові показники діяльності аеропорту «Схіпгол»

Згідно з щорічними звітами компанії «Royal Schiphol Group» [40], яка є стовідсотковим власником акцій аеропорту «Схіпгол», до основних показників виробничо-фінансової діяльності даного аеропорту належать:

операційні витрати, амортизація, інвестиції, чистий дохід, загальний капітал, прибуток та інші.

Таким чином, базуючись на звітах «Royal Schiphol Group», можна скласти таблицю статистики фінансових показників діяльності аеропорту за останні 6 років (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Показники	Значення (млн.євро)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Прибуток	1 382	1 438	1 423	1 423	1 458	1509
Результати інвестицій у нерухомість	3	36	50	71	42	107
Операційні витрати (не включають у себе амортизацію та знецінення)	798	837	804	836	916	981
Амортизація та знецінення	248	228	223	239	264	267
ЕВІТДА (доподатковий прибуток)	587	635	735	658	622	635
Операційні результати	321	505	505	420	359	368
Неоподаткований дохід	276	345	477	397	346	375
Податок на прибуток підприємств	-46	-71	-99	-86	-60	-90
Оподаткований дохід	231	274	378	311	285	286
Чистий дохід	227	272	374	306	280	278
Загальний капітал	3 309	3 453	3 716	3 860	3 978	41117
Інвестиції в нематеріальні активи та основні засоби	310	396	439	303	490	581
Кошти від операційної діяльності	468	508	508	438	457	526
Дивіденди	135	138	187	148	150	117

Результати виробничо-фінансової діяльності аеропорту «Схіпгол»

У табл. 2.2 можна спостерігати тенденцію збільшення капіталу авіапідприємства «Royal Schiphol Group». У 2014 році показник загального прибутку дістався до пікової позначки у 1 438 млн євро. У 2015 – 2016 роках, загальний прибуток залишався незмінним, проте у 2017 дана тенденція не зберіглась – загальний прибуток збільшився до 1 458 млн. євро, а у 2018 – до 1 509 млн. євро.

Таблиця 2.3

Результати авіаційної діяльності аеропорту «Схіпгол»

Показники	Значення (млн.євро)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Загальний прибуток	793	839	844	822	816	873
Операційні витрати	550	565	579	608	666	720
Амортизація	189	163	161	176	189	192
ЕВІТДА (доподатковий прибуток)	244	274	266	214	150	153
Основні засоби	55	110	104	37	2 365	2507
Операційний результат	2 093	2 147	2 225	2 300	-39	-39

З табл. 2.3 можна зробити висновок, що після пікового 2015-го року, загальний прибуток «Схіпголу» мав спадаючу тенденцію. Проте у 2018-му році даний показник збільшився, перевищивши значення 2015-го – 873 млн. євро. Однак, на відміну від авіаційної діяльності, прибуток із забезпечення безпеки аеропорту стабільно зростає (див. табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Результати діяльності аеропорту "Схіпгол" із забезпечення безпеки

Показники	Значення (млн.євро)		
	2016	2017	2018
Загальний прибуток	287	293	324
Операційні витрати	247	277	300
Амортизація	41	42	24
ЕВІТДА (неоподаткований прибуток)	40	42	43
Операційний результат	-1	-13	-19

Вантажопотоки аеропорту «Схіпгол»

Під час дипломного проектування автор вивчає обсяги перевезень вантажів аеропорту «Схіпгол», визначаючи наступні характеристики: загальна характеристика вантажопотоків; характеристика вантажопотоків за типом перевезеного вантажу; характеристика вантажопотоків за напрямом. На базі звіту компанії «Royal Schiphol Group» [40] та статистики обсягів перевезень [39], було побудовано генеральну таблицю вантажопотоків (див. додаток А).

1. Загальна характеристика вантажопотоків.

З отриманої таблиці (див. додаток А) формуємо таблицю загальної характеристики вантажопотоків за 10 років. Створена таблиця має наступний вигляд:

Таблиця 2.5

Загальний вантажопотік аеропорту «Схіпгол»

<i>Рік</i>	<i>Загальна кількість перевезеного вантажу, тис. тон</i>
2010	835,38
2011	1549,68
2012	1511,82
2013	1565,95
2014	1670,67
2015	1655,65
2016	1698,81
2017	1786,87
2018	1737,98
2019 (станом на листопад)	1463,51

Для наочності, подамо табл.2.5 графічно:



Рис. 2.7. Загальний вантажопотік аеропорту «Схіпгол»

З даного графіку (рис. 2.7) можна зробити висновок, що вантажопотік, у цілому, має зростаючу тенденцію.

2. Характеристика вантажопотоків за типом вантажу.

Подібно попередньому пункту, будемо таблицю характеристики вантажопотоку за додатком А за типом вантажу (див. табл. 2.6). Для більш наочного відображення даної залежності побудуємо гістограму (див. рис. 2.8).

Таблиця 2.6

Характеристика вантажопотоків «Східного» за типом вантажу

Рік	Вантажопотоки	
	Вантаж, тис тон	Пошта, тис тон
2010	806,58	28,80
2011	1523,80	25,88
2012	1483,45	28,38
2013	1531,08	34,87
2014	1633,19	37,48
2015	1621,27	34,38
2016	1666,36	32,45
2017	1761,06	25,81
2018	1716,50	21,49
2019 (станом на листопад)	1443,88	19,62

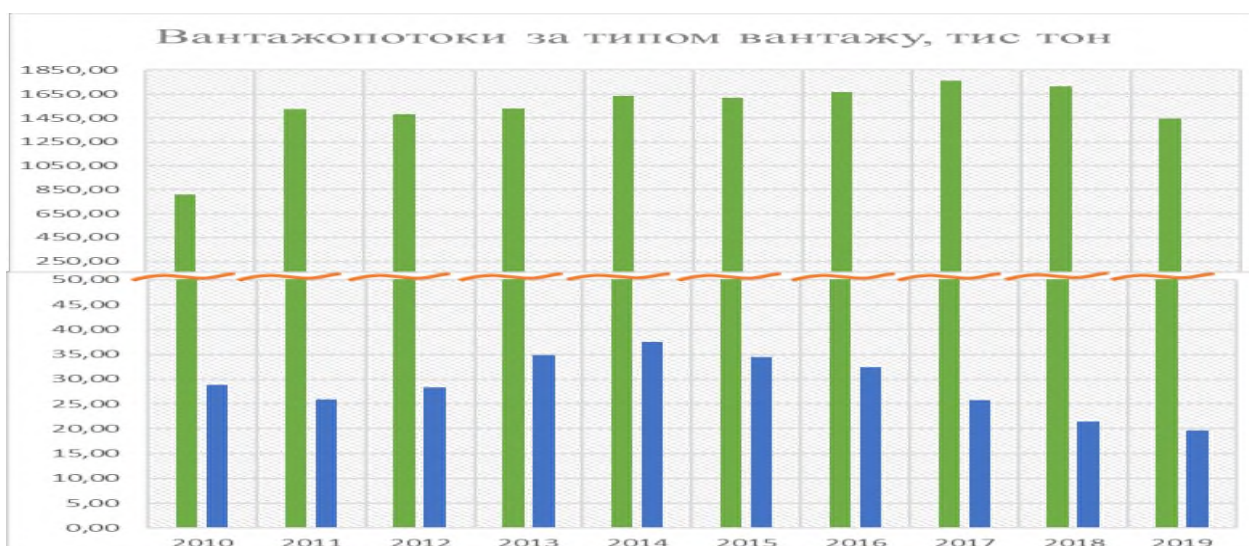


Рис. 2.8. Гістограма залежності вантажопотоку аеропорту «Схіпгол» від виду вантажу

З рисунку (рис. 2.8) видно, що найбільшу частку вантажопотоку займають вантажі. Спостерігається незначний спад показників вантажопотоків за типами вантажів.

3. Характеристика вантажопотоків за напрямом.

Побудуємо таблицю характеристики вантажопотоку за додатком А за напрямом (див. табл.2.7).

Таблиця 2.7

Характеристика вантажопотоків «Схіпголу» за напрямом

Рік	Вантажопотік , тис тон					
	<i>Європа</i>	<i>Північна Америка</i>	<i>Південна Америка</i>	<i>Африка</i>	<i>Ближній Схід</i>	<i>Азія</i>
2010	72,2	253,5	169,1	179,4	158,1	680,0
2011	96,0	283,0	174,2	184,9	176,0	609,6
2012	138,5	260,8	173,7	177,0	172,2	561,3
2013	137,0	254,6	171,2	168,6	198,2	601,4
2014	154,3	290,7	167,8	175,6	210,3	634,4
2015	134,5	306,6	176,4	176,6	210,1	616,8
2016	209,8	307,8	176,8	172,2	214,7	580,9
2017	248,9	306,2	200,0	161,5	220,4	615,5
2018	238,8	299,0	211,6	165,8	199,3	602,1
загальне	1430,0	2562,2	1620,8	1561,6	1759,3	5502,0

Для наочності зобразимо дану таблицю графічно: побудуємо гістограму розподілу вантажопотоку за роками (див. рис. 2.9) та загальну кругову діаграму розподілу вантажопотоків за напрямом (див. рис. 2.10).

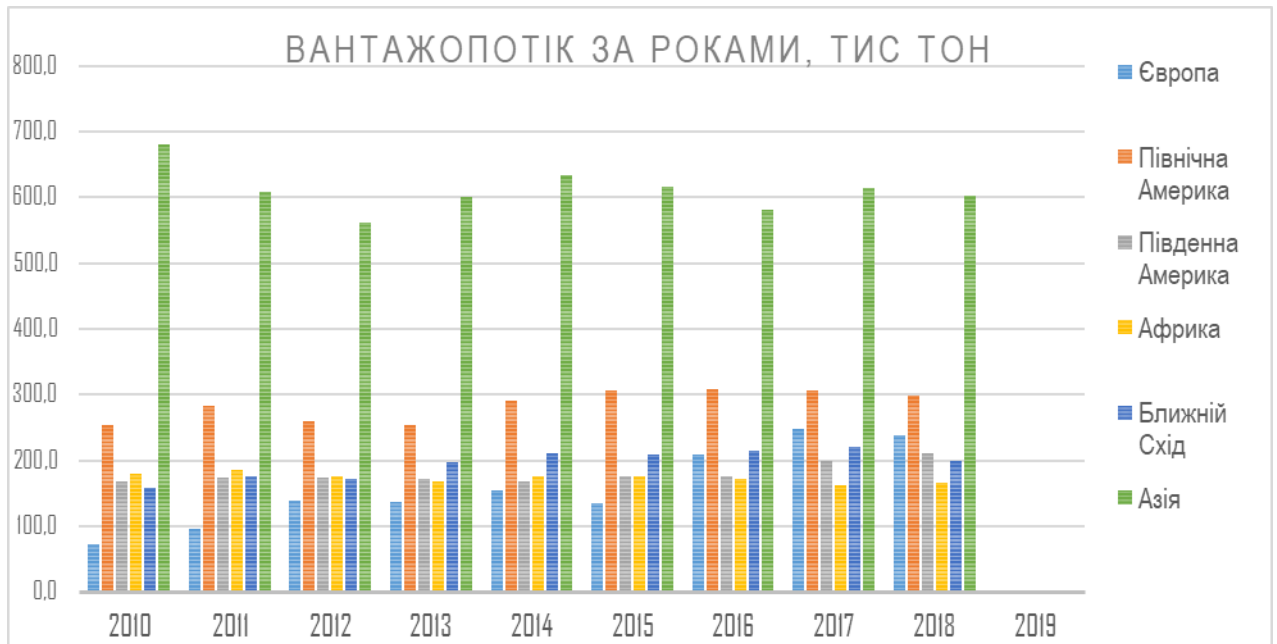


Рис. 2.9. Гістограма розподілу вантажопотоку аеропорту «Схіпгол» за напрямом за 10 років

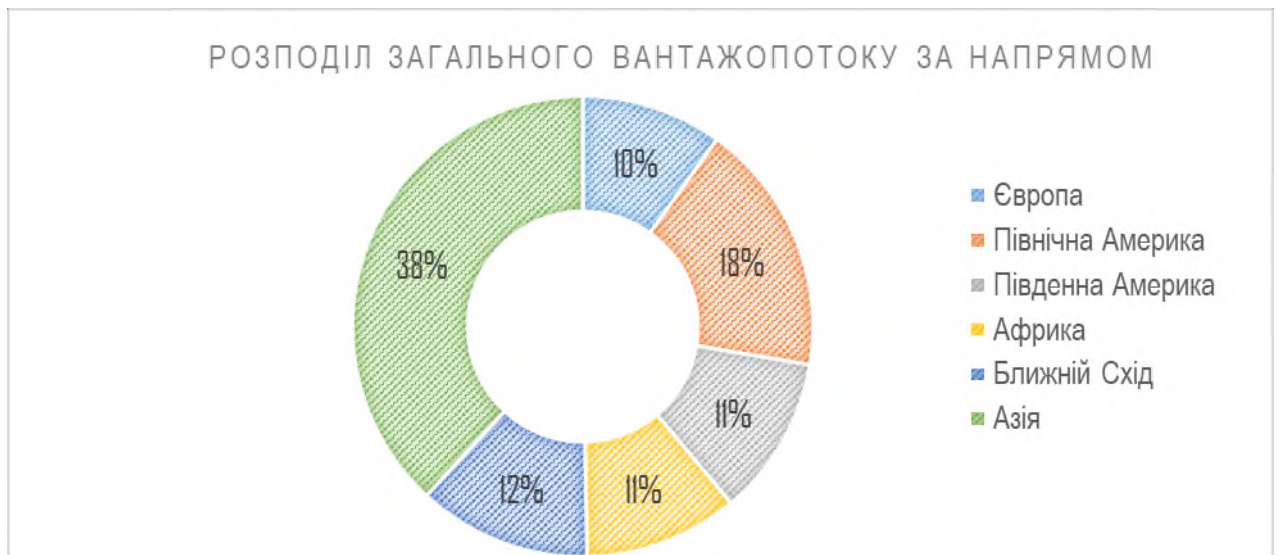


Рис. 2.10. Кругова діаграма розподілу загального вантажопотоку за напрямками

Забезпечення безпеки в аеропорту «Схіпгол»

На сьогоднішній день контролем за втіленням у життя заходів безпеки цивільної авіації та об'єктів аеропорту у «Схіпголі», а також реалізацію

міжнародної політики в сфері авіаційної безпеки здійснює адміністрація аеропорту через систему забезпечення безпеки аеропортів.

Ключовими суб'єктами даної системи є шість підрозділів [40]:

1. Виконавчий директор з безпеки аеропорту;
2. Комітет з безпеки аеропорту;
3. Група аналізу загроз;
4. Департамент планування;
5. Департамент оперативного управління;
6. Поліцейський департамент;

Виконавчий директор з безпеки аеропорту несе всю повноту відповідальності за всі аспекти забезпечення безпеки аеропорту.

Комітет з безпеки аеропорту знаходиться в прямому підпорядкуванні виконавчого директора з безпеки аеропорту і розглядає, готує пропозиції і рішення з усіх питань, що стосуються забезпечення безпеки аеропорту, для доповіді директору аеропорту.

Група аналізу загроз складається з експертів з проблеми авіаційної безпеки і відповідних представників правоохоронних і розвідувальних органів країни.

Департамент планування несе всю відповідальність за зведене планування і контроль всіх заходів, що стосуються забезпечення безпеки аеропорту з метою забезпечення її ефективності.

Основним завданням *Департаменту оперативного управління* є управління реалізацією всіх функцій і завдань, що входять в забезпечення безпеки аеропорту.

Поліцейський департамент формується із співробітників загальнонаціональної і місцевої поліції.

Варто зазначити, що у амстердамському аеропорту присутня практика залучення до забезпечення функціонування системи безпеки сторонніх

приватних охоронних компаній, таких як: «Gropt 4 Securior», «Trigion» та інші (див. табл. 2.8) [40].

Таблиця 2.8

Організаційна структура апарату безпеки аеропорту «Схіпгол»

№	Назва	Акронім	Роль
<i>Приватні Охоронні Компанії</i>			
1	Group 4 Securior	G4S	Охорона та моніторинг
2	Trigion	-	Охорона та моніторинг
3	Securitas	-	Охорона та моніторинг
4	International Security and Counter-Terrorism Academy	ISCA	Навчання (обізнаність про безпеку)
5	Pro-Check International	PCI	Технології забезпечення безпеки, навчання (дочірня компанія ICTS)
6	ICTS Europe	ICTS	Навчання (профайлінг)
<i>Інші Суб'єкти Безпеки</i>			
1	Авіалінії	-	Перевірка безпеки ПС
2	Національна поліція	-	Патрулювання
3	Митниця	-	Огляд товарів
4	Воєнна поліція	-	Прикордонний контроль та спостереження
<i>Регулюючі органи</i>			
1	Відділ політики безпеки "Schiphol Group"	-	Регулювання, спостереження, координація; забезпечення інфраструктури безпеки
2	Відділ охорони та громадської безпеки "Schiphol Group"	BPVS	Платформа управління
3	National Coordnator for Counterterrorism (Національний координатор проти контертероризму)	NCC	Спостереження, відповідальність за безпеку цивільної авіації
4	Ministry of Justice (Міністерство Юстицій)	-	Стандарти (Національна програма безпеки цивільної авіації)
5	European Commission (Європейська комісія)	EC	Стандарти (Правила ЄС № 300/2008)

У 2014-2015 роках амстердамський аеропорт «Схіпгол» став одним з перших аеропортів Європи, де було використано нову технологію контролю на безпеку (див. рис. 2.11). На сьогоднішні день «Схіпгол» використовує 8 таких конструкцій.

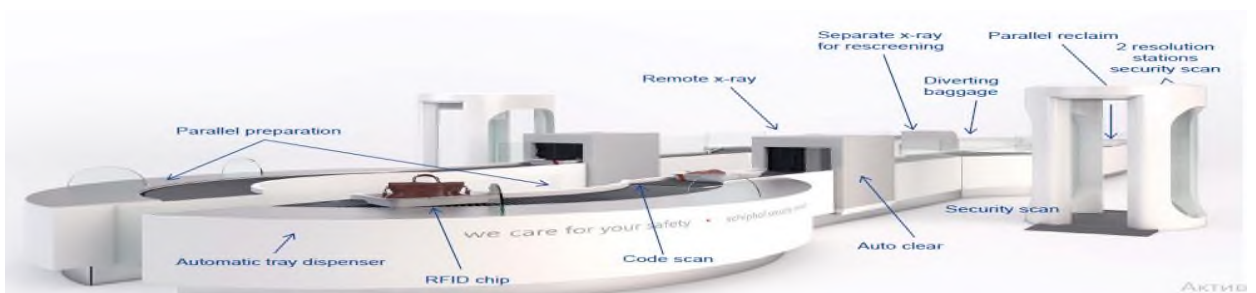


Рис. 2.11. Схема нового пункту контролю на безпеку у аеропорту «Схіпгол»

З отриманих під час аналізу даних щодо безпеки [40] можна сформувати таблицю актів незаконного втручання у діяльність аеропорту «Схіпгол».

Таблиця 2.9

Збій системи безпеки аеропорту «Схіпгол» за 13 років

1	Проникнення на ЗПС	2007	40
		2008	41
		2009	32
		2010	31
		2011	36
		2012	42
		2013	23
		2014	17
		2015	41
		2016	47
		2017	46
		2018	30
2	Пожежа	2008	1
3	Детонація вибухового пристрою на борту ПС	2009	1

Отже, проаналізувавши основні показники виробничо-фінансової діяльності аеропорту «Схіпгол», а саме: фінансові показники, вантажопотоки аеропорту, можна дійти до висновку, що тенденція розвитку аеропорту «Схіпгол» збережеться і надалі.

Однак, слід зауважити, що разом з позитивними аспектами розвитку аеропорту є і негативні: з'являються нові загрози і ризики, що впливають на діяльність і стан підприємства. В даному випадку маються на увазі загрози безпеки аеропорту.

2.2. Дослідження діяльності міжнародного аеропорту «Київ» ім. Сікорського

Міжнародний аеропорт «Київ» імені Ігоря Сікорського (IATA: IEV, ICAO: UKKK) — другий найбільший пасажирський міжнародний аеропорт України та Києва, розташований у межах столичного мікрорайону Жуляни за 8 км на південний захід від центру міста.



Рис. 2.12. Розташування аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

Комунальне підприємство Міжнародний аеропорт «Київ» ім. Ігоря Сікорського входить до п'ятірки основних аеропортів України, які забезпечують обслуговування 96% загального обсягу пасажирських повітряних перевезень в Україні, та займає друге місце за обсягами пасажирських перевезень після Міжнародного аеропорту «Бориспіль» на ринку пасажирських авіаперевезень України.

КП МА «Київ» ім. Ігоря Сікорського - це багатопрофільне підприємство, яке надає послуги авіаційним компаніям, пасажирам та іншим клієнтам в авіаційній і неавіаційній сферах діяльності, забезпечує регулярність і безпеку

польотів. Підприємство співпрацює з авіаперевізниками, які виконують як регулярні та чартерні рейси, так і бізнес-польоти на приватних літаках.

До інфраструктури Підприємства входить одна злітно-посадкова смуга довжиною 2310 м та шириною 45 м, яка цілодобово приймає повітряні судна типу В-737 та А-320. Аеродром налічує 86 місць для стоянки повітряних суден.

З 11 травня 2009 року аеропорт почав роботу в цілодобовому режимі. Злітно-посадкові смуги аеропорту активно використовує Завод №410 цивільної авіації, який межує з територією аеродрому.

Предметом діяльності підприємства є [38]:

- забезпечення експлуатації і функціонування аеродрому, будівель, споруд, інженерних мереж та інших об'єктів аеродромного обладнання, пасажирського та вантажного терміналів, а також засобів механізації і спеціалізованого транспорту;
- прийняття та відправлення повітряних суден із забезпеченням авіаційних перевезень пасажирів, багажу та пошти необхідними засобами з обов'язковим дотриманням установлених правил і норм обслуговування;
- забезпечення обслуговування зльотів та посадок повітряних суден, здійснення їх наземного обслуговування;
- забезпечення стоянок повітряних суден;
- забезпечення оперативних форм технічного обслуговування літаків та гелікоптерів;
- забезпечення подачі та узгодження заявок авіакомпаній всіх форм власності на польоти, посадки та перельоти за маршрутами повітряних суден;
- створення умов та забезпечення пасажирів всіма видами сервісних послуг в зоні аеропорту;
- забезпечення безпеки обслуговування пасажирів, авіаперевезень;

– організація льотної експлуатації повітряних суден, у тому числі штурманського і аеронавігаційного забезпечення тощо.

Аеропорт зазнав значної розбудови в рамках підготовки до Євро-2012. 17 травня 2012 відкрито новий міжнародний термінал «А» для обслуговування міжнародних рейсів, що став найбільшим терміналом аеропорту: на момент відкриття його пропускна здатність становила 320 пасажирів на годину.

У 2013 році були введені в експлуатацію термінал внутрішніх рейсів «D» і бізнес-термінал «B». Усі термінали перебувають у приватному управлінні.

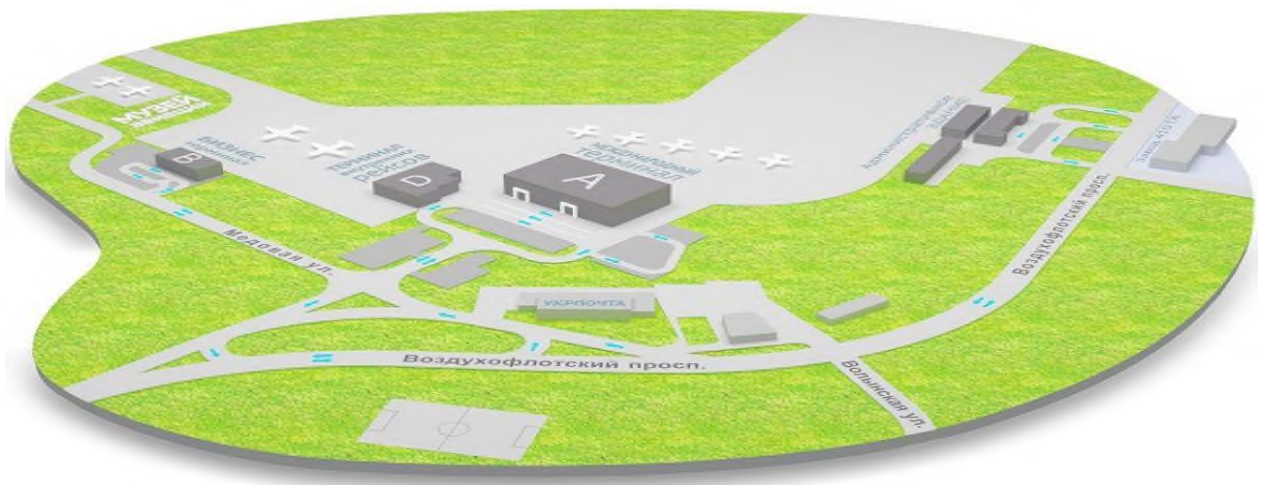


Рис. 2.13. Загальна схема аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

У терміналі «А» працюють 4 ресторани (Molto Bene, Kilometre Zero, Пироги та друзі, Porto Bello), 5 барів, 2 магазини Duty Free (Duty Free NTY, Duty Free Heinemann), 2 дитячі кімнати, звичайна і бізнес-зала.

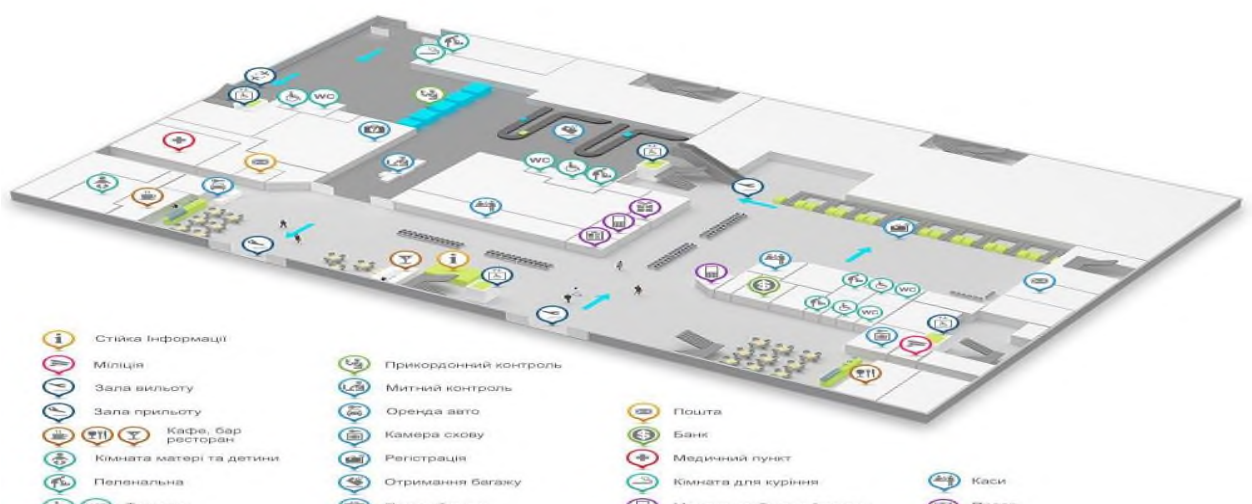


Рис. 2.14. Схема першого поверху терміналу «А» аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

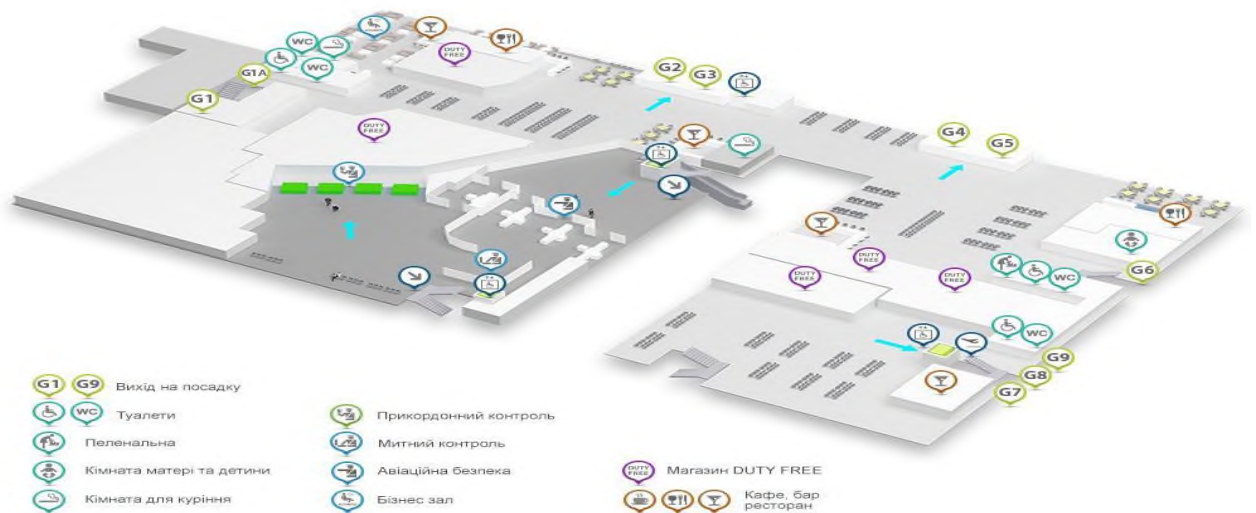


Рис. 2.15 Схема другого поверху терміналу «А» аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

У вересні 2017 року пасажери аеропорту отримали можливість попередньо вибрати і замовити товари в магазинах безмитної торгівлі онлайн за допомогою сервісу MyDutyFree, що істотно економить їхній час. Сервіс для онлайн-шопінгу в магазинах безмитної торгівлі Duty Free в Борисполі, Жулянах і аеропорт Одеси, який відкриває нові можливості користування послугами.

На території аеропорту розташований найбільший в Україні та один з найбільших у світі Державний музей авіації України, де на майданчику просто неба представлено зразки цивільної та військової авіатехніки.

Загальна площа земельної ділянки, яку займає аеропорт, складає 275,31 га, у тому числі, аеродром - 251,63 га і службово-технічна територія 23,66 га. Аеродром МА «Київ» ім. Ігоря Сікорського відноситься до класу В.

Аеропорт перебуває у комунальній власності міста Київ, однак в 2005 були спроби підпорядкувати об'єкт Міністерству транспорту та зв'язку для створення Міжнародного аеропорту малої і комерційної авіації.

Таблиця 2.9

Авіалінії пасажирських перевезень

№	Авіакомпанія	Напрямок
1	Air Alanna	Сезонний чартер: Тирана, Тиват
2	Alitalia	Рим-Ф'юмічіно
3	Belavia	Мінськ
4	Buta Airways	Баку
5	Ernest Airlines	Барі (з березня 2020), Бергамо, Болонья, Венеція (з березня 2020), Генуя, Мілан-Мальпенса, Неаполь, Рим-Ф'юмічіно, Трієст (з березня 2020)
6	FlyErbil	Ербіль, Сулейманія
7	Jordan Aviation	Амман
8	LOT Polish Airlines	Варшава-Шопен
9	Motor Sich Airlines	Львів, Одеса, Ужгород, Запоріжжя
10	Vueling	Сезонний: Барселона
11	Wizz Air	Афіни, Берлін-Шенефельд, Біллунн, Братислава, Бремен, Будапешт, Кельн/Бонн, Копенгаген, Дортмунд, Франкфурт, Гданськ, Гамбург, Ганновер, Катовіце, Краків, Ларнака, Лейпциг, Лісабон, Лондон-Лутон, Люблін, Меммінген, Нюрнберг, Познань, Рига, Таллінн, Салоніки, Відень, Вільнюс, Варшава-Шопен, Вроцлав

Таблиця 2.10

Авіалінії вантажних перевезень

№	Авіакомпанія	Напрямок
1	SprintAir	Варшава-Шопен

Виробничо-фінансові показники діяльності аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

Згідно з щорічними звітами КП «Міжнародний аеропорт «Київ» ім. Ігоря Сікорського» [38], до основних показників виробничо-фінансової діяльності аеропорту належать: операційні витрати, амортизація, інвестиції, чистий дохід, прибуток та інші.

Таким чином, базуючись на даних звітах, можна скласти таблицю статистики фінансових показників діяльності аеропорту за останні 6 років (див. табл. 2.11 та табл. 2.12).

Таблиця 2.11

Результати виробничо-фінансової діяльності аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

Показники	Значення (тис. грн)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	72 788	72 876	111 936	127 824	178 815	236 170
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-38 318	-46 220	-61 494	-60 096	-89 968	-124 959
Валовий:						
прибуток	34 470	26 756	50 442	67 728	88 847	111 211
збиток	-	-	-	-	-	-
Інші опреційні доходи	28 111	28 115	34 729	43 960	41 418	56 759
Адміністративні витрати	-8 536	-7 011	-24 052	-33 478	-33 274	-39 046
Витрати на збут	-	-	-	-	-	-
Інші операційні витрати	-23 717	-23 154	-30 959	-42 284	-35 342	-43 662
Фінансовий результат від операційної діяльності:						
прибуток	30 328	24 706	30 160	35 926	61 649	85 262
збиток	-	-	-	-	-	-
Інші фінансові доходи	36	116	340	330	36	-
Інші доходи	3 001	3 069	3 157	8 036	6 284	4 391
Інші витрати	-14	-54	-5 818	-2 273	-2	-6
Фінансовий результат до оподаткування:						
прибуток	33 351	27 837	27 839	42 019	67 967	89 647
збиток	-	-	-	-	-	-
Витрати (дохід) з податку на прибуток	-5 783	-5 436	-7 303	-6 716	-11 733	-16 027

Прибуток (збиток) від припиненої діяльності після оподаткування	-	-	-	-	-	-
Чистий фінансовий результат:						
прибуток	27 568	22 401	20 536	35 303	56 234	72 620
збиток	-	-	-	-	-	-

У табл. 2.11 можна спостерігати тенденцію збільшення показників чистого доходу авіапідприємства. У 2015 – 2019 роках спостерігається тенденція розвитку підприємства зі збільшенням чистого доходу \approx на 30 – 40%.

Таблиця 2.12

Елементи операційних витрат аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

Показники	Значення (тис. грн)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Матеріальні затрати	6 157	5 729	10 436	10 544	12 382	22 181
Витрати на оплату праці	20 609	24 566	32 122	38 479	62 738	84 035
Відрахування на соціальні заходи	7 483	8 815	11 333	8 292	13 494	18 048
Амортизація	9 495	9 890	11 689	10 647	13 891	18 713
Інші операційні витрати	26 805	27 376	50 130	61 380	55 960	64 478
Разом	70 549	76 376	115 710	129 342	158 465	207 455

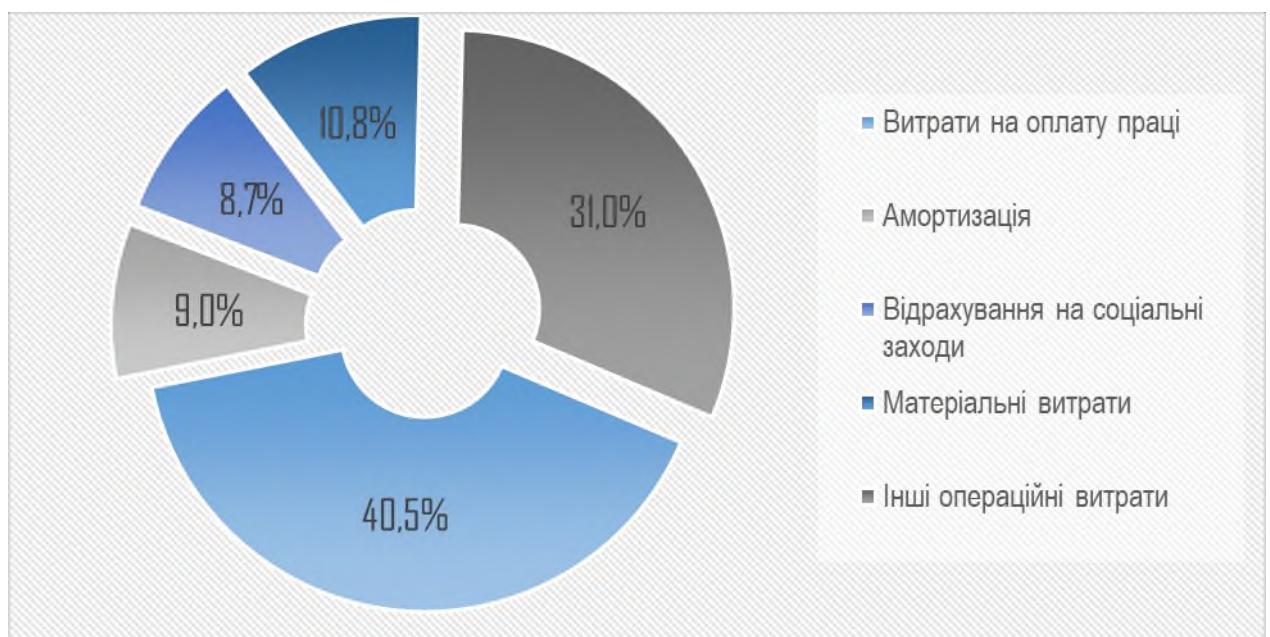


Рис. 2.16. Структура витрат аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського за 2018 рік

У табл. 2.12 можна спостерігати щорічне збільшення показників затрат авіапідприємства. В цілому по підприємству спостерігається збільшення витрат \approx на 30%. збільшення цін на матеріали, роботи, послуги та витрати на заробітну плату, яка підвищилась згідно чинного законодавства.

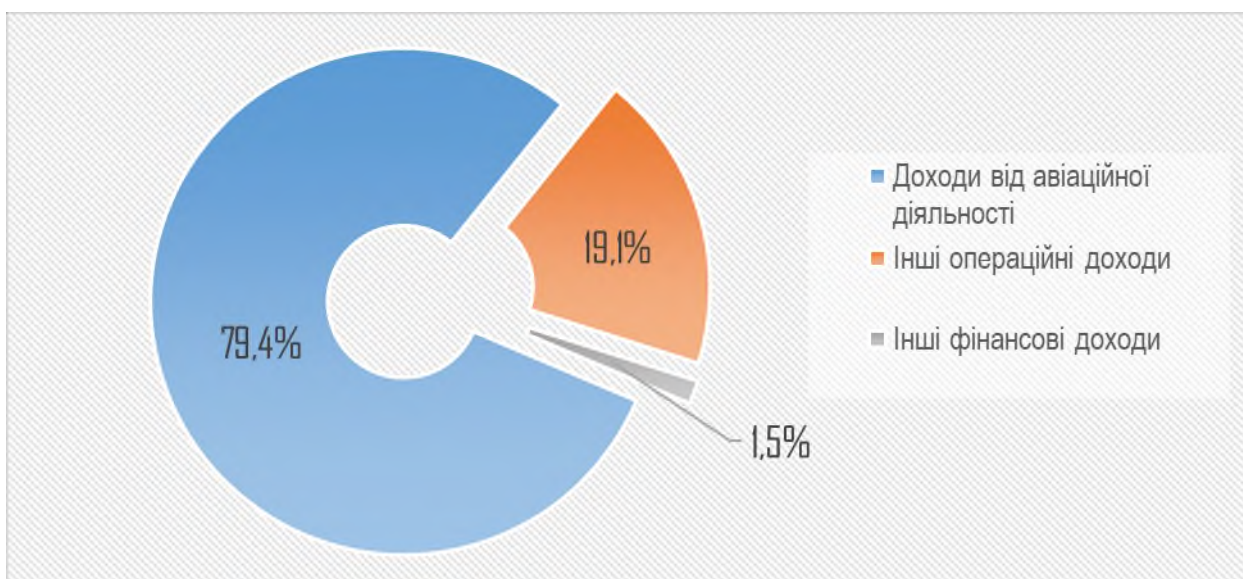


Рис. 2.17. Структура витрат аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського за 2018 рік

За структурою доходи аеропорту поділяються на: доходи від авіаційної діяльності та інші операційні доходи.

Доходи від авіаційної діяльності:

- Збір за зліт посадку ПС;
- Збір за наднормативну стоянку ПС(пас. та вант.);
- Надання МС для ПС;
- Забезпечення проведення АРР та ППЗ;
- Інші.

Інші операційні доходи:

- Оренда нежитлових приміщень;

- Послуги автобази;
- Послуги служби авіаційної безпеки та інші.

За результатами 2018 року - у порівнянні з показниками 2017 року - відбулося збільшення доходів від основної (авіаційної) діяльності на 32%. Збільшення відбулось за рахунок зборів, які змінюються у відповідності до коливання курсу долара та за рахунок збільшення кількості рейсів та пасажиропотоку.

Пасажиропотоки аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

Під час дослідження основних виробничо-фінансових показників роботи аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського, автор зосередив свою увагу на пасажиропотоках, оскільки статистичної інформації щодо вантажопотоків не було знайдено, хоча вантажні перевезення – один із аспектів діяльності даного авіапідприємства.

Базуючись на виробничо-фінансових звітах КП МА «Київ» Жуляни [38], було побудовано таблиці характеристики пасажиропотоків аеропорту: загальний, за кількістю рейсів, за напрямом рейсів (див. табл. 2.13, табл. 2.14 та табл. 2.15).

Таблиця 2.13

Рейси аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

<i>Рік</i>	<i>Кількість рейсів</i>		
	<i>міжнародні</i>	<i>внутрішні</i>	<i>загальна</i>
2017	17 803	3 378	21 174
2018	25 432	4 825	30 248
2019 (станом на листопад)	14 246	2 762	17 008
<i>загальна</i>	57 481	10 965	68 430

Для наочності дана таблиця подана графічно (у вигляді гистограми та кругової діаграми):

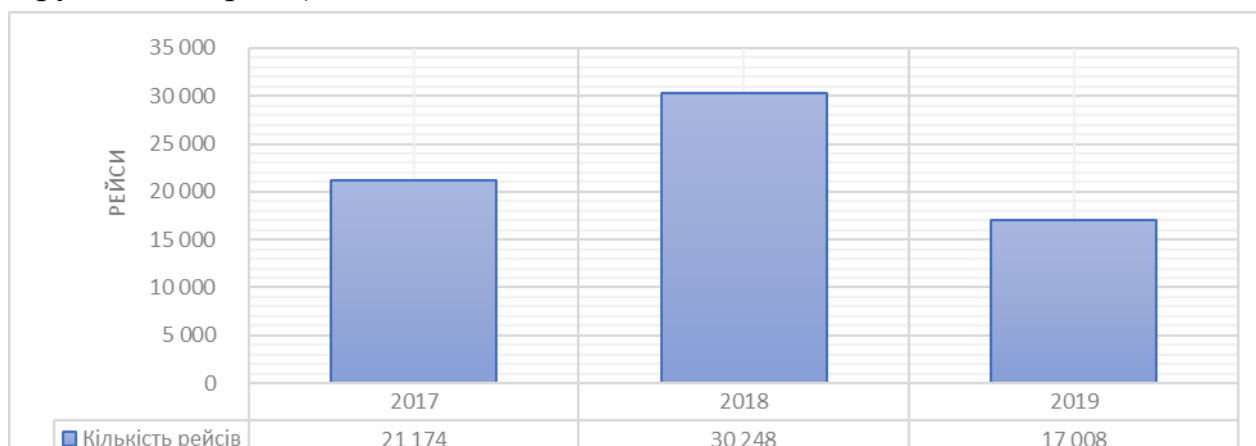


Рис. 2.18. Гістограма розподілу рейсів аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

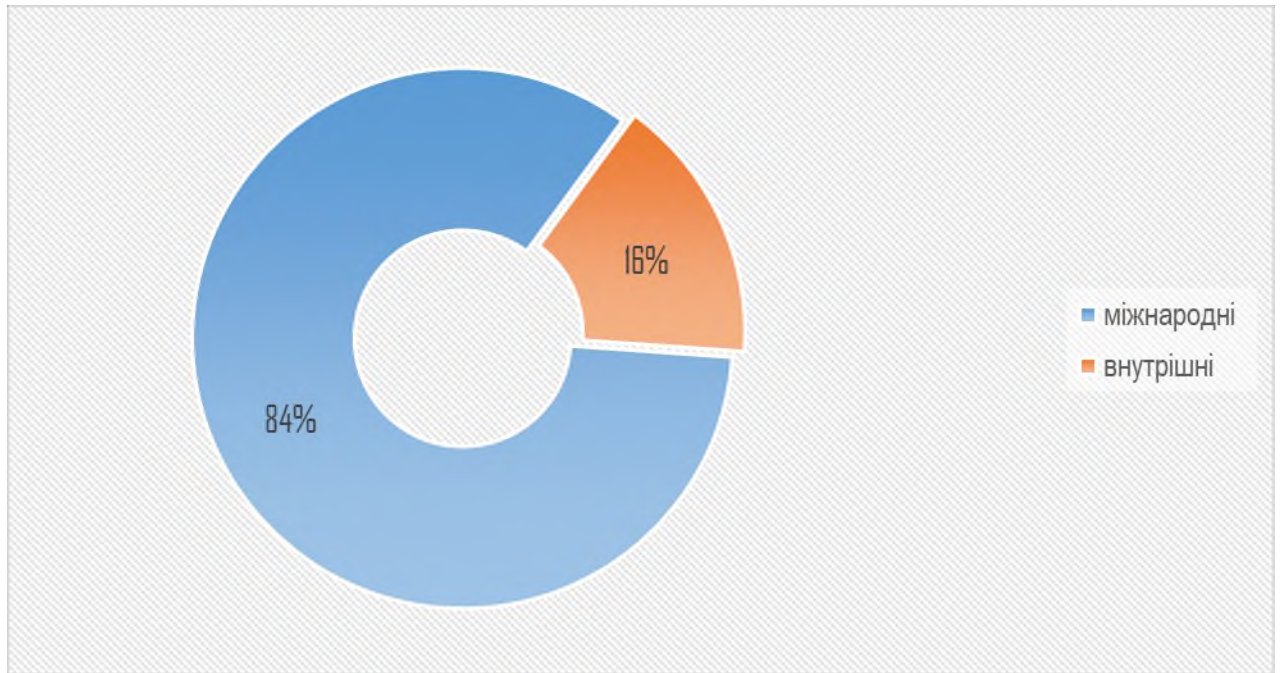


Рис. 2.19. Кругова діаграма рейсів аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського за напрямом

На рис. 2.18 можемо спостерігати тенденцію зростання кількості рейсів. На рис. 2.19 зображено ранжування рейсів аеропорту за напрямом, що свідчить про орієнтованість аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського переважно на ринок міжнародних авіаперевезень: 84% з загальної кількості рейсів складають міжнародні напрями, а лише 16% - внутрішні.

Таблиця 2.14

Загальний пасажиропотік аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

<i>Рік</i>	<i>Пасажиропотік, тис. пас</i>
2014	1 090,1
2015	944,3
2016	1 127,5
2017	1 851,6
2018	2 812,3

Для наочності, подамо статистичні дані графічно:

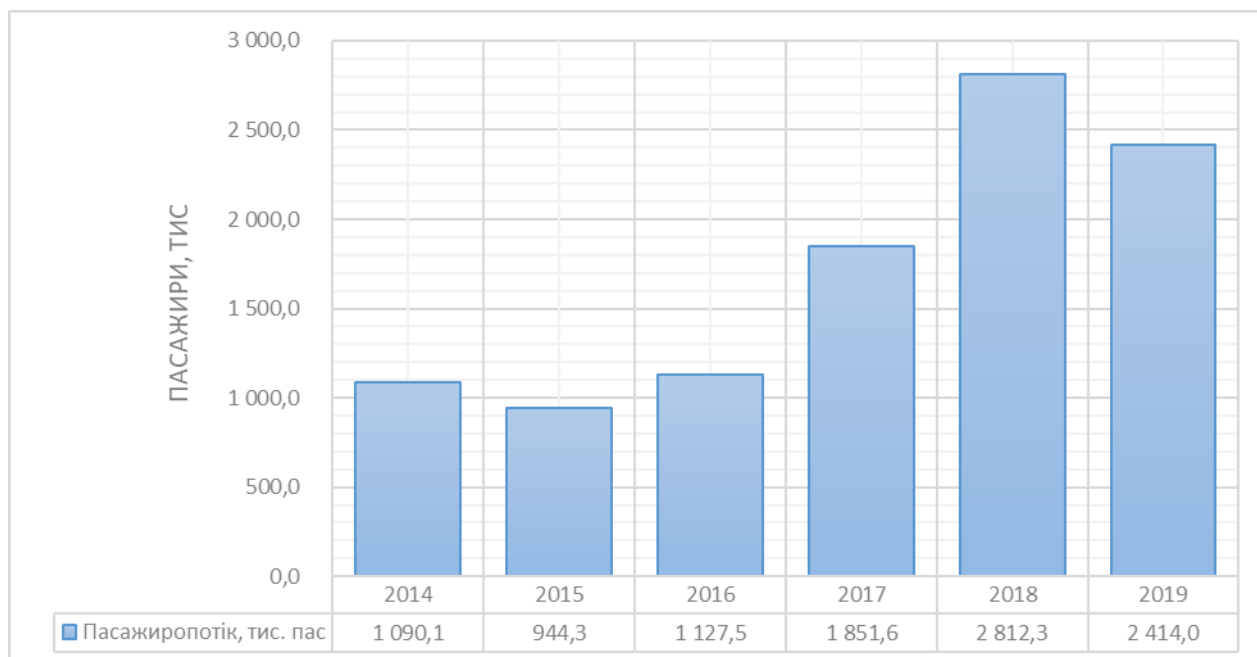


Рис. 2.20. Гістограма розподілу пасажиропотоку «Київ» ім. Ігоря Сікорського

На рис. 2.20 спостерігаємо тенденцію зростання кількості перевезених пасажирів. У 2015 році відбувся спад, що ймовірно був викликаний загальною економічною і політичною ситуацією у країні, проте у 2016 році даний показник набув значення 1 127,5 тис. пасажирів, збільшившись на $\approx 3\%$ у порівнянні з піковим 2014 роком. У 2018 значення пасажиропотоку досягло значення у 2 812,3 тис. пас, що є найкращим результатом за досліджуваний період.

Таблиця 2.15

Загальний пасажиропотік аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

Рік	Пасажири, тис. пас	
	міжнародні	внутрішні
2017	1 311,9	40,8
2018	2 727,5	84,8
2019 (станом на листопад)	1 549,1	41,2

загальна	5 588,5	166,8
----------	---------	-------

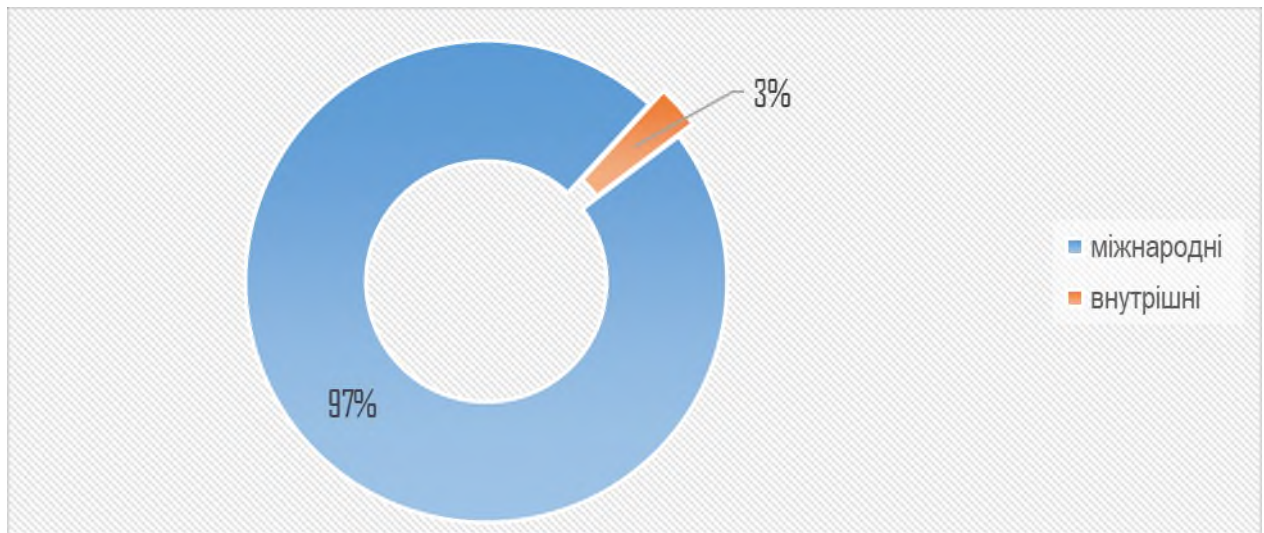


Рис. 2.21. Гістограма розподілу пасажиропотоку «Київ» ім. Ігоря Сікорського

З рис. 2.21 можна знову ж таки зробити висновок про орієнтованість аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського переважно на ринок міжнародних авіаперевезень: 97% перевезених пасажирів міжнародними рейсами, а внутрішніми – лише 3%.

Для того, аби визначити пікові по завантаженню періоди роботи аеропорту, базуючись на статистичних звітах КП МА «Київ» ім. Ігоря Сікорського, було побудовано таблицю розподілу пасажиропотоку за місяцями 2019 року (див. табл. 2.16 та рис. 2.22)

Таблиця 2.16

Пасажиропотоки аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського за 2019 рік

Період	Пасажиропотік, тис пас
січень	224,6
лютий	185,2
березень	228,3
квітень	216,3
травень	229,4
червень	248,5

липень	258,0
серпень	265,7
вересень	153,8
жовтень	224,1
листопад	180,1

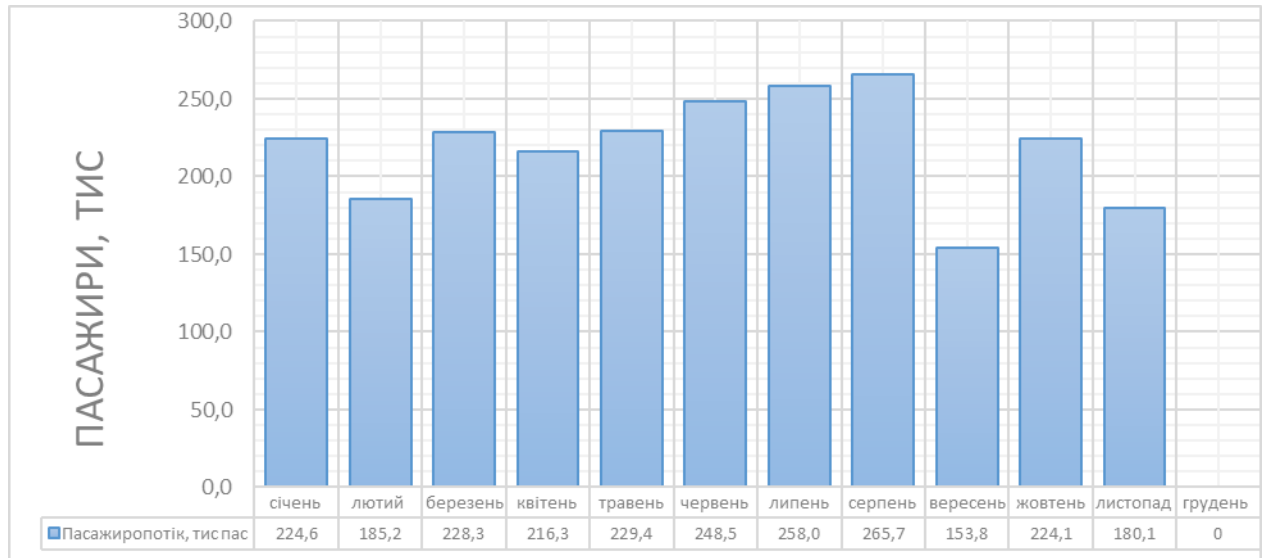


Рис. 2.22. Гістограма розподілу пасажиропотоку «Київ» ім. Ігоря Сікорського за місяцями 2019 року

Аналіз рис. 2.22 показує, що піковими місяцями по завантаженню є травень, червень, липень, серпень. Найбільш популярні міжнародні напрямки у 2019 році – Мінськ (Білорусь), Варшава (Польща), Шарм-аль-Шейх (Єгипет), Рим (Італія), Відень (Австрія), Берлін (Німеччина), Франкфурт-на-Майні (Німеччина); внутрішні - Одеса, Запоріжжя, Львів.

Забезпечення безпеки в аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

На жаль, під час проведення аналізу виробничо-фінансових показників роботи КП МА «Київ» ім. Ігоря Сікорського не було знайдено жодних статистичних даних про АНВ. Слід зазначити, що документи підприємства, які потенційно містять у собі інформацію щодо забезпечення безпеки аеропорту є засекреченими.

Однак, так як для роботи моделі оцінювання рівня транспортної безпеки конче необхідний комплекс статистичних даних щодо роботи системи безпеки, то автором - базуючись на експертних оцінках, статистичних даних

Державної служби статистики України [52], профільних установ [47, 50] та аналізу кількостей АНВ у роботу схожого за показником пасажиропотоку аеропорту [41, 42] - було подано гіпотетичні умовні дані про АНВ та операційних інцидентів у діяльність аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського (див. табл. 2.17).

Таблиця 2.17

Умовний збій системи безпеки аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

<i>№</i>	<i>Збій системи забезпечення безпеки та АНВ</i>	
1	2014	4
	2015	4
	2016	3
	2017	2
	2018	3
2	<i>Інші</i>	
	2014-2018	1

Периферійний захист контрольованої зони забезпечується за допомогою обладнання для захисту від проникнення та виявлення випадків проникнення. Для захисту по периметру установлені захисні огорожі і устаткування пропускних пунктів для транспортних засобів та пішоходів.

Важливим елементом захисту від наземного нападу на повітряне судно, аеропортові споруди та технічні засоби є забезпечення спостереження за його периметром і прилеглою територією. Дане спостереження здійснюються шляхом патрулювання периметру аеропорту персоналом служби воєнної поліції, працівниками лінійного відділу внутрішніх справ та за допомогою камер системи відеоспостереження, які дозволяють виявляти проникнення сторонніх осіб. Охорона периметра здійснюється персоналом служби авіаційної безпеки шляхом патрулювання на регулярній основі. Для захисту вразливих для нападів будівель аеропорту застосовуються спеціальні прилади захисту та фізична охорона.

Для запобігання несанкціонованого доступу до повітряного судна проводиться охорона межі між контрольованою та неконтрольованою зонами.

Склад авіаційної безпеки аеропорту безпеки аеропорту:

- 1) Підрозділ контролю безпеки служби авіаційної безпеки (ПКБ САБ):
 - контроль якості - слідує за нововведеннями в законах, знаннями працівників, виконанням всіх норм та рекомендацій (4 особи);
 - оперативний центр - відеоспостереження та контроль переміщень у аеропорті (4-5 осіб);
 - інспектори САБ (34 особи);
 - центр технічної підтримки (4 особи).
- 2) Поліція;
- 3) Воєнізована охорона.

2.3. Дослідження діяльності міжнародного аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Міжнародний аеропорт імені Хорхе Чавеса (IATA: LIM, ICAO: SPJC) - основний міжнародний і внутрішній аеропорт Перу. Розташований у місті Кальяо, в 11 км від столиці країни Ліми. Входить до п'ятірки найнавантажениших аеропортів Південної Америки.



Рис. 2.23. Розташування аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Таблиця 2.18

Злітно-посадкові смуги аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Напрямок	Довжина	Тип поверхні
	м	
15/33	3 507	асфальт

У лютому 2005 року було завершено перший етап реконструкції і розширення аеропорту, який включав в себе будівництво торгового центру Перу Плаза і нову залу очікування. У червні 2007 року в аеропорту відкрився чотиризірковий готель «Ramada Costa del Sol».

У січні 2009 року розпочався другий етап розширення терміналу. Термінал має 28 виходів на посадку, 19 з яких мають телескопічні трапи. У 2010 році в аеропорту була встановлена нова курсо-гліссадна система (ILS CAT III), яка допоможе при посадці в тумані.

Таблиця 2.19

Характеристика аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Площа терміналу, м ²	89,330
Площа платформи, м ²	373,792
Кількість місць для паркування літаків	52
Кількість мостів для завантаження пасажирів	19
Кількість багажних ременів для міжнародних рейсів	6
Кількість комерційних франшиз	63
Кількість торгових точок	98
Злітно-посадкова смуга, м	3 507

24 жовтня 2018 року перуанська держава передала все землі для розширення і модернізації аеропорту імені Хорхе Чавеса оператору

аеропорту «Lima Airport Partners». Передбачувані інвестиції в розмірі 1200 млн дол. США включають будівництво нової злітно-посадкової смуги, диспетчерської вишки і пасажирського терміналу на додаток до існуючого. Держава зі свого боку, буде будувати новий міст і шосе для поліпшення транспортної доступності до аеропорту.

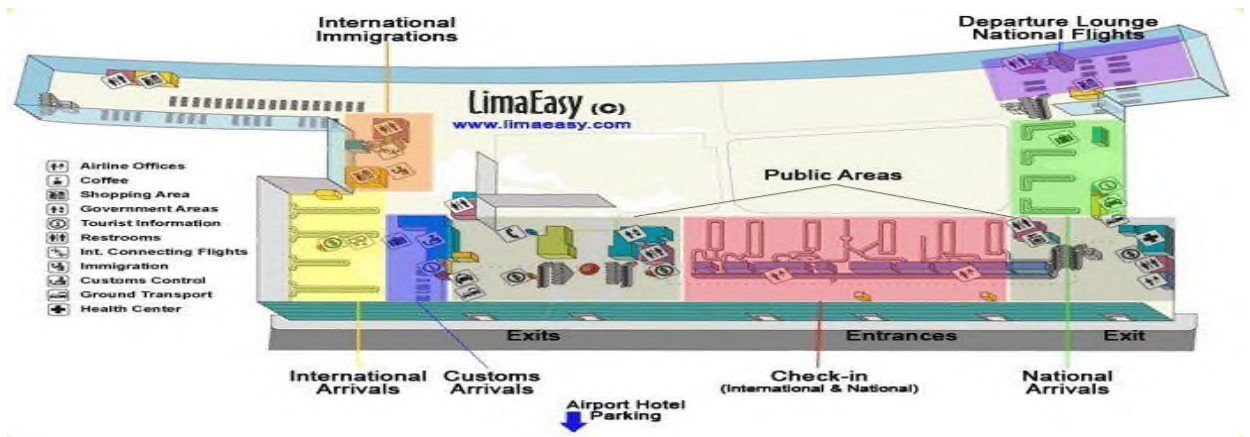


Рис. 2.24. Загальна схема терміналу аеропорту ім. Хорхе Чавеса



Рис. 2.25. Загальна схема розташування пірсів та під'їзних шляхів терміналу аеропорту ім. Хорхе Чавеса

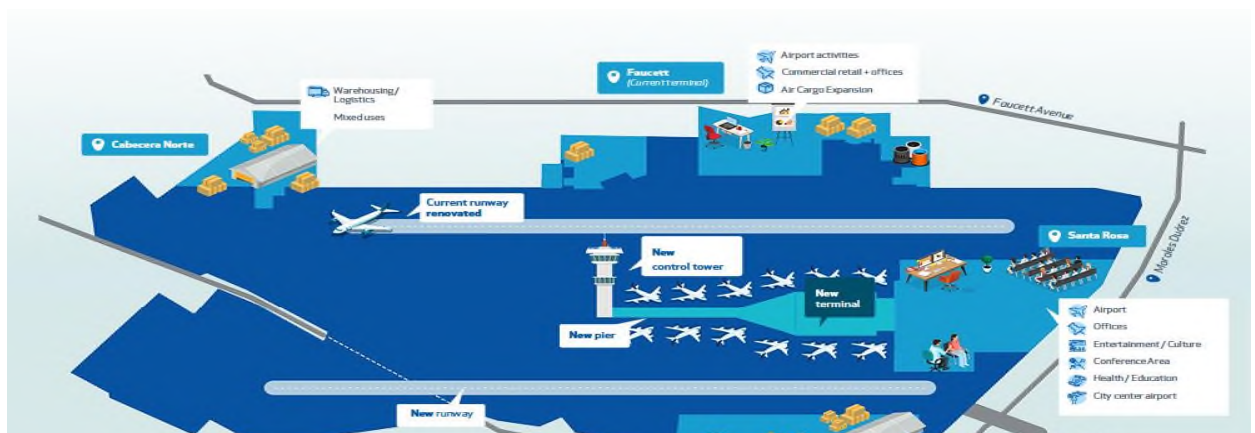


Рис. 2.26. Загальна схема міжнародного аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Таблиця 2.20

Вантажні перевезення у міжнародному аеропорті ім. Хорхе Чавеса

<i>Авіалінії</i>	<i>Напрямок</i>
Atlas Air	Маямі
Avianca Cargo	Богота, Ріонегро, Маямі
Cielos Airlines	Буенос-Айрес, Мехіко, Маямі, Кіто
KF Cargo	Маямі
Korean Air Cargo	Кампінас-Віракопос, Лос-Анджелес, Сеул, Маямі
LATAM Cargo Brasil	Кампінас-Віракопос, Маямі
LATAM Cargo Chile	Маямі
LATAM Cargo Colombia	Ріо-де-Жанейро
LATAM Cargo Mexico	Кампінас-Віракопос, Мехіко
Lufthansa Cargo	Франкфурт
Martinair	Кіто
Northern Air Cargo	Маямі
Qatar Airways Cargo	Кампінас-Віракопос, Доха
Sky Lease Cargo	Амстердам, Кампінас-Віракопос, Сьюдад-дель-Есте, Богота, Буенос-Айрес, Каракас, Манаус, Медельїн, Монтевідео, Кіто, Ріо-де-Жанейро, Сантьяго
UPS Airlines	Маямі

Виробничо-фінансові показники діяльності аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Базуючись на щорічних звітах компанії «Lima Airport Partners» [41], було складено таблицю статистики виробничо-фінансових показників діяльності аеропорту за останні 6 років (див. табл. 2.21).

Таблиця 2.21

Результати виробничо-фінансової діяльності міжнародного аеропорту ім. Хорхе Чавеса

<i>Показники</i>	<i>Значення (тис. дол. США)</i>					
	<i>2013</i>	<i>2014</i>	<i>2015</i>	<i>2016</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>
Дохід від авіаційної	180 426	198 648	216 720	235 570	252 800	271 715

діяльності						
зліт та пасдака	32 233	34 550	36 570	39 790	41 182	43 830
парковка ПЗ	2 890	3 058	3 120	3 470	3 725	3 594
інспекція вантажу	39	68	110	117	133	201
використання н/р пристроїв	11 464	12 614	13 460	15 030	16 733	16 723
заправка палива	20 268	21 758	22 790	25 260	26 563	27 324
обробка вантажу	6 774	6 753	6 850	6 580	6 587	6 775
Сканувальні системи	8 032	8 607	9 113	9 840	10 375	10 852

Закінчення табл. 2.21

Дохід від неавіаційної діяльності	61 620	69 535	79 010	82 710	93 904	101 661
комерційний дохід	66 948	70 142	72 850	78 430	77 384	83 846
паркінг	7 953	8 245	8 585	8 743	9 142	9 424
інші доходи	1 377	1 363	1 298	1 354	1 426	1 225
валовий дохід	235 685	263 212	291 760	316 280	346 704	373 376

У табл. 2.21 можна спостерігати сталу тенденцію збільшення валового доходу авіапідприємства «Lima Airport Partners». У 2018 році показник загального прибутку дістався до пікової позначки у 3 733,76 млн дол.

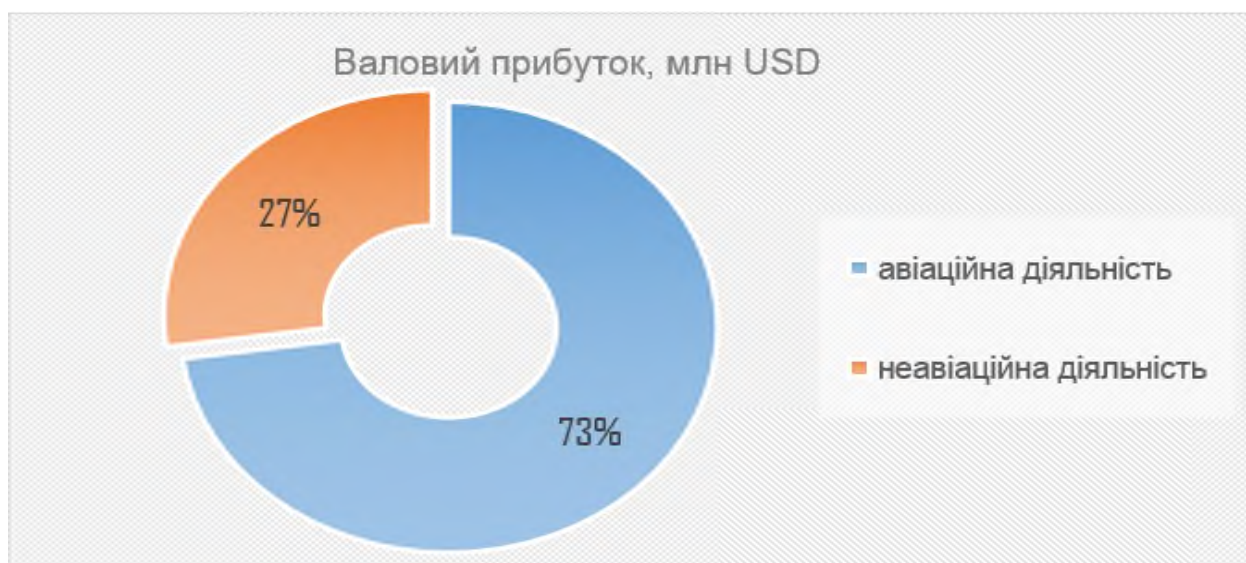


Рис. 2.27. Характеристика розподілу прибутку аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Вантажопотоки міжнародного аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Під час дипломного проектування автор вивчає обсяги перевезень вантажопотоків аеропорту ім. Хорхе Чавеса за такими характеристиками характеристики: загальна характеристика вантажопотоків, характеристика

вантажопотоків за типом та напрямом рейсу, характеристика вантажопотоків за місяцями. На базі звіту компанії «Lima Airport Partners» [41] було побудовано загальну таблицю вантажопотоків (див. додаток Б).

1. Загальна характеристика вантажопотоків.

З отриманої таблиці (див. додаток Б) формуємо таблицю загальної характеристики вантажопотоків за 6 років. Таблиця має вигляд:

Таблиця 2.22

Загальний вантажопотік аеропорту ім. Хорхе Чавеса

<i>Рік</i>	<i>Загальна кількість перевезеного вантажу, тис. тон</i>
2013	191,47
2014	205,95
2015	230,66
2016	315,42
2017	306,57
2018	296,72
2019 (станом на листопад)	254,01

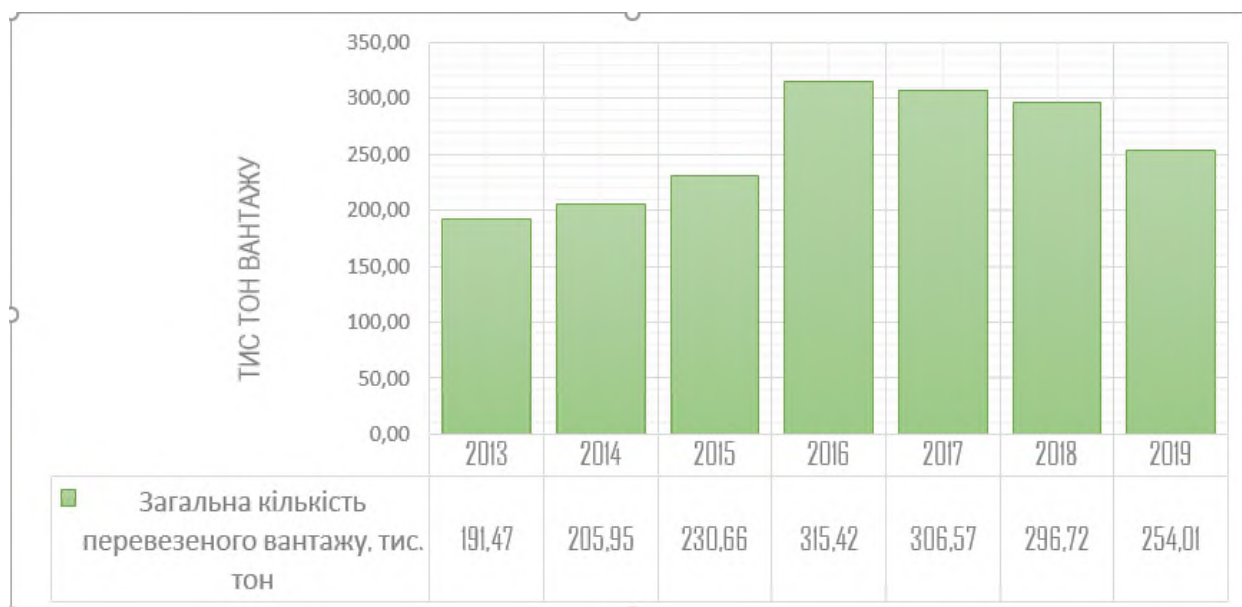


Рис. 2.28. Вантажопотік міжнародного аеропорту ім. Хорхе Чавеса

З гістограми (рис. 2.28) можна зробити висновок, що вантажопотік має спадаючу тенденцію. Після пікового 2016-го року – 315,42 тис тон - значення кількості перевезеного вантажу спадає щорічно \approx на 3 – 10%.

2. Характеристика вантажопотоків за типом та напрямом рейсу.

3 генеральної таблиці (див. додаток Б) формуємо таблицю характеристики вантажопотоків за типом та напрямом рейсу.

Таблиця 2.23

Характеристика вантажопотоків аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Рік	Вантажопотоки, тис. тон					
	Внутрішні			Міжнародні		
	вхідні	вихідні	загальна	вхідні	вихідні	загальна
2013	5,16	14,25	19,40	61,52	110,54	172,06
2014	5,65	17,73	23,38	69,52	113,05	182,57
2015	5,42	18,18	23,59	90,52	116,54	207,06
2016	6,35	19,91	26,27	100,33	188,82	289,15
2017	6,76	21,69	28,45	104,47	173,65	278,12
2018	6,34	19,90	26,25	100,80	169,67	270,47
2019 (станом на листопад)	5,80	19,09	24,89	89,64	139,48	229,12

за типом та напрямом рейсу

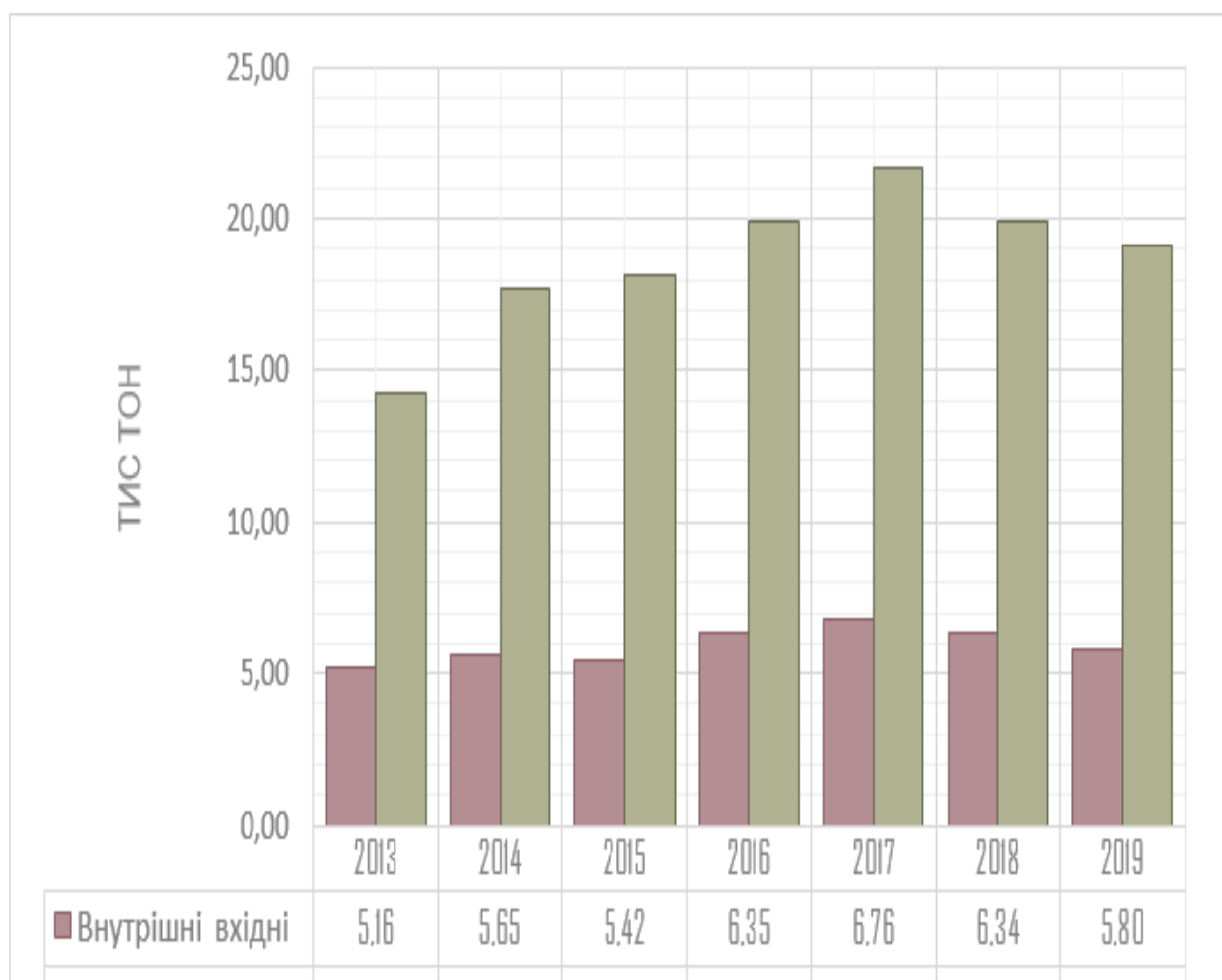


Рис. 2.29. Внутрішній вантажопотік аеропорту ім. Хорхе Чавеса

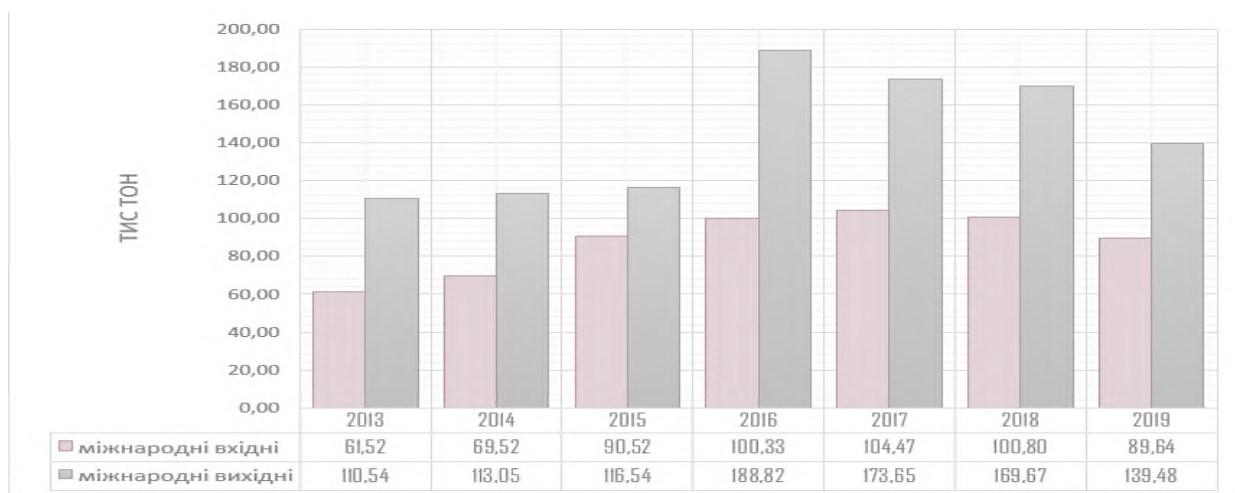


Рис. 2.30. Міжнародний вантажопотік аеропорту ім. Хорхе Чавеса

З рис. 2.29 та рис. 2.30 можемо зробити висновок про орієнтованість аеропорту на міжнародний ринок вантажних авіап перевезень. Варто зазначити, що зростання вантажопотоку на внутрішніх перевезеннях продовжилось і у 2017 році (досягнувши максимального значення у 21,69 тис тон), але на міжнародних маршрутах (див. рис.2.29) у 2017 році відбувся спад у кількості перевезеного вантажу – \approx на **10%**.

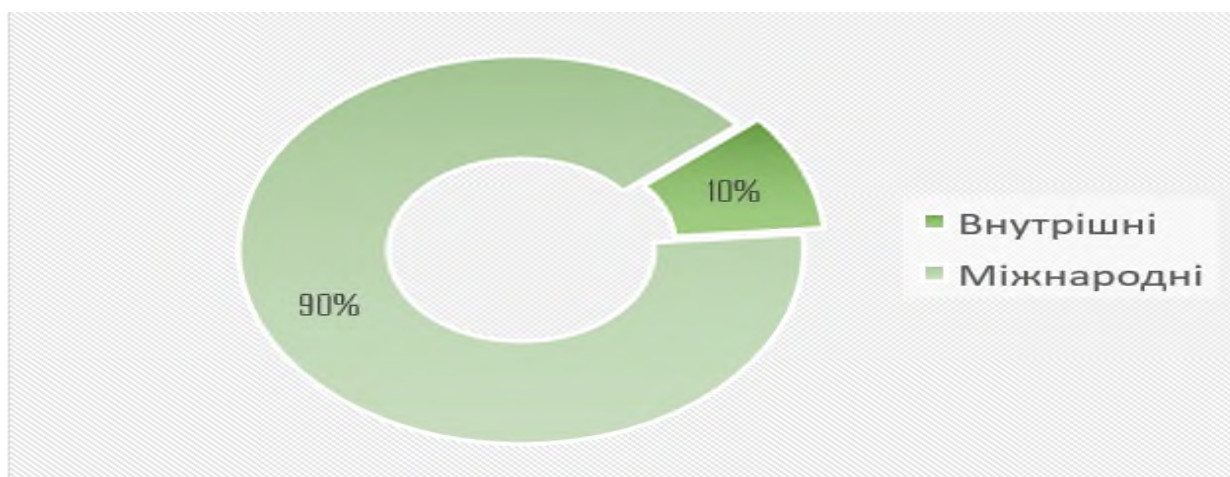


Рис. 2.31. Розподіл вантажопотоку аеропорту ім. Хорхе Чавеса

3. Характеристика вантажопотоків за місяцями.

З генеральної таблиці (див. додаток Б) формуємо таблицю вантажопотоків за місяцями. Таблиця набувають вигляду:

Таблиця 2.24

Вантажопотоки аеропорту ім. Хорхе Чавеса за місяцями

<i>Рік</i>	<i>Місяць</i>	<i>Вантажопотоки, тис. тон</i>
2017	січень	26,89
	лютий	19,09
	березень	21,17
	квітень	22,16
	травень	22,72
	червень	22,12
	липень	25,96
	серпень	27,13
	вересень	29,58
	жовтень	31,96
	листопад	28,43
	грудень	29,36
2018	січень	25,79
	лютий	18,99
	березень	24,45
	квітень	23,16
	травень	22,88
	червень	22,21
	липень	24,75
	серпень	25,30
	вересень	26,81
	жовтень	28,15
	листопад	26,57
	грудень	27,66
2019	січень	23,92
	лютий	18,80
	березень	21,93
	квітень	20,94
	травень	21,20
	червень	21,27
	липень	25,04

серпень	24,62
вересень	25,70
жовтень	25,13
листопад	25,48

Для наочності побудуємо гістограму залежності вантажопотоку від місяців:

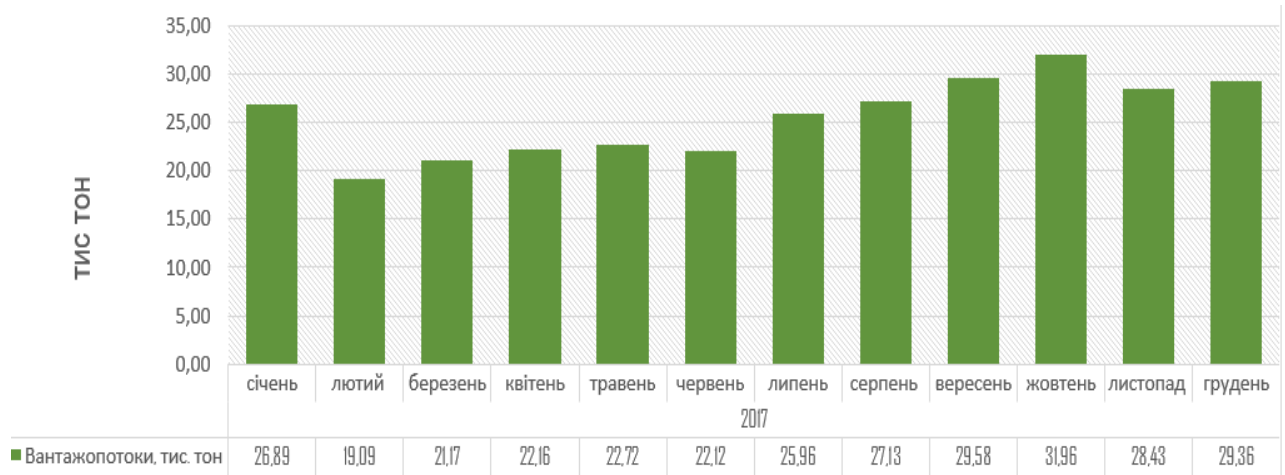


Рис. 2.32. Вантажопотік аеропорту ім. Хорхе Чавеса за 2017 рік

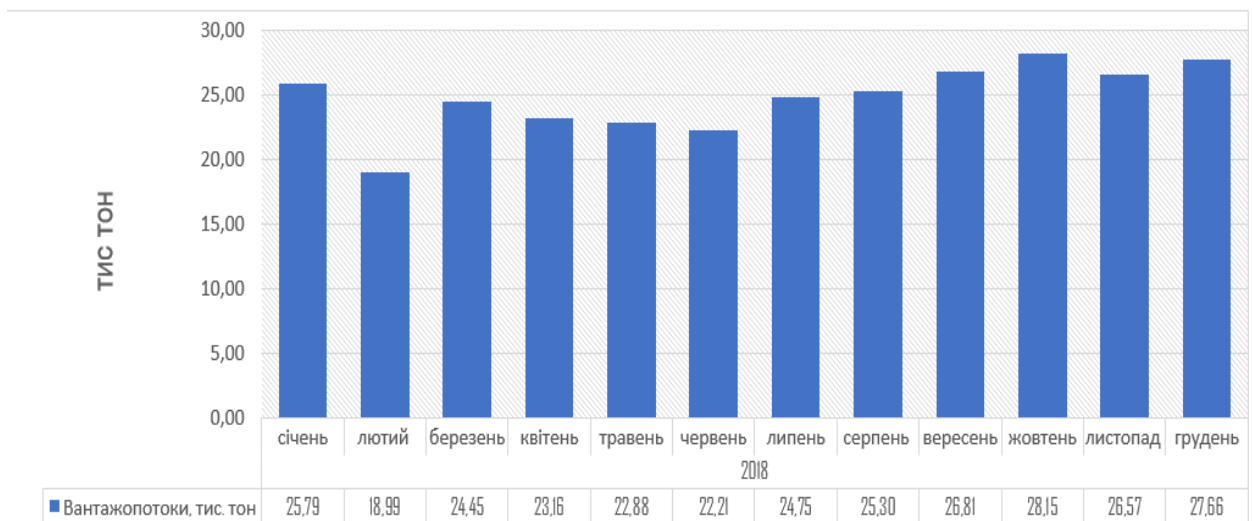


Рис. 2.33. Вантажопотік аеропорту ім. Хорхе Чавеса за 2018 рік

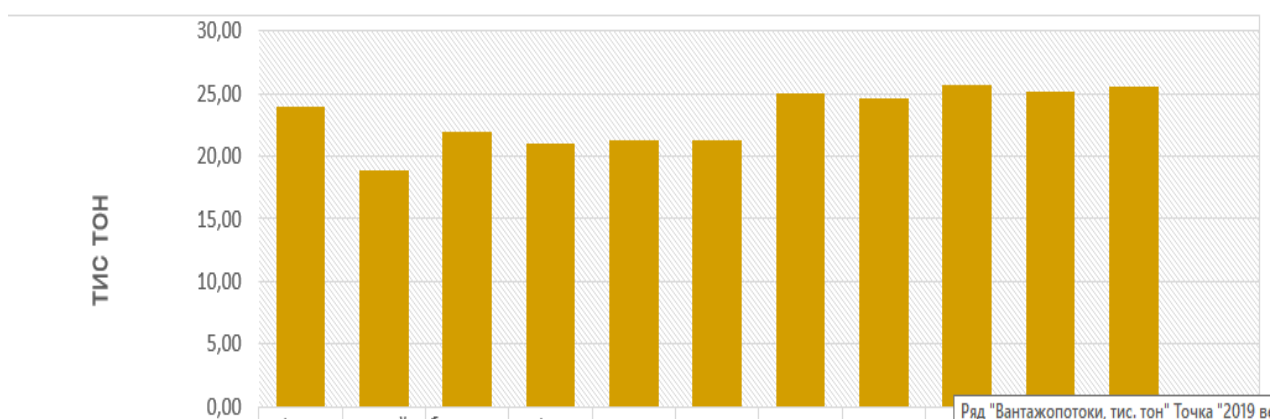


Рис. 2.34 Вантажопотік аеропорту ім. Хорхе Чавеса за 2019 рік

З рис. 2.32-2.34 можна зробити висновок, що найбільш завантаженими місяцями за показником вантажопотоку є жовтень, листопад та грудень.

Забезпечення безпеки в міжнародному аеропорту ім. Хорхе Чавеса

Таблиця 2.25

Структура апарату безпеки аеропорту ім. Хорхе Чавеса

№	Назва	Акронім	Роль
<i>Внутрішні</i>			
1	Operational Safety Service	SMS	Охорона та моніторинг
2	Aviation Security Service	AVSEC	Охорона та моніторинг
<i>Координація з державним сектором</i>			
1	Міграційна служба	-	Міграційний контроль. Координація впровадження та конфігурації 12 нових біометричних воріт (електронних воріт) у міграційній зоні в рамках проекту "Автоматизований міграційний контроль на контрольному посту JCIA".
2	Митна та податкова служба	SUNAT	Митний та податковий контроль.
3	Національна поліція Перу	PNP	Угода з Міністерством внутрішніх справ, метою якої є забезпечення всебічної безпеки аеропорту. Були вжиті такі заходи для посилення та/або збільшення кількості працівників міліції для контролю як торгівлі всередині терміналу, так і навколо нього.

У 2018-2019 роках JCIA:

- заключили договір з національною поліцією Перу (DIVSAFL) щодо залучення останніх у забезпеченні захисту аеропорту від актів незаконного втручання;

- щомісяця проводили тестування системи безпеки для виявлення її слабких місць;
- розробили тренінги AVSEC для співробітників служби безпеки;
- збільшили кількість відеокамер у системі відеоспостереження (CCTV) до 500, що покращило стандарти обладнання безпеки, а також гарантувало постійний моніторинг аеропорту;
- разом з комітетом з боротьби з наркотиками розробили кампанію з метою ознайомлення співробітників з ризиками, пов'язаними з незаконним обігом наркотиків;
- організували заходи безпеки в JCIA в рамках важливих подій, таких як «Summit of the Americas».

З отриманих під час аналізу даних [41] була сформована таблиця збоїв системи забезпечення безпеки аеропорту ім. Хорхе Чавеса за 5 років.

Таблиця 2.26

Збій системи забезпечення безпеки аеропорту ім. Хорхе Чавеса

<i>№</i>	<i>АНВ</i>	
1	2014	7
	2015	7
	2016	10
	2017	8
	2018	4
2	<i>Операційні інциденти</i>	
	2014	57
	2015	53
	2016	60
	2017	47
	2018	19
3	<i>Інші</i>	
	2014-2018	1

Проаналізувавши основні показники виробничо-фінансової діяльності міжнародного аеропорту ім. Хорхе Чавеса - фінансові показники, вантажопотоки аеропорту - можна дійти до висновку, що тенденція розвитку аеропорту збережеться і надалі, незважаючи на невеликий спад показників вантажопотоку.

Однак, разом з позитивними аспектами розвитку з'являються нові загрози і ризики, що впливають на діяльність і стан авіапідприємства. В даному випадку маються на увазі загрози безпеки аеропорту.

2.4. Дослідження діяльності міжнародного аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

Міжнародний аеропорт ім. Елефтеріуса Венізелоса (IATA: АТН, ICAO: LGAV) - найбільший аеропорт Греції, котрий знаходиться в місті Афіни. Розташований в 17-ти кілометрах від центру Афін. Площа функціональної території аеропорту складає 1300 гектарів, а площа відчуженої під потреби аеропорту території - 1700 гектарів.

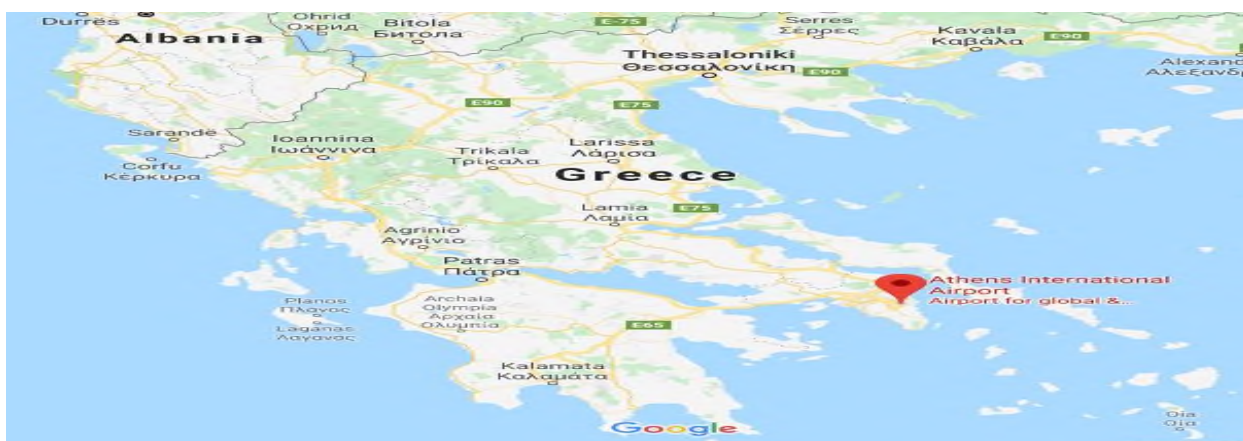


Рис. 2.35. Розташування аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

Власником є компанія Athens International Airport S.A., головним акціонером якої є уряд Греції (55% акцій), а інша частина належить німецькій компанії «Hochtief.» Аеропорт стає все більш популярним в якості хаба для Південно-Східної та Східної Азії: для рейсів до Бангкока, Дохи, Сінгапур і Пекін.

Таблиця 2.27

Злітно-посадкові смуги аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

Напряμ	Δοβζινα		Τυπ ποοερχνι
	φτ	μ	
03R/21L	13,123	4,000	Ασφαλτ
03L/21R	12,467	3,800	Ασφαλτ

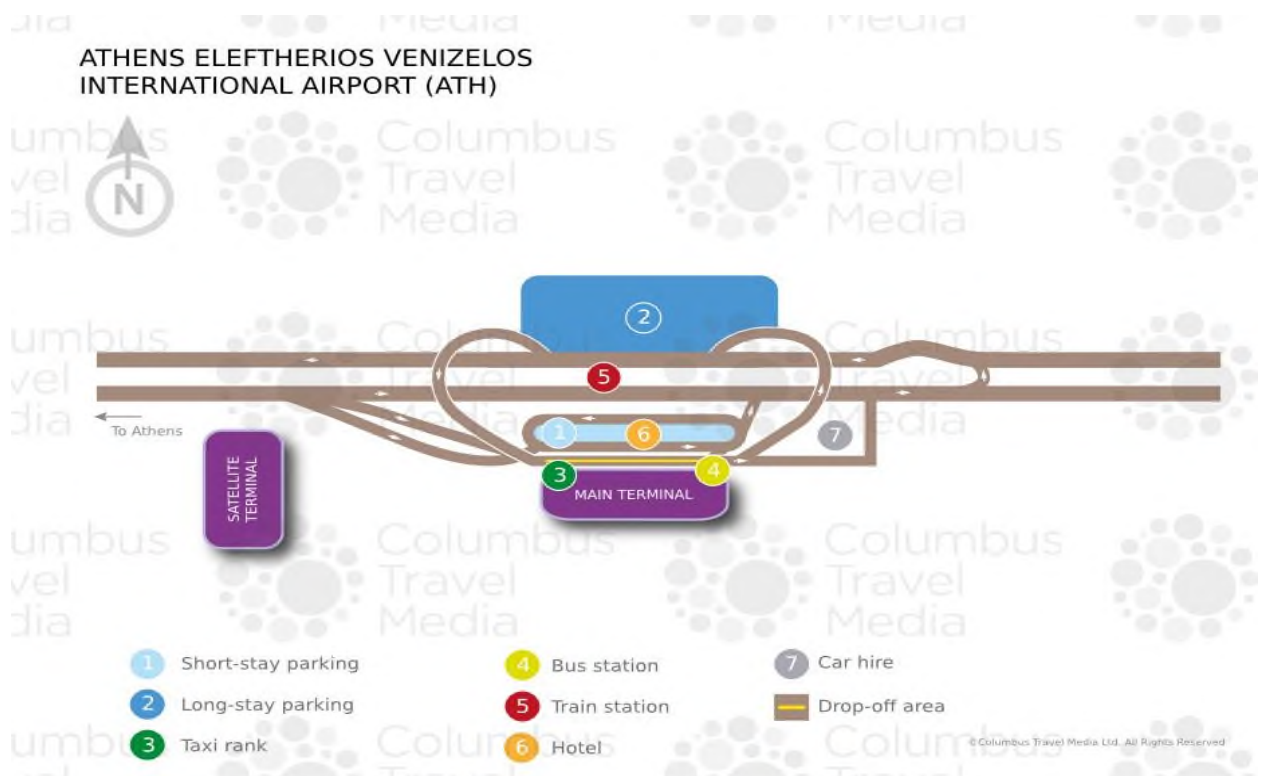


Рис. 2.36. Схема под’їзних шляхв аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

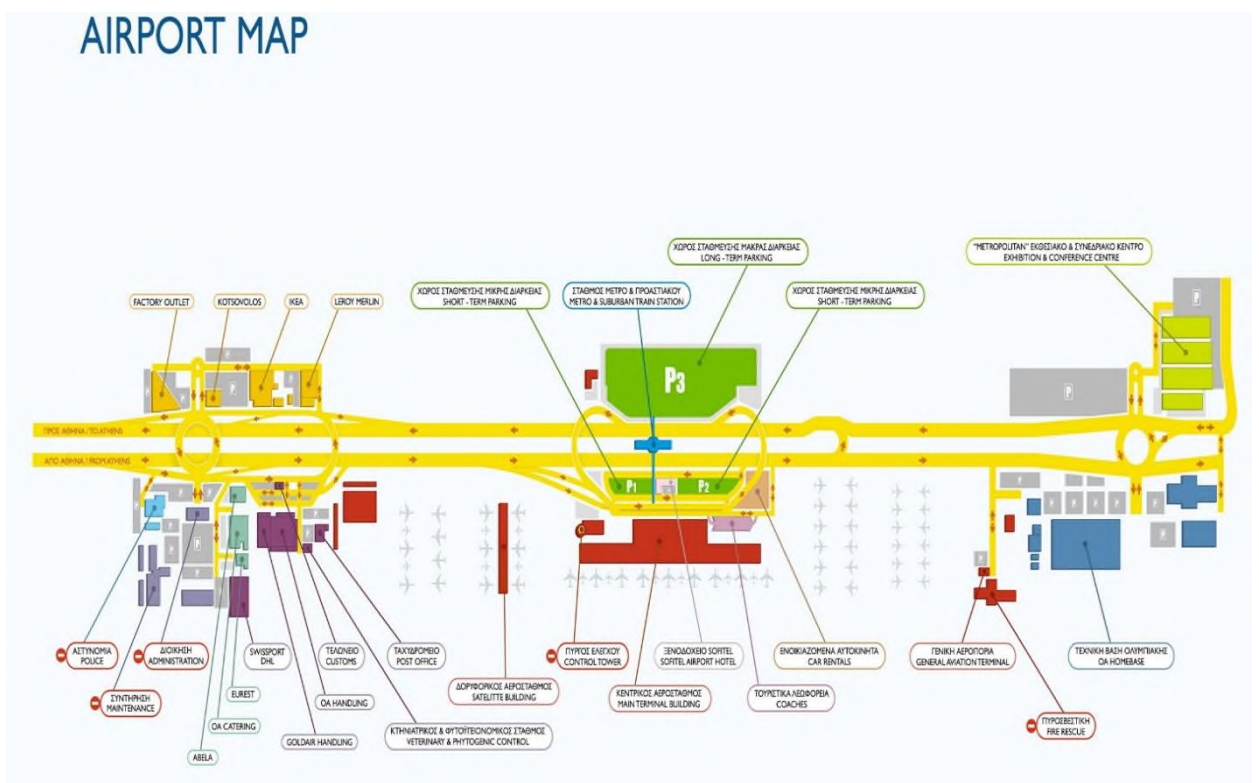


Рис. 2.37. Загальна схема аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

На даний час в аеропорту функціонують два термінали, головний термінал та додатковий (satellite) термінал, доступ до якого здійснюється за допомогою підземного зв'язку з основного терміналу.



Рис. 2.38. Зона прибуття аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса



Рис. 2.39. Зона відправлення аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

Головний термінал

У головному терміналі розташовані 144 реєстраційних бюро аеропорту. Має три окремі рівні: для прибуття, для відправлення та фуд-корт на першому поверсі з видом на східну ЗПС. Термінал оснащено чотирнадцятьма мостами та одинадцятьма стрічковими транспортерами для багажу.

Зал «А» використовується для перельотів до нешенгенських та неєвропейських країн. Зал «В» обслуговує рейси до внутрішньо-шенгенських країн, а також внутрішні рейси.

У березні 2018 року Міжнародний аеропорт Афін опублікував тендер на фізичне розширення південних крил головного терміналу. У тендері було передбачено розширення будівлі загальною площею приблизно 14950 квадратних метрів на п'яти рівнях.

Додатковий термінал

Додатковий термінал має два рівні: один для прильоту та другий для вильоту. Термінал оснащено десятьма мостами і здатний обслуговувати щорічний пасажиропотік у шість мільйонів пасажирів. Серед авіакомпаній, що використовують його: Ryanair, Easyjet, Vueling, Eurowings, Norwegian, Transavia та Transavia France, TUIfly Belgium, Brussels Airlines, Aer Lingus, Air Transat та Scoot.



Рис. 2.40. Схема розташування пірсів аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

Таблиця 2.28

Вантажні перевезення у аеропорті ім. Елефтеріоса Венізелоса

<i>Авіалінії</i>	<i>Напрямок</i>
ASL Airlines Belgium	Бергамо, Ларнака, Льєж
Atlas Air	Мюнхен
DHL Aviation	Лейпциг/Галле, Бергамо, Салоніки
Emirates Sky Cargo	Дубай
FedEx Express	Кельн/Бонн, Дубай, Париж-Шарль де Голль, Тель-Авів-Бен-Гуріон
Lufthansa Cargo	Франкфурт
Royal Jordanian Cargo	Амман, Ларнака
Star Air (Maersk)	Копенгаген, Мюнхен
Swiftair	Мадрид
UPS Airlines	Любляна, Мілан-Мальпенса, New York-JFK, Париж-Шарль де Голль

Виробничо-фінансові показники діяльності аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

Згідно з щорічними звітами компанії «Athens International Airport S.A.» [42], яка є власником акцій аеропорту, до основних показників виробничо-фінансової діяльності даного аеропорту належать: операційні витрати, амортизація, інвестиції, чистий дохід, прибуток та інші. Базуючись на вищезазначених звітах, можна скласти таблицю статистики фінансових показників діяльності аеропорту за останні 6 років (див. табл. 2.29).

Таблиця 2.29

Результати виробничо-фінансової діяльності аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

Показники	Значення (млн.євро)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Загальні операційні доходи	272,04	315,60	371,31	406,64	433,53	478,71

Витрати на персонал	39,23	41,42	40,62	41,76	41,71	45,42
Аутсорсинг витрат	27,96	49,73	50,70	49,50	53,46	55,01
Зв'язки з громадськістю та маркетингові витрати	2,98	3,34	4,16	4,66	4,24	5,27
Витрати на утилізацію	9,27	8,05	8,01	8,55	8,79	9,22
Страхові внески	2,75	2,42	2,13	1,83	1,68	1,68
Чисті резерви та збитки від знецінення	-0,75	-0,22	-2,56	7,92	6,64	0,00

Закінчення табл. 2.29

Інші операційні витрати	6,99	6,79	7,51	12,93	16,52	17,68
Загальні операційні витрати	108,43	111,52	110,58	134,75	149,02	153,21
ЕБІТДА (доподатковий прибуток)	162,60	204,09	260,72	271,89	284,51	325,51
Амортизація	71,21	71,68	74,40	74,21	76,56	77,47
Операційний прибуток	92,39	132,41	186,32	197,68	207,95	248,04
Фінансовий прибуток	7,70	0,64	0,66	0,43	0,12	0,02
Фінансові витрати	-45,91	-42,42	-39,25	-34,64	-29,60	-25,19
Чисті фінансові витрати	-38,77	-41,78	-38,59	-34,20	-29,49	-25,18
Субсидії	39,76	36,05	32,11	25,58	21,36	16,83
Неоподаткований прибуток	93,95	126,68	179,84	189,06	199,83	239,68
Витрати з податку на прибуток	-34,94	34,86	-59,18	-56,67	-59,78	-68,64
Оподаткований прибуток	59,00	91,82	120,66	132,39	140,05	171,04
Основний прибуток на акцію	1.97	3.06	4.02	4.41	4.67	5.70

У табл. 2.29 можна спостерігати тенденцію збільшення показника операційних витрат авіапідприємства «Athens International Airport S.A.» \approx на 10% щорічно. Слід зазначити, що разом з показником витрат збільшується і операційний прибуток щорічно \approx на 20%. У 2018 даний показник дістався позначки 248,04 млн. євро.

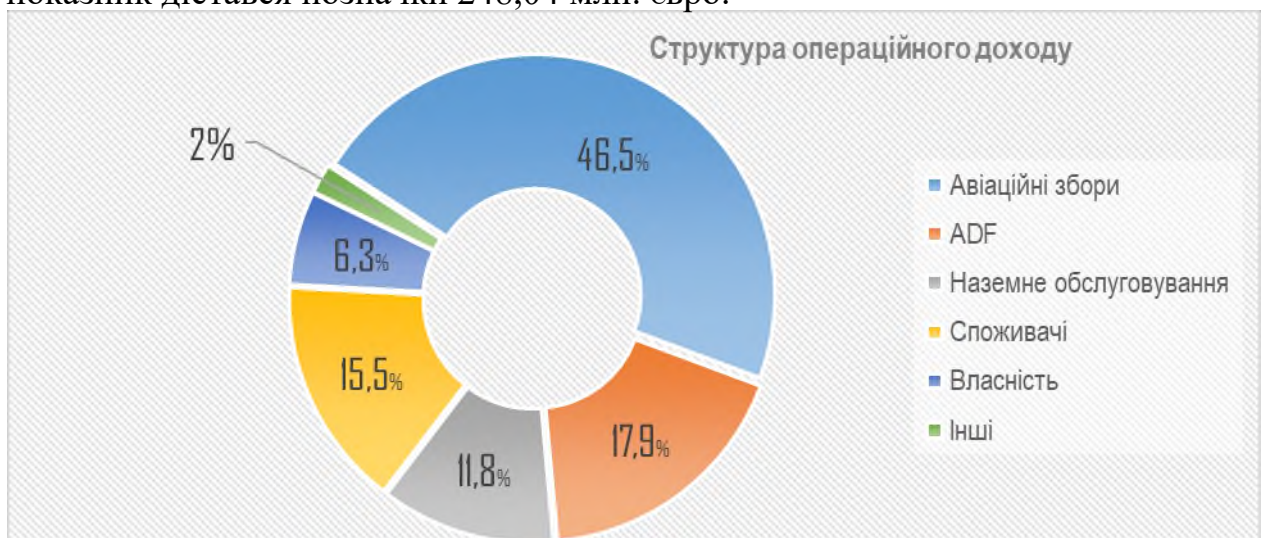


Рис. 2.41. Структура операційного доходу аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

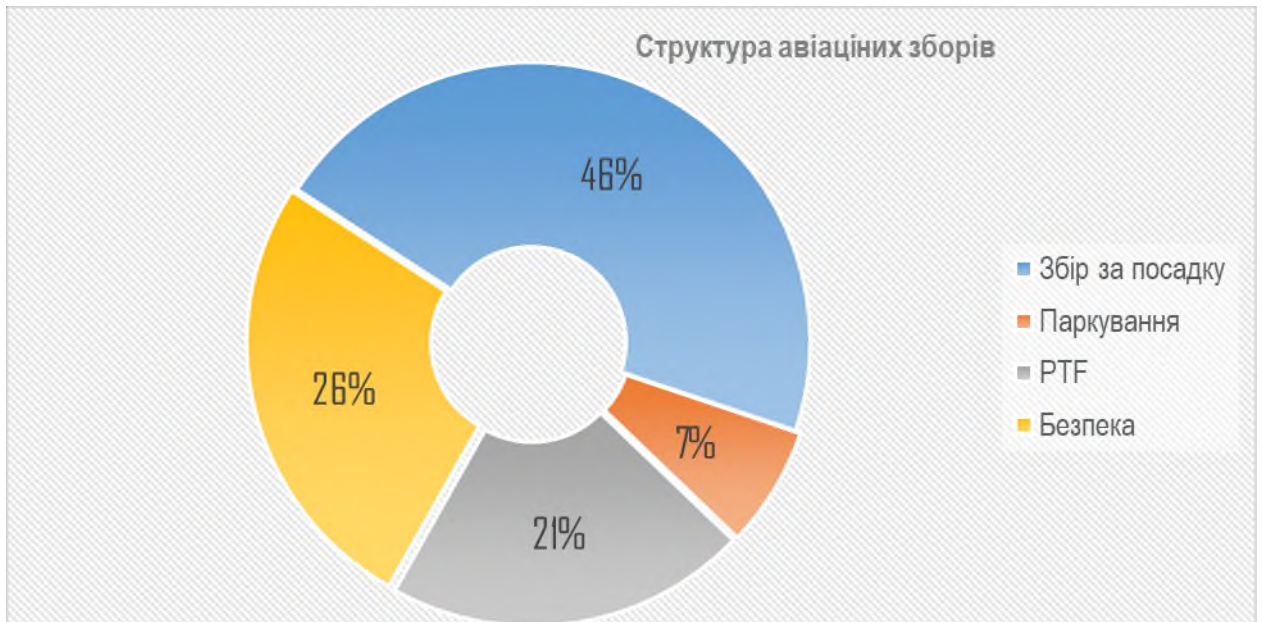


Рис. 2.42. Структура авіаційних зборів аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

Вантажопотоки аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

На базі звіту компанії «Athens International Airport S.A.» [ссылка] та статистики обсягів перевезень [42], було побудовано генеральну таблицю вантажопотоків (див. додаток В).

1. Характеристика рейсів аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса.

З отриманої таблиці (див. додаток В) формуємо таблицю загальної характеристики авіарейсів за 6 років. Створена таблиця має наступний вигляд:

Таблиця 2.30

Загальна характеристика рейсів аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

<i>Рік</i>	<i>Загальна кількість зльотів і посадок, тис</i>
------------	--

	<i>Внутрішні рейси</i>	<i>Міжнародні рейси</i>	<i>Загальна</i>
2013	64,88	75,57	140,45
2014	67,23	87,30	154,53
2015	74,74	101,42	176,16
2016	79,53	109,62	189,15
2017	81,82	114,13	195,95
2018	90,53	126,56	217,09

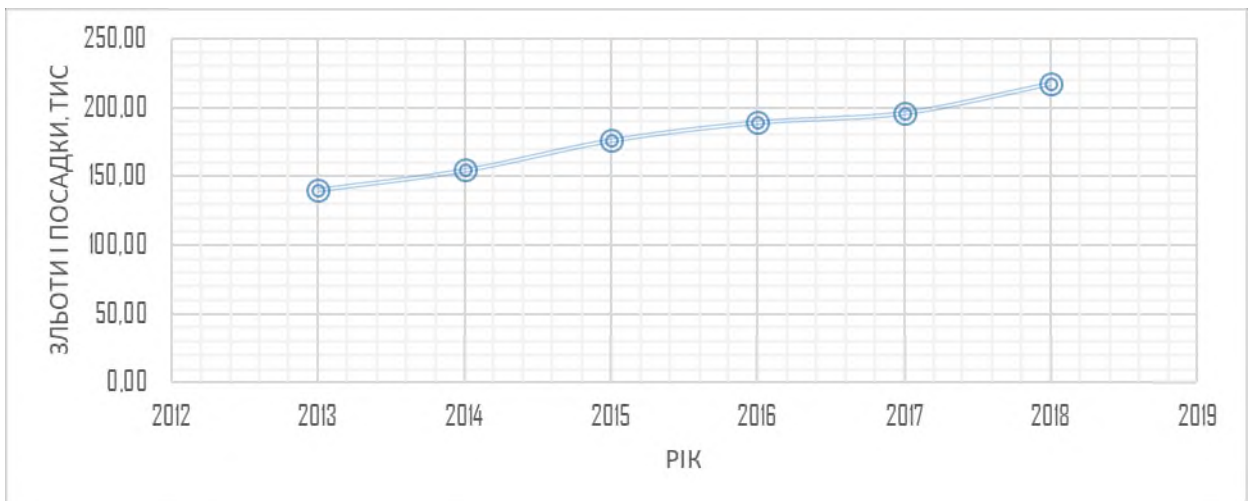


Рис. 2.43. Загальна кількість зльотів і посадок в аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

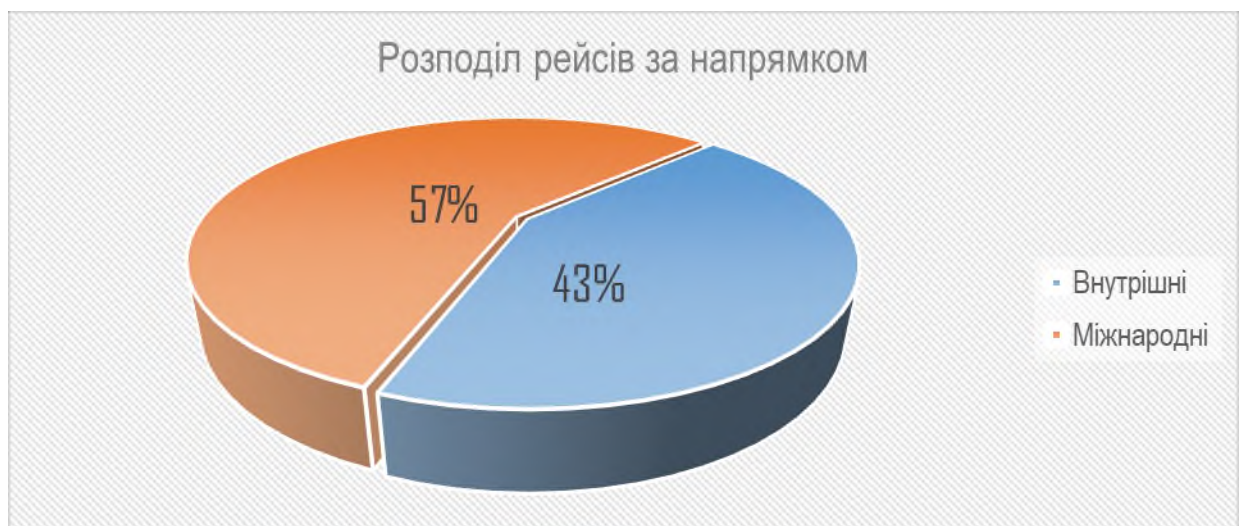


Рис. 2.44. Розподіл рейсів за напрямком в аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

На рис. 2.43 спостерігається стійка щорічна тенденція збільшення кількості рейсів в аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса. З рис. 2.44 можна

зробити висновок про досить рівномірний розподіл рейсів за напрямком, що можна пояснити «розкиданістю» острівної території Греції.

2. Характеристика вантажопотоків аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса.

З таблиці (див. додаток В) формуємо таблицю загальної характеристики вантажопотоків за 6 років. Створена таблиця набуває наступного вигляду:

Таблиця 2.31

**Загальна характеристика вантажопотоків
аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса**

Рік	Вантаж, тис тон				Пошта, тис. тон	Загальна, тис тон
	вхідні	вихідні	загальна	транзитні /трансферні		
2013	30 827,74	34 464,50	65 292,23	4 896,92	9 483,40	74 775,63
2014	32 312,79	36 712,66	69 025,45	5 176,91	9 312,51	78 337,96
2015	32 740,25	39 080,80	71 821,05	5 386,58	8 661,71	80 482,76
2016	36 430,12	42 935,83	79 365,95	5 952,45	9 111,05	88 477,00
2017	37 913,13	43 882,69	81 795,82	5 199,20	7 974,03	89 769,85
2018	38 376,64	46 199,35	84 575,99	4 724,53	7 997,03	92 573,02



Рис. 2.45. Вантажопотік в аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

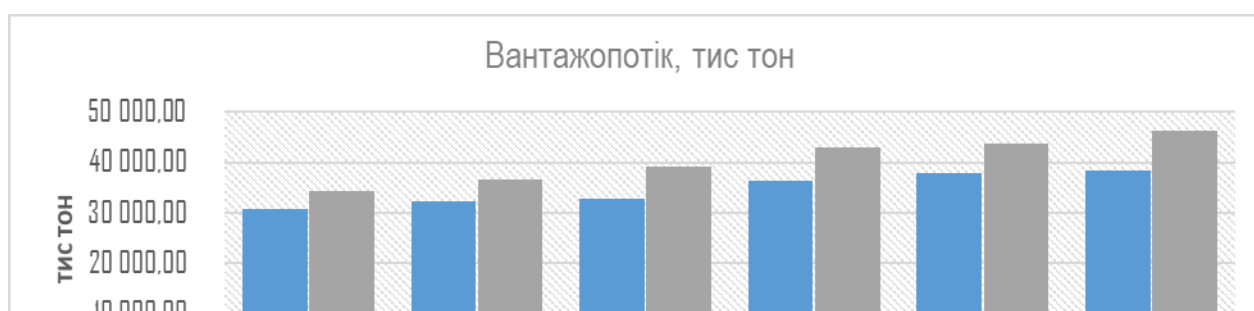


Рис. 2.46. Розподіл вантажопотоку в аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

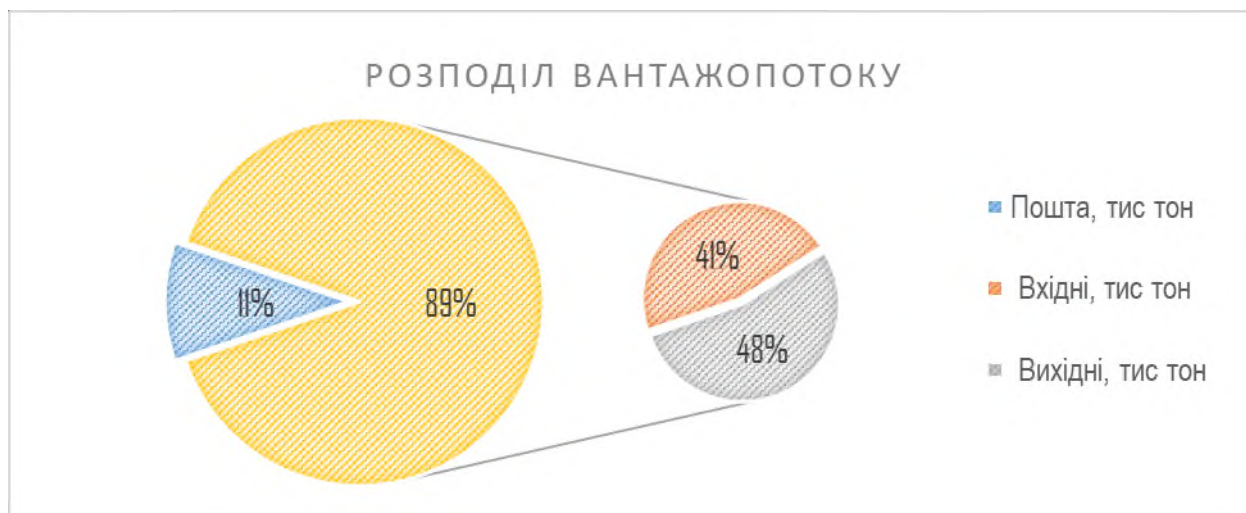


Рис. 2.47. Розподіл вантажопотоку в аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

З рис. 2.44 – 2.46 можна зробити висновок про тенденцію зростання показника вантажопотоку щорічно, яка збережеться і надалі. У 2018 році було перевезено найбільшу кількість вантажу за досліджуваний період – 92, 6 млн. тон.

3. Характеристика вантажопотоків за місяцями.

З генеральної таблиці (див. додаток В) формуємо таблиці вантажопотоку за місяцями за 2016-2018 роки. Таблиця набувають вигляду:

Таблиця 2.32

Вантажопотоки аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса за місяцями

Період		Вантажопотік , тис тон	
Рік	Місяць	Вантаж	Пошта
2016	січень	5 575,40	793,36
	лютий	6 040,08	721,73
	березень	6 819,84	745,71

	квітень	6 851,05	757,48
	травень	6 522,59	527,36
2016	червень	7 101,65	754,36
	липень	7 086,84	728,44
	серпень	6 123,67	653,52
	вересень	6 925,38	774,50
	жовтень	6 489,78	816,76
	листопад	6 560,12	834,40
	грудень	7 269,55	1 003,45

Закінчення табл. 2.32

2017	січень	5 711,38	697,87
	лютий	5 614,52	632,11
	березень	7 018,33	729,34
	квітень	6 393,62	660,57
	травень	7 647,59	648,73
	червень	7 304,16	599,90
	липень	7 372,46	590,73
	серпень	6 643,87	550,56
	вересень	7 134,23	612,82
	жовтень	7 293,22	721,70
	листопад	6 771,92	705,29
	грудень	6 890,53	824,42
2018	січень	6 206,41	671,20
	лютий	5 870,48	537,73
	березень	7 606,26	669,84
	квітень	6 952,58	635,75
	травень	7 743,90	664,96
	червень	7 897,33	630,20
	липень	7 636,98	632,10
	серпень	6 514,03	677,71
	вересень	7 185,05	636,42
	жовтень	7 457,26	748,98
	листопад	6 872,06	684,93
	грудень	6 633,66	807,21

Для наочності побудуємо гістограми залежності вантажопотоку від місяців за 2016-2018 роки (див. рис. 2.48 – 2.50).

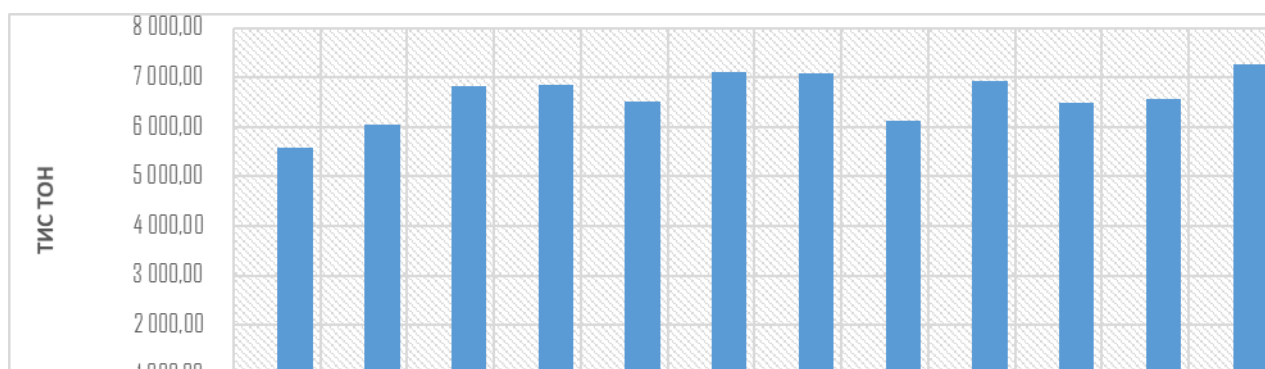


Рис. 2.48. Розподіл вантажопотоку аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса за 2016 рік

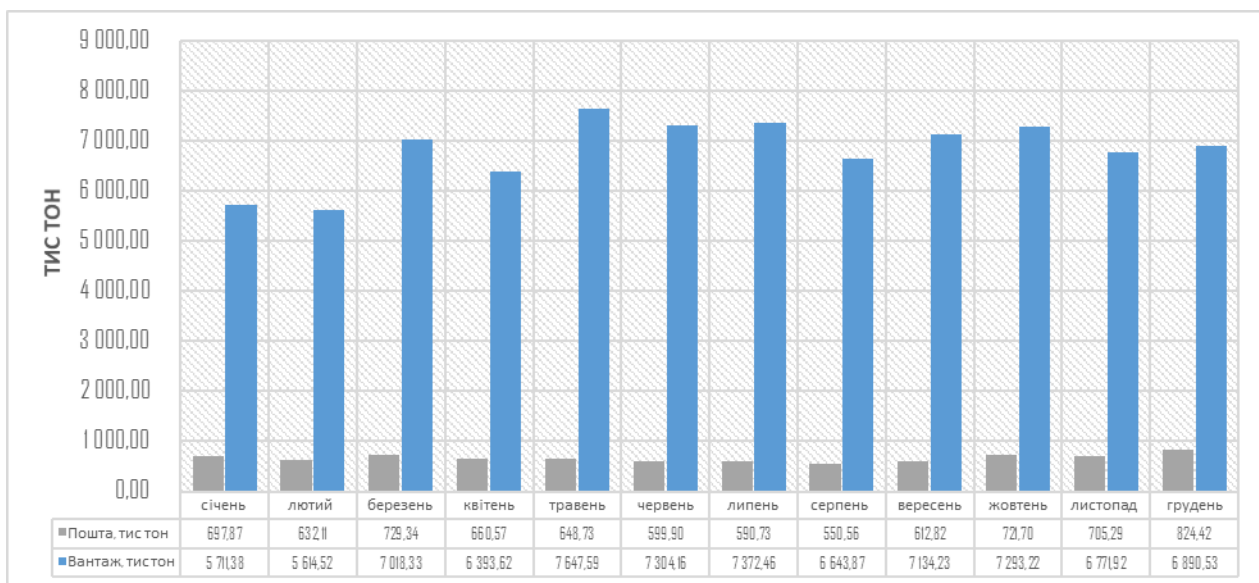


Рис. 2.49. Розподіл вантажопотоку в аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса за 2017 рік

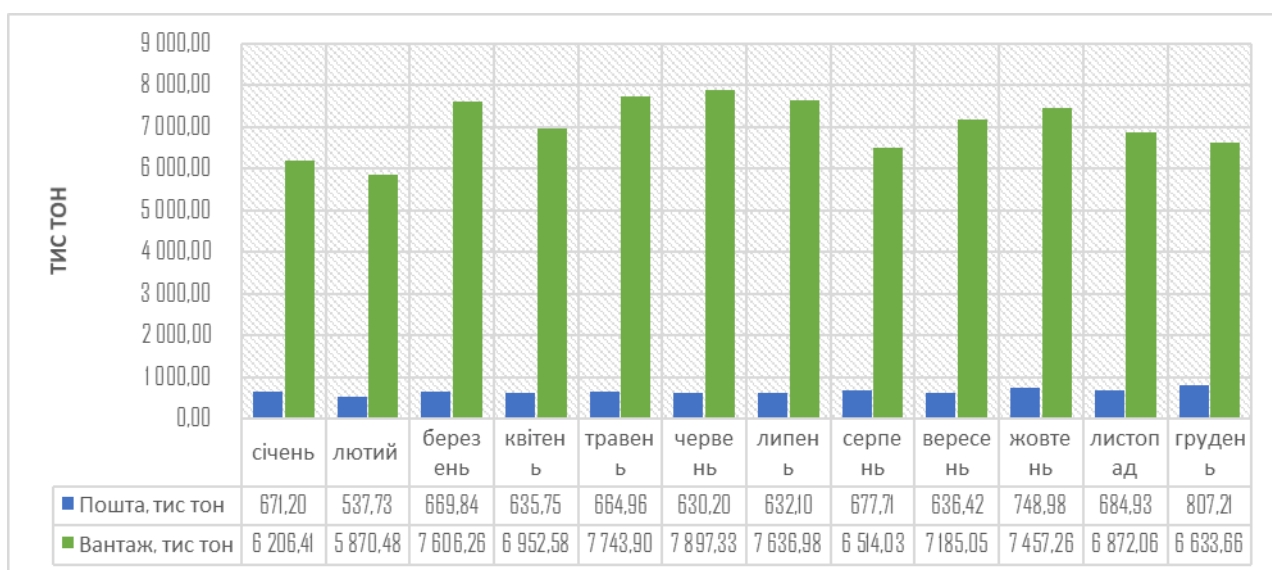


Рис. 2.50. Розподіл вантажопотоку в аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса за 2018 рік

З рис. 2.47-2.49 можна зробити висновок, що найбільш завантаженими місяцями за показником вантажопотоку є червень, липень та жовтень.

Забезпечення безпеки в аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса

В аеропорту ім. Елефтеріоса Венізелоса протягом останніх 10 років існує практика залучення до забезпечення безпеки компанії «ICTS Hellas». До служби авіаційної безпеки аеропорту входить близько 550 агентів, які займаються перевіркою пасажирів та багажу, контроль доступу та охорону критичних частин, охорона ПС, перевірка документів та забезпечення безпеки вантажу.

Ключові етапи становлення системи безпеки аеропорту:

1. У 2005 році команда з провідних фахівцями з питань авіаційної безпеки та інженерами безпеки компанії «ICTS Hellas» провела всебічне вивчення території аеропорту та розробила детальний план щодо забезпечення безпеки АІА, які відповідають новим регламентам ЄС.

2. У 2007-2009 році відбулося оновлення системи перевірки пасажирів та багажу у шенгенській та нешенгенській зонах аеропорту.

3. Щорічно система безпеки проходить 175 зовнішніх аудитів та перевірок.

У 2019 році аеропорт Афін став першим аеропортом Європи, який випробував технологію «Smart Path SITA». Принцип роботи технології SITA Smart Path заснований на розпізнаванні лицьових біометричних даних, що допомагає автоматизувати шлях пасажира від реєстрації до посадки.

Дана технологія дозволяє не пред'являти документи на кожному етапі поїздки: після реєстрації пасажиру необхідно лише відсканувати обличчя.

Система «SITA Smart Path» включає в себе: мобільну стійку самообслуговування для реєстрації за допомогою біометричних даних; термінали Self-bag-drop для самостійної здачі багажу з біометричної верифікацією; турнікети eGates; система управління ідентифікацією, яка збирає дані пасажирів і потім порівнює їх із біометричною інформацією.



Рис. 2.51. Можливості технології «SITA Smart Path»

Таблиця 2.33

Збій системи безпеки аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

<i>№</i>	<i>Інциденти</i>	
1	<i>Інциденти в аеропорту (за участю ПС)</i>	
	2014	10
	2015	8
	2016	7
	2017	16
	2018	13
2	<i>Інциденти в аеропорту (без участі ПС)</i>	
	2014	14
	2015	16
	2016	34
	2017	13
	2018	4
3	<i>АНВ</i>	
	2014	-
	2015	8
	2016	10
	2017	15
	2018	7

Проаналізувавши основні показники виробничо-фінансової діяльності міжнародного аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса, можна дійти до висновку, що тенденція розвитку аеропорту збережеться і надалі. Однак, разом з позитивними аспектами розвитку з'являються негативні: загрози і ризики, що впливають на діяльність і стан авіапідприємства.

2.5. Дослідження діяльності морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі

Порт Нью-Йорка і Нью-Джерсі - портовий округ у межах Нью-Йорка і Нью-Йорка, який є одним із найбільших у світі. В округ входить система судноплавних водних шляхів у межах Нью-Йорка і північного заходу штату Нью-Джерсі з береговою лінією протяжністю близько 1050 км. Порт складається з комплексу приблизно 386 км транспортних каналів, а також кріплень і портових споруд.



Рис. 2.52. Розташування морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

Будучи однією з найбільших природних гаваней в світі, портовий округ займає третє місце по тоннажу в США і є одним з найбільш завантажених на Східному узбережжі. За рік через портовий округ проходить приблизно 3 200 000 TEU-контейнерів і 700 000 автомобілів. В окрузі є дві зони зовнішньої торгівлі: FTZ 1 (розташована в Нью-Йорку) та FTZ 49 (розташована в Нью-Джерсі).



Рис. 2.53. Аерофотознімок портового округу

Характеристика порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

Максимально-можлива осадка судна	15,24 м (50 футів)
Максимально-можлива висота судна	69,5 м (228 футів) - обмеження за мостом Веррацано
	65,5 м (215 футів) – обмеження за мостом Байонн

У 1921 році була створена Державна портова адміністрація Нью-Йорка та Нью-Джерсі, яка, окрім нагляду за морською інфраструктурою, відповідає за транспортні переправи та систему транзиту між Нью-Йорком та Нью-Джерсі, а також декількома аеропортами регіону. Адміністрація порту утримує власну поліцію., яка займається запобіганням злочинній діяльності. З 1826 року обслуговуванням гавані займається Інженерний корпус армії Сполучених Штатів. Берегова охорона Сполучених Штатів займається питаннями плавучого сміття, розливів палива, рятування суден та протидії тероризму.



Рис. 2.54. Схема морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

Вантажна інфраструктура

- Аеропорти:

Аеропорти в порту Нью-Йорк та Нью-Джерсі створюють найбільшу систему аеропортів у США, другу в світі за пасажиропотоком, і першу в світі за загальним обсягом перевезень.

- Контейнерні термінали:

У порту є чотири контейнерні термінали, сукупний обсяг яких робить його найбільшим на Східному узбережжі, третім за завантаження у Сполучених Штатах та 20-м у світі. Термінали:

- Морський термінал Howland Hook;
- Морський термінал Порт-Джерсі;
- Морський термінал «Порт Ньюарк-Елізабет»;
- Морський термінал Red Hook.

Термінали здаються в оренду різним портовим операторам, таким як: «A.P. Moller-Maersk Group», «American Stevedoring», «NYCT» та «Global Marine Terminal».

- ExpressRail:

ExpressRail - залізнична мережа на основних контейнерних терміналах порту, що підтримує інтермодальний тип перевезення.

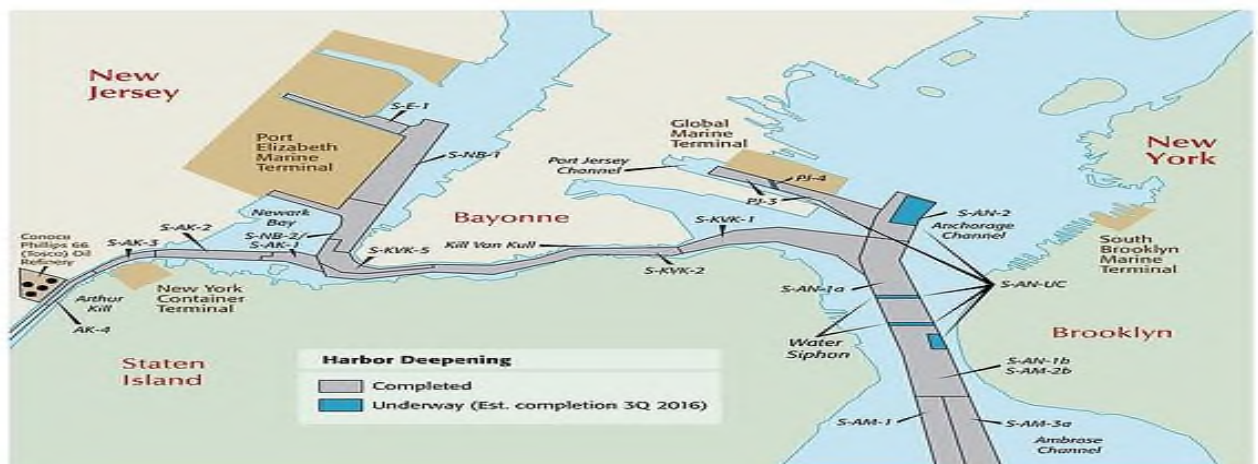


Рис. 2.55. Схема каналів морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

Виробничо-фінансові показники діяльності морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі

За щорічними звітами Державної портової адміністрації Нью-Йорку та Нью-Джерсі [43] можна скласти таблицю статистики фінансових показників діяльності морського порту за останні роки.

Таблиця 2.35

**Результати виробничо-фінансової діяльності
морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі**

Показники	Значення (млрд.дол)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Валові операційні доходи						
Винагороди та тарифи	1,542	1,554	1,719	1,865	1,874	1,865
Оренда	1,250	1,301	1,447	1,565	1,609	1,665
Авіаційні збори	1,011	1,058	1,064	1,112	1,128	1,192
Паркування та інше	0,326	0,322	0,360	0,399	0,378	0,384
Комунальні послуги	0,146	0,149	0,145	0,139	0,140	0,149
Інше	0,102	0,098	0,093	0,087	0,083	0,079
всього	4,377	4,482	4,827	5,167	5,211	5,335

Закінчення табл. 2.35

Операційні витрати						
Компенсація працівникам, включаючи пільги	1,128	1,188	1,179	1,290	1,343	1,338
Контрактні послуги	0,764	0,798	0,834	0,853	0,880	0,935
Матеріали обладнання та інше	0,256	0,277	0,252	0,265	0,253	0,298
Інші	0,633	0,661	0,636	0,605	0,657	0,671
всього	2,781	2,923	2,901	3,013	3,133	3,242
Неопераційні доходи						
Фінансовий дохід	0,028	0,041	0,045	0,042	0,048	0,077
Платежі, пов'язані з WTC	-0,001	0,006	0,037	0,041	0,065	0,065
Гранти	0,216	0,208	0,101	0,064	0,040	0,024
Неопераційні витрати	0,548	0,503	0,792	0,810	0,788	0,835

У табл. 2.35 можна спостерігати стійку щорічну тенденцію збільшення операційних витрат у морському порті. Також слід зазначити, що і валові операційні доходи порту мають зростаючу тенденцію – \approx на 5 – 10% щорічно. У 2018 році даний показник дістався максимальної позначки у 5,335 млрд дол США.

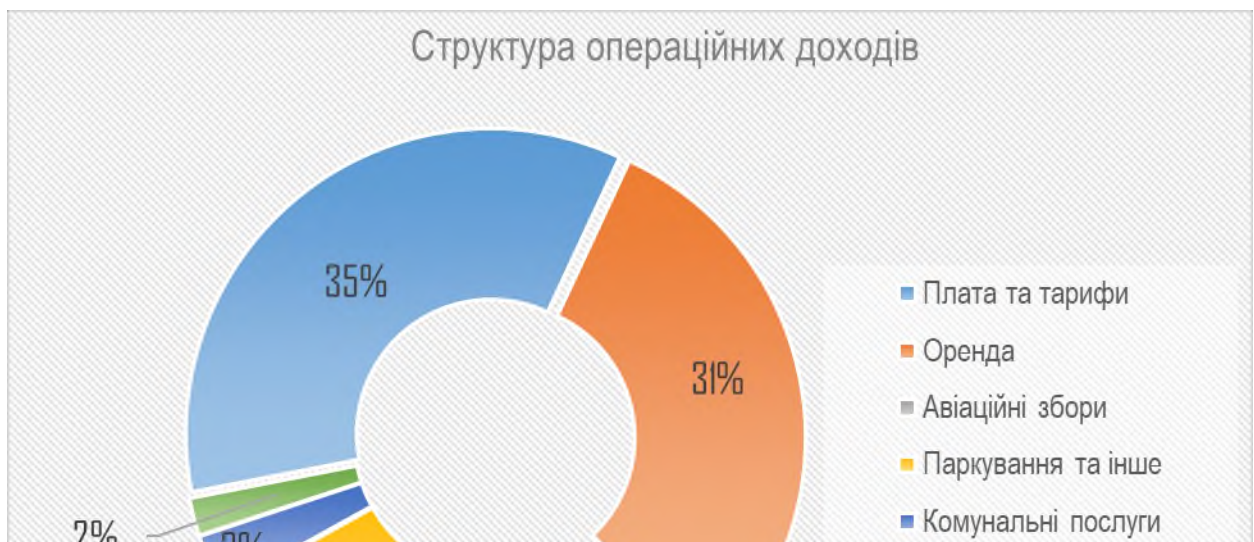


Рис. 2.56. Структура операційних доходів морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

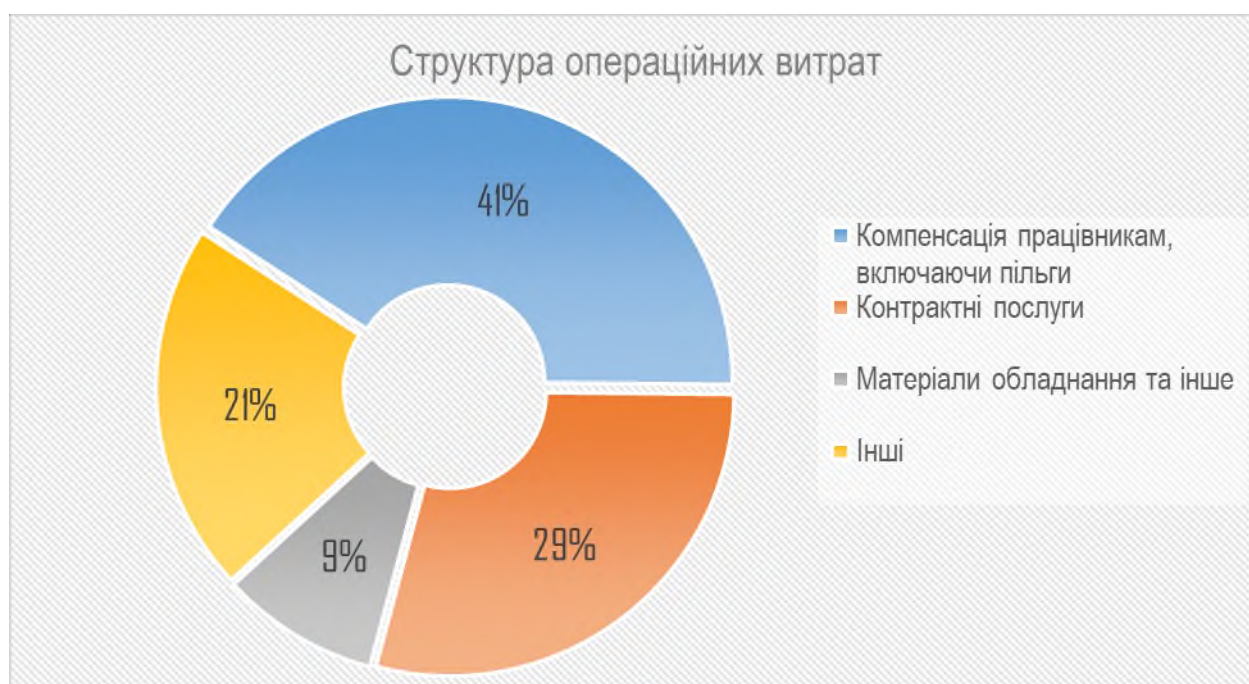


Рис. 2.57. Структура операційних витрат морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

Вантажопотоки морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі

На базі звіту Державної портової адміністрації Нью-Йорку та Нью-Джерсі [43] було побудовано генеральну таблицю вантажопотоків (див. додаток Г).

1. Аналіз загального вантажопотоку.

З отриманої таблиці (див. додаток Г) формуємо таблицю загального вантажопотоку за останні роки (див. табл. 2.36).

**Загальний вантажопотік морського
порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі**

Рік	Загальний вантажопотік, тис TEU		
	Завантаження	Розвантаження	Загальна
2013	4 227,26	1 240,09	5 467,35
2014	4 365,15	1 391,62	5 756,77
2015	4 605,96	1 994,43	6 600,39
2016	4 358,82	1 693,14	6 051,95
2017	4 811,79	1 899,03	6 710,82
2018	5 152,89	3 553,37	7179,792
2019 (станом на жовтень)	4 411,14	2 851,64	7 262,79



Рис. 2.58. Загальний вантажопотік морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

На рис. 2.58 можна спостерігати тенденцію зростання вантажопотоку порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі. Щоправда, у 2016 році відбувся незначний спад даного показника. Однак, вже у 2017 році вантажопотоки почали зростати, а у кінці 2018 року перевищили показники 2015-го (пікового на той час) року \approx на 78%.

Для наочності подамо кругову діаграму характеристики вантажопотоку за табл. 2.36.

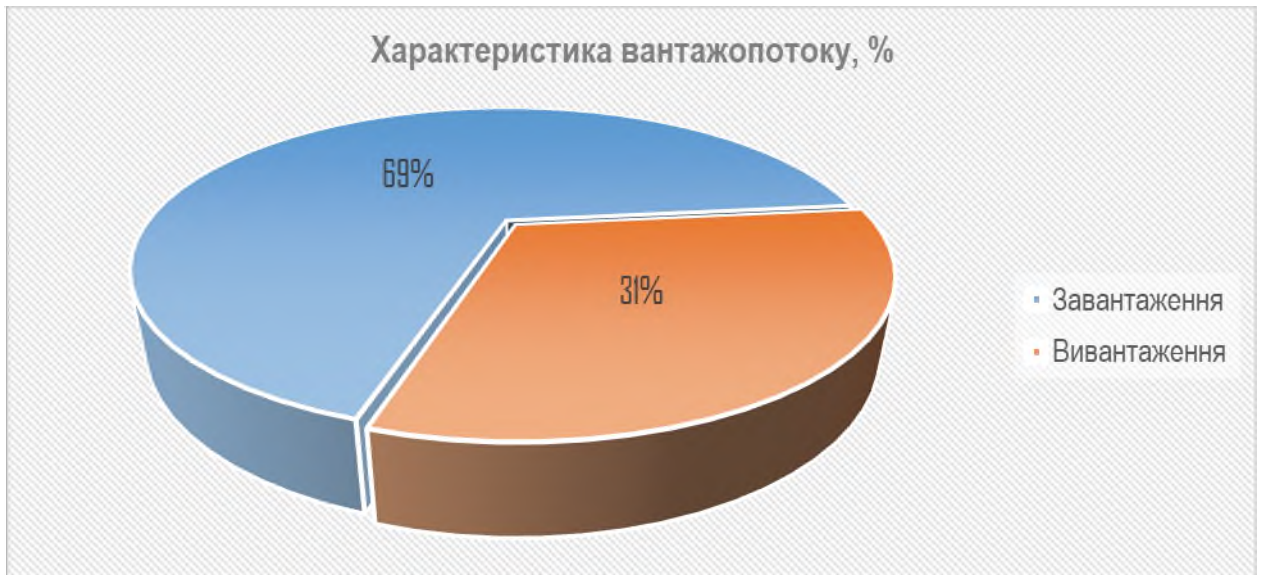


Рис. 2.59. Загальний вантажопотік морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

2. Характеристика вантажопотоку за типом вантажу.

Таблицю характеристики вантажопотоку за типом вантажу набуває вигляду:

Таблиця 2.37

Вантажопотік морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі

<i>Рік</i>	<i>Розподіл вантажопотоку, тис тон</i>	
	<i>Імпорт</i>	<i>Експорт</i>
2013	2 804,00	2 663,35
2014	2 971,61	2 785,16
2015	3 237,60	3 362,79
2016	3 028,89	3 023,07
2017	3 416,96	3 293,86
2018	5 219,38	3 486,88
2019 (станом на жовтень)	4 171,53	3 091,25

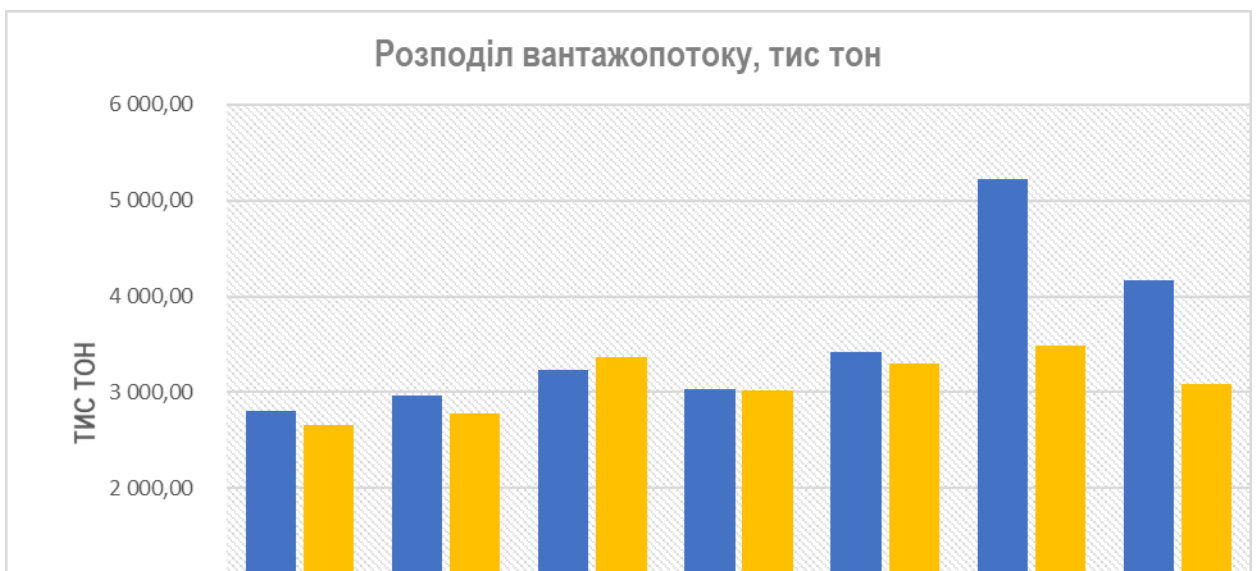


Рис. 2.60. Імпортні та експортні вантажопотоки морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі



Рис. 2.61. Розподіл вантажопотоку морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

З рис. 2.61 можна зробити висновок про орієнтованість морського порту на імпорتنі вантажі.

Таблиця 2.38

**Перевалка на ЗТ вантажів
морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі**

<i>Рік</i>	<i>Перевалка на З/Т, тис тон</i>
2013	425,53
2014	465,86
2015	522,24
2016	540,15
2017	567,75
2018	645,76
2019 (станом на жовтень)	558,38

Для наочності подамо табл. 2.38 графічно:



Рис. 2.62. Кількість вантажів, які були перевалено на залізничний транспорт морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

На рис. 2.62 можемо спостерігати стійку тенденцію збільшення кількості перевалок на залізничний транспорт, що у свою чергу можна трактувати як збільшення кількості інтермодальних перевезень через морський порт Нью-Йорка та Нью-Джерсі.

3. Характеристика вантажопотоків за місяцями.

З генеральної таблиці (див. додаток Г) сформуємо загальну таблицю вантажопотоку за місяцями.

Таблиця 2.39

Характеристика вантажопотоків за місяцями

морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі

Період		Вантажопотік , тис тон		
Рік	Місяць	Імпорт	Експорт	Загалом
2013 - жовтень 2019	січень	1 843,45	1 680,80	3 524,26
	лютий	3 549,86	1 597,68	5 147,53
	березень	1 832,41	1 842,72	3 675,12
	квітень	2 510,89	1 790,22	4 301,11
	травень	1 977,76	1 855,54	3 833,30
	червень	1 968,05	1 900,11	3 868,16
	липень	2 027,89	1 911,32	3 939,20
	серпень	2 133,94	2 273,44	4 407,38
	вересень	1 748,46	1 891,77	3 640,23
	жовтень	2 085,43	1 949,43	4 034,87
	листопад	1 571,80	1 514,11	3 085,91
	грудень	1 600,04	1 499,22	3 099,26

Для наочності подамо гістограму вантажопотоків за місяцями:

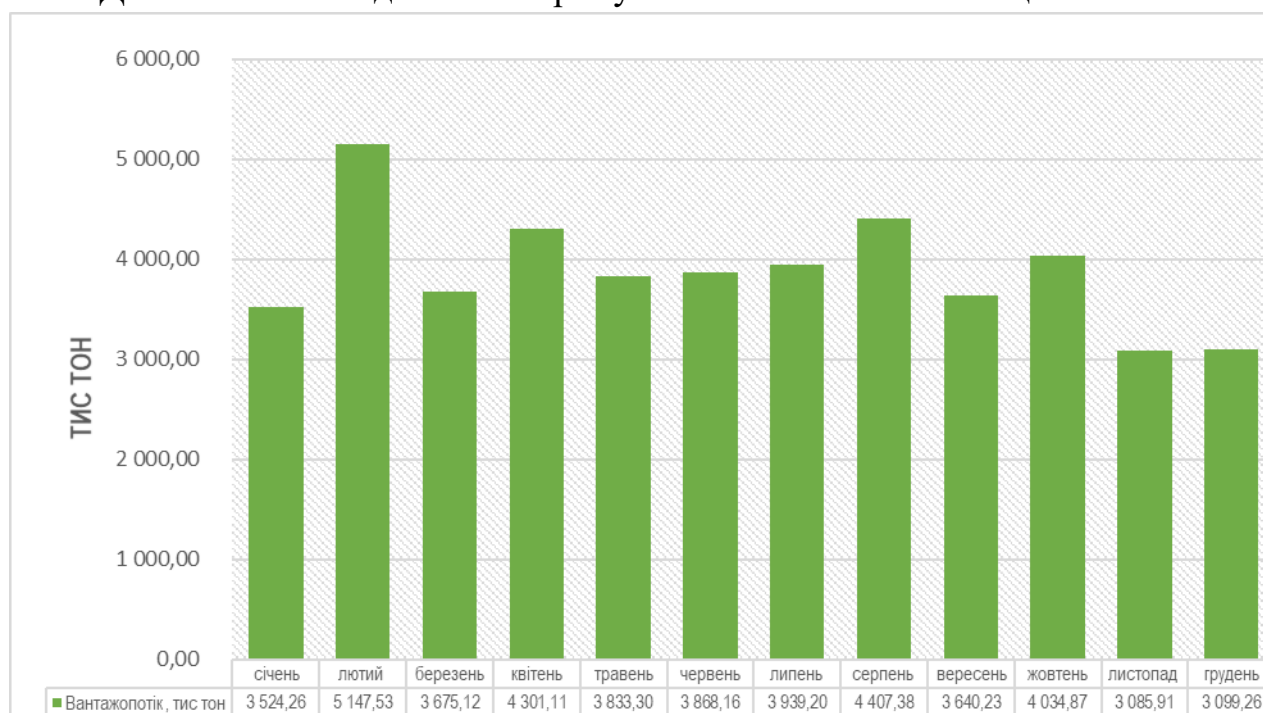


Рис. 2.63. Вантажопотік за місяцями морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

На рис. 2.63 можна спостерігати найбільш завантажені місяці по показнику вантажопотоків - лютий, квітень та серпень.

Забезпечення безпеки в морському порті Нью-Йорка і Нью-Джерсі

Головним підрозділом із забезпечення безпеки у морському порті є Відділ поліції порту (PAPD). У 2018 році його чисельність збільшилася до 2025 поліцейських.

Нові ініціативи з безпеки

Департамент модернізував методи виявлення вибухових речовин, посилив та розширив операції з безпеки в аеропортах, на мостах і тунелях порту. Станом на 2018 рік PAPD займається:

- впровадженням програмою радіологічного виявлення вибухонебезпечних речовин;
- розробкою автоматичних зчитувачів номерних знаків (ALPR) на всіх переїздах та аеропортах;
- розробкою розширеного графіку тренувань з протидії актам незаконного втручання у роботу морського порту.

Таблиця 2.40

Збій системи забезпечення безпеки порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі

<i>№</i>	<i>АНВ</i>	
1	2014	5
	2015	4
	2016	5
	2017	2
	2018	3
2	<i>Операційні інциденти</i>	
	2014	22
	2015	20
	2016	17
	2017	11
	2018	13

Проаналізувавши основні показники виробничо-фінансової діяльності морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі, можна дійти до висновку, що позитивна тенденція розвитку порту збережеться і надалі.

2.6. Дослідження діяльності морського порту Роттердаму

Порт Роттердама — найбільший порт у Європі і один з найбільших портів світу. Розташований в місті Роттердам (Нідерланди) у гирлі річки Рейн. Набережна порту має глибину 24 метри (78 футів).



Рис. 2.64. Розташування морського порту Роттердаму

Сьогодні Роттердам переробляє вантажопотоки, основу яких складають нафта і нафтопродукти. Великі нафтопереробні заводи розташовані на захід від міста. З 1962 до 1986 він був найбільшим портом у світі, але у наш час його обігнали такі азійські порти, як Сингапур і Шанхай. У 2011 році Роттердам був одинадцятим найбільшим у світі контейнерним портом за обсягами двадцяти футових еквівалентних одиниць (TEU).



Рис. 2.65. Супутникова фотографія морського порту Роттердаму

Площа порту становить 105 квадратних кілометрів, а в довжину він витягнутий на 40 кілометрів. Розташований на берегах Каландканалу, річок Ніве-Маас, Ніве-Ватервег та Схеур, а також на насипній області Maasvlakte,

яка виходить у Північне море. Порт Роттердама складається з історичної портової зони в центрі міста, Делфсхавен, що включає: комплекси Маасхавен/Рейнхавен/Фейеноорд; гавані довкола Н'ів-Матенессе, Ваалхавен, Вонделінгенплат, Емхавен, Ботлек, Європорт.

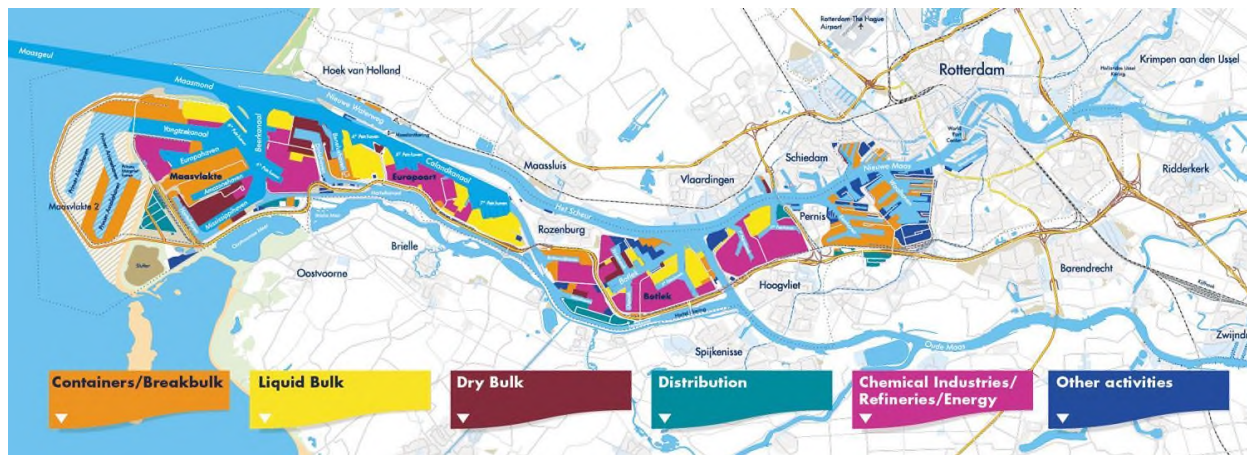


Рис. 2.66. Загальна схема морського порту Роттердаму

Характеристика

Порт функціонує як транзитний пункт для перевезення насипних та інших вантажів між європейським континентом та іншими частинами світу. З Роттердама товари перевозяться судном, річковою баржою, поїздом чи автомобільним транспортом. З 2000 року функціонує швидка вантажна залізниця «Ветувєрроуте» з Роттердама до Німеччини. Значна частина завантаження та укладання контейнерів у порту обробляється автоматичними кранами та керованими комп'ютерами візками. Останні переміщуються навколо терміналу за допомогою магнітної сітки, вбудованої в термінальний асфальт. Після завантаження на автоматично керований транспортний засіб (АКТЗ) контейнер ідентифікують інфрачервоними «датчиками» та транспортують на призначене термінальне місце.



Рис. 2.67. Загальна схема вантажного терміналу порту Роттердаму

Виробничо-фінансові показники діяльності морського порту Роттердаму

Згідно з щорічними звітами Портової адміністрації Роттердаму [44] можна скласти таблицю статистики фінансових показників діяльності морського порту за останні роки. Таблиця набуває вигляду:

Таблиця 2.41

Результати виробничо-фінансової діяльності порту Роттердаму

Показник	млн. євро				
	2014	2015	2016	2017	2018
Чистий прибуток	643,687	657,293	657,991	681,216	676,169
Інші операційні доходи	16,142	19,629	17,450	30,911	31,077
Загальний операційний дохід	659,829	676,922	675,441	712,127	707,246
Заробітна плата, заробітна плата та витрати на соціальне забезпечення	-103,437	-104,931	-102,881	-110,655	-109,256
Амортизація та знецінення необоротних активів	-133,326	-146,667	-140,168	-147,855	-146,322
Інші операційні витрати	-129,325	-133,648	-124,996	-150,394	-158,584
Загальні операційні витрати	-366,088	-385,246	-368,045	-408,904	-414,162
Операційний результат	293,741	291,676	307,396	303,223	293,084
Фінансові доходи та витрати	-84,026	-88,955	-93,614	-61,816	-43,834
Інші доходи	5,659	8,855	8,466	5,926	4,895
Результат	215,374	211,576	222,248	224,102	1 215,323

У табл. 2.41 можна спостерігати тенденцію збільшення операційних витрат у морському порті. У 2018 році значення операційного результату досягло мінімуму у період 2016-2018 роки – 203,084 млн. євро. Однак слід

зазначити, що значення результату діяльності морського порту зростає: у 2018 році даний показник досягнув позначки у 1,22 млрд євро.

Вантажопотоки морського порту Роттердаму

На базі звіту Портової адміністрації Роттердаму [42] та статистики обсягів перевезень [39], було побудовано генеральну таблицю вантажопотоків (див. додаток Г).

1. Аналіз загального вантажопотоку.

З отриманої таблиці (див. додаток Г) формуємо таблицю загального вантажопотоку за останні роки (див. табл. 2.42).

Таблиця 2.42

Вантажопоток, млн тон	Рік							загалом
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Насипі вантажі	292,316	296,46	291,372	312,379	305,819	294,352	289,456	2082,15
Генеральні вантажі	149,212	144,478	153,642	153,984	155,356	172,904	179,529	1109,11
Загальний вантажопотік	441,528	440,938	445,014	466,363	461,175	467,256	468,985	3191,26

Загальна таблиця вантажопотоків порту Роттердаму



Рис. 2.68. Загальний вантажопотік морського порту Роттердаму

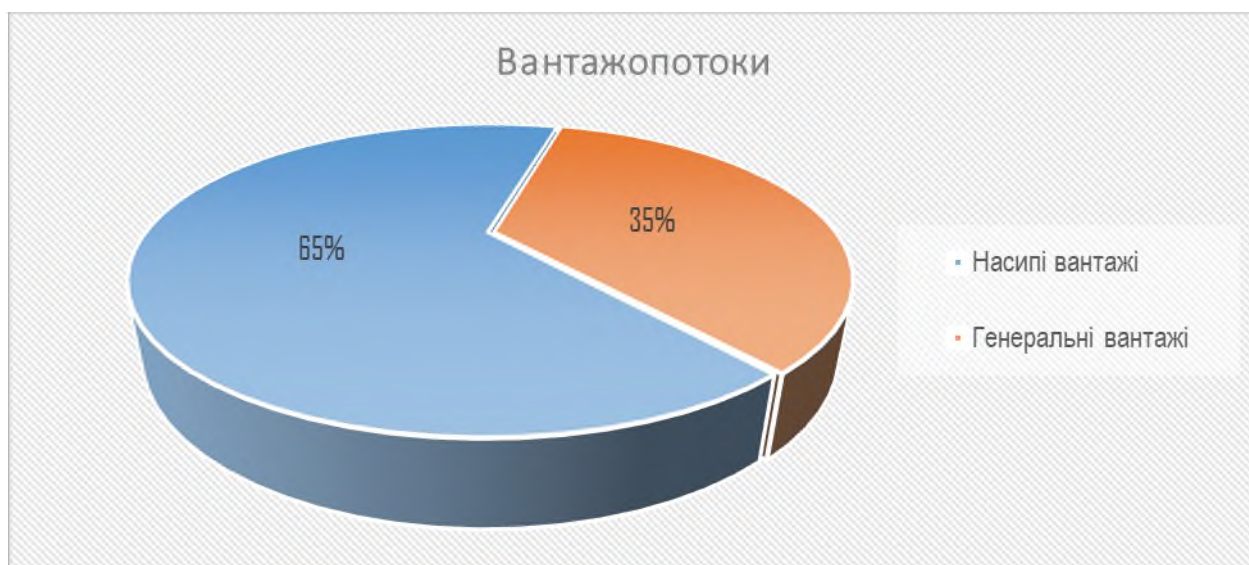


Рис. 2.69. Розподіл загального вантажопотоку морського порту Роттердаму

З рис. 2.68 можна зробити висновок про збереження тенденції зростання вантажопотоку у майбутньому. Варто зазначити, що у 2016 році відбувся незначний спад показника (до 461,18 млн тон), однак, у 2017-му показник почав зростати. У 2018-му році можна спостерігати максимальне значення показника вантажопотоку - 468,985 млн тон.

2. Характеристика вантажопотоку.

З таблиці (див. додаток Г) формуємо таблицю характеристики вантажопотоку за останні роки (див. табл. 2.43).

Таблиця 2.43

Характеристика вантажопотоків порту Роттердаму

Вантажопотоки, млн тон	Рік
	2012-2018
Руда та металобрухт	229,08
Вугілля	197,6
Агро	71,913
Біоматеріали	1,846
Інші сухі насипні вантажі	84,021
Загалом	584,46
Нафта	694,188
Мінеральні олії	572,465
Інші рідкі сипучі вантажі	231,041

Загалом	1497,694
Загальна кількість насипних вантажів	2082,154
Контейнери	919,337
Вантажі "Roll-on/roll-off"	148,74
Інші загальні вантажі	41,027
Штучні вантажі	189,768
Загалом	1109,105



Рис. 2.70. Розподіл сухих насипних вантажів порту Роттердаму

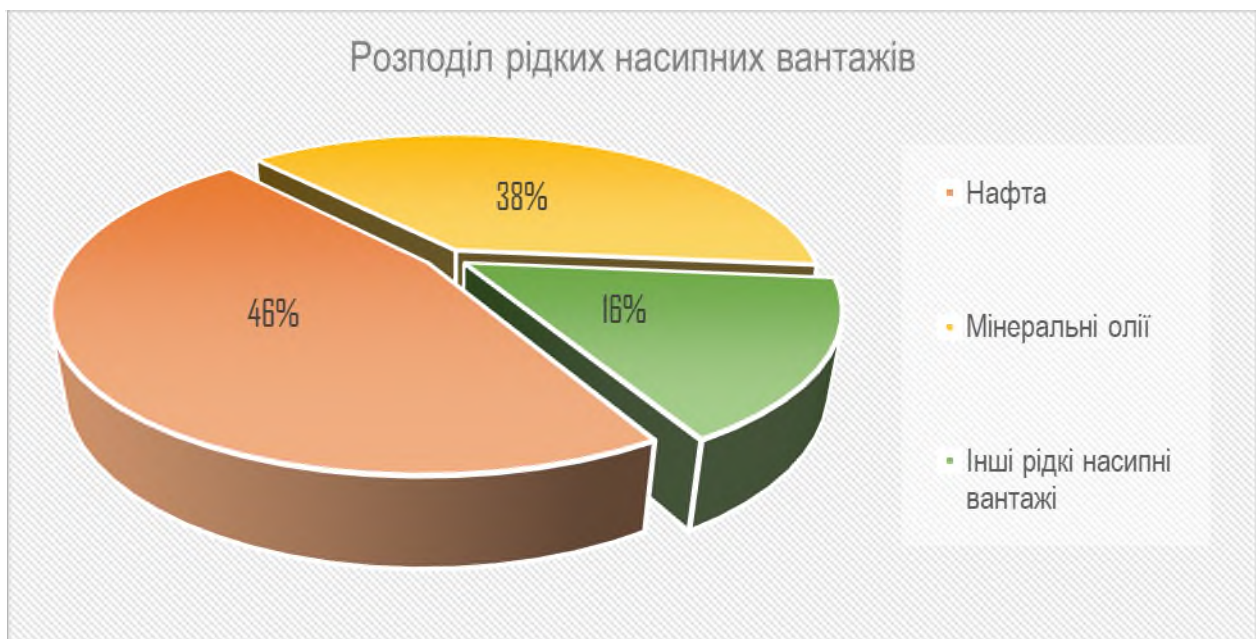


Рис. 2.71. Розподіл рідких насипних вантажів морського порту Роттердаму



Рис. 2.72. Розподіл вантажів морського порту Роттердаму

З рис. 2.70 можна зробити висновок, що найбільша частка сухих насипних вантажів, оброблених у морському порті Роттердам припадає на руду та металобрухт ($\approx 39\%$). На рис. 2.71 зображено розподіл рідких насипних вантажів, найбільша частка яких припадає на нафту ($\approx 46\%$). З рис. 2.72 можна зробити висновок про орієнтованість морського порту на контейнерні перевезення.

Отже, проаналізувавши основні показники виробничо-фінансової діяльності морського порту Роттердама, можна дійти до висновку, що позитивна тенденція розвитку морського порту збережеться і надалі.

Забезпечення безпеки в морському порті Роттердам

До служб, що відповідають за забезпечення безпеки в порту Роттердам:

- Служба безпеки суден (SSOs);
- Служба безпеки порту (PFSO) ;
- Відділ кібербезпеки (PCRC).

Рівень безпеки в порту Роттердама

Для терміналів рівні безпеки встановлюються урядом. Для морських суден рівень встановлюється державою прапора або державою порту. У разі підвищеної загрози рівень безпеки підвищується, а судна та термінали повинні вживати додаткових заходів безпеки.

Рівень безпеки:

- Нормальна ситуація: застосовуються стандартні заходи безпеки;
- Загальна підвищена загроза: застосовуються більш жорсткі заходи безпеки;

- Конкретна загроза: реалізуються суворі заходи безпеки.

На сьогодні фактичний рівень безпеки в портах Роттердам-Ріймонд та Дрехтстеден - 1 (один).

Таблиця 2.44

Збій системи забезпечення безпеки порту Роттердаму

№	АНВ	
1	2014	5
	2015	4
	2016	5
	2017	2
	2018	3
2	<i>Операційні інциденти</i>	
	2014	19
	2015	20
	2016	17
	2017	11
	2018	13

З середини 2019 року, офіцери безпеки порту почали використовувати додаток «MOBI». Це - загальнонаціональний онлайн-додаток, що дозволяє службі безпеки порту та його працівникам, органам внутрішніх служб управління, команді оцінки ISPS та наглядачам ISPS обмінюватися інформацією одне з одним задля забезпечення безпеки порту відповідно до Кодексу ISPS.

2.7. Дослідження діяльності Пірейського морського порту

Пірейський порт - морський порт Пірея, найбільший в Греції. Як пасажирський порт - найбільший в Європі, а також третій в світі. Один з десяти найбільших європейських контейнерних портів. Перебуває під контролем компанії «Piraeus Port Authority (PPA)».

Порт розташований в периферії Аттика приблизно в 5-10 км від Афін. Знаходиться на березі затоки Сароникос Егейського моря.



Рис. 2.73. Розташування морського порту Пірей

У 2002 році РРА і уряд Греції підписали концесійну угоду. Уряд Греції орендував територію, будівлі та споруди порту Пірей терміном на 50 років. У жовтні 2009 року Греція здала в оренду частину порту компанії «China Ocean Shipping (Group) Company (COSCO)» на 35 років. Оренда обходиться COSCO в 100 млн євро в рік.

Станом на 2018 рік, COSCO володіє 51% акцій РРА, 23,14% акцій належать Фонду розвитку активів Грецької Республіки, а 25,86% акцій - іншим інвесторам.

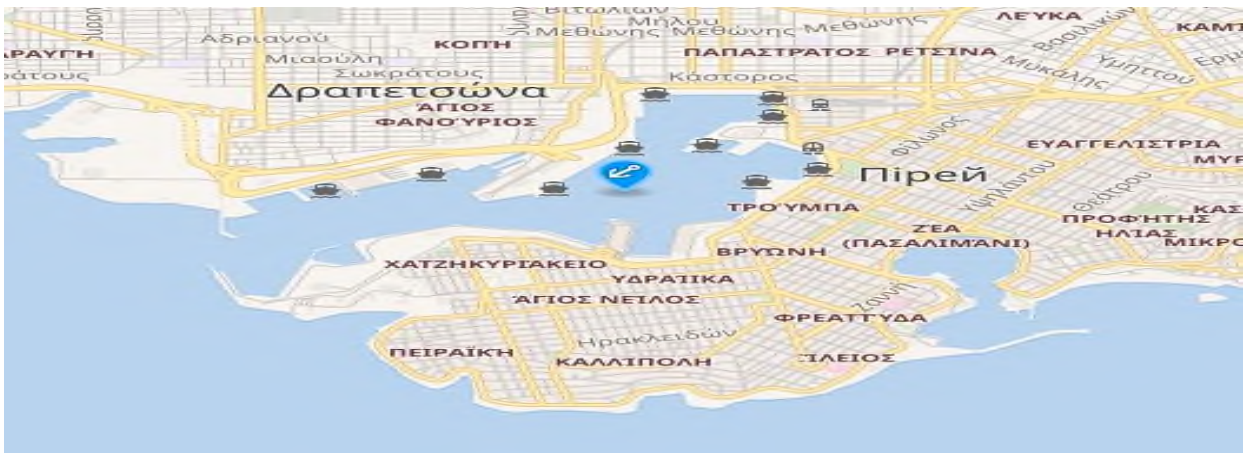


Рис. 2.74. Схема причалів морського порту Пірей



Рис. 2.75. Роташування морського порту Пірей

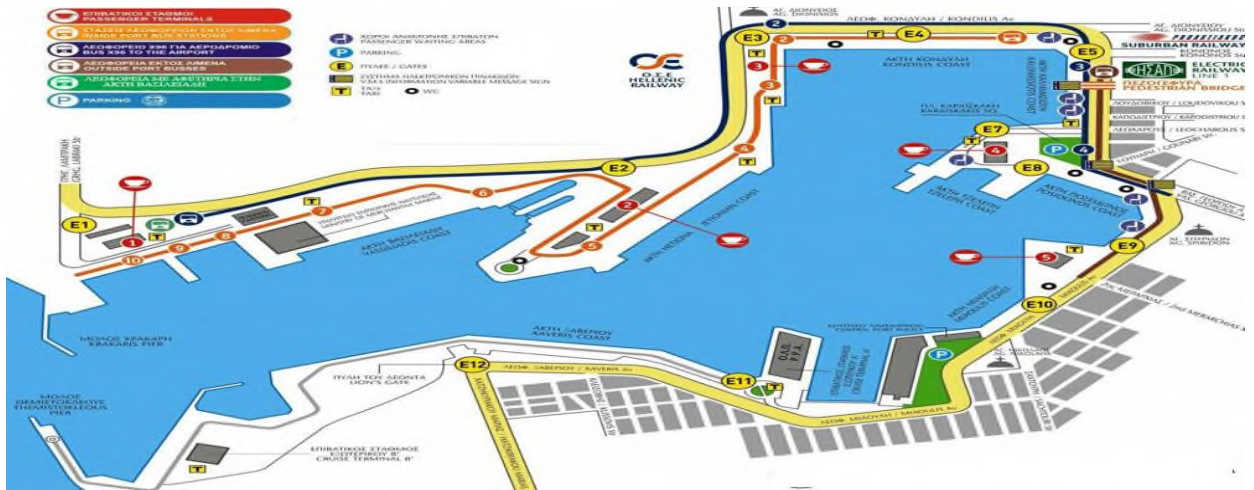


Рис. 2.76. Загальна схема морського порту Пірей

Термінали:

1) Контейнерний термінал

Загальна потужність контейнерного терміналу становить 6,7 млн. TEU.

Контейнерна частина порту складається з трьох терміналів:

- Термінал 1 загальною потужністю 1 млн. TEU;
- Термінал 2 загальною потужністю 3 млн. TEU;
- Термінал 3 загальною потужністю приблизно 2,7 млн TEU.

2) Вантажний термінал

Вантажний термінал має складське приміщення, площею 180000 м² і щорічну пропускну здатність 25 000 000 тонн.

3) Автомобільний термінал

Порт має два автомобільні термінали площею приблизно 190000 м², місткістю 12 000 автомобілів і перевалочною потужністю 670 000 одиниць на рік.

4) Пасажирський термінал

Порт Пірея - найбільший пасажирський порт в Європі і один з найбільших пасажирських портів у світі. Загальна довжина набережної - 2,8 км.

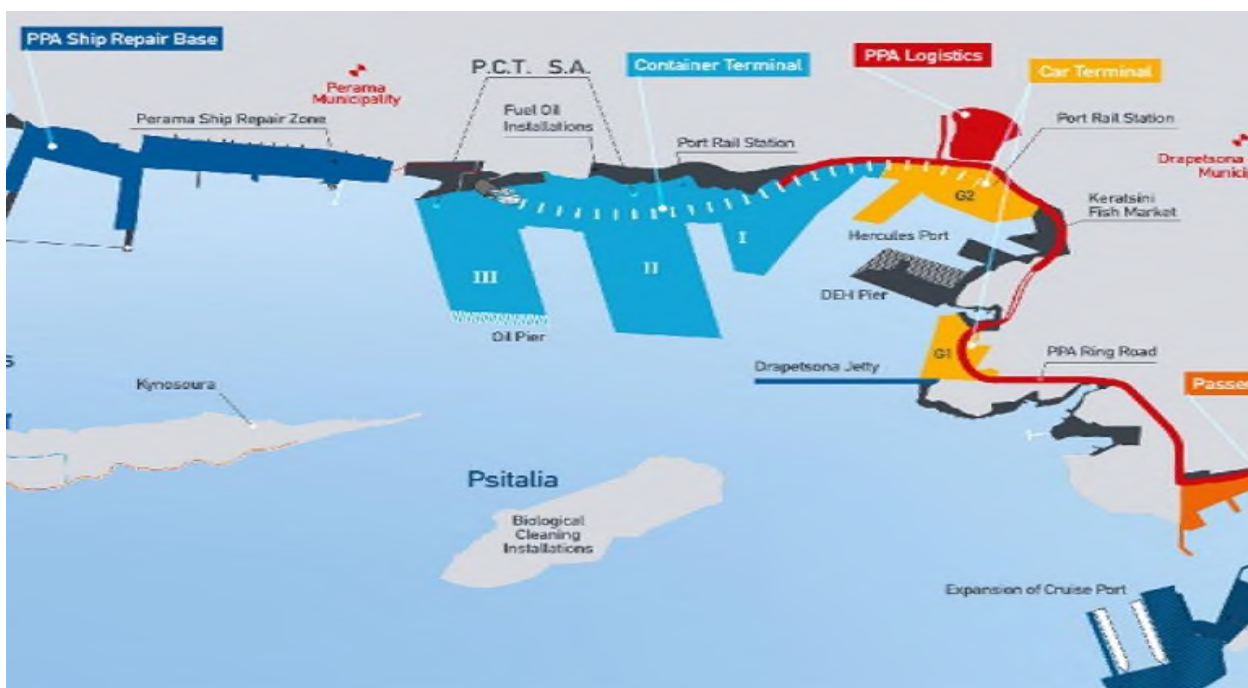


Рис. 2.77. Схема вантажних терміналів порту Пірей

Виробничо-фінансові показники діяльності морського порту Пірей

Згідно з щорічними звітами компанії «China Ocean Shipping (Group) Company (COSCO)» [45], до основних показників виробничо-фінансової діяльності даного аеропорту належать: загальний прибуток, чистий прибуток, операційні витрати, прибуток на акцію та інші.

Таким чином, базуючись на вищезазначених звітах, можна скласти таблицю статистики фінансових показників діяльності порту за останні роки:

Таблиця 2.45

Результати виробничо-фінансової діяльності морського порту Пірей

Показники	Значення (млн. євро)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Доходи	108,640	104,320	99,880	103,497	111,530	132,931
Собівартість реалізованої продукції	-86,406	-81,362	-73,730	-71,158	-72,775	-73,606
Загальний прибуток	22,234	22,958	26,151	32,339	38,755	59,325

Адміністративні витрати	-19,577	-19,581	-27,155	-21,669	-17,387	-20,530
Інші операційні витрати	-1,156	-2,401	-1,586	-5,121	-2,169	-0,798
Інші прибутки	9,339	6,798	11,944	5,073	5,496	5,256
Фінансовий дохід	2,012	1,990	1,897	0,958	0,699	0,836
Фінансові витрати	-1,018	-0,872	-0,626	-0,540	-0,730	-0,999
Прибуток до оподаткування	11,825	8,891	9,772	11,039	21,187	42,333
Вхідні податки	-3,779	-3,779	-1,397	-4,341	-9,897	-14,450
Чистий прибуток після оподаткування	8,045	5,112	8,376	6,699	11,290	27,883
Чистий інший сукупний дохід, що не підлягає перекласифікації в наступному періоді:						
Повторне вимірювання втрат на планах із визначеними вигодами	-0,722	-1,612	-0,240	-0,899	-1,058	-0,253
Вхідні податки	0,188	0,188	0,070	0,261	0,307	0,066
Інший загальний сукупний дохід після оподаткування (B)	-0,534	-1,424	-0,171	-0,638	-0,751	-0,188
Загальний сукупний дохід після оподаткування (A) + (B)	7,511	3,688	8,205	6,061	10,538	27,695
Прибуток на акцію	0.3218	0,271	0.3350	0.2680	0.4516	1.1153

У табл. 2.44 можна спостерігати тенденцію збільшення сукупного доходу у морському порті. Однак, у 2014 та 2016 роках відбувся спад даного показника \approx на 25 – 50%, що могло бути викликано кризою у країні. Варто зазначити, що у 2018 році сукупний дохід досягнув максимального значення за досліджуваний період – 27,695 млн євро.

Вантажопотоки морського порту Пірей

За щорічними звітами компанії «China Ocean Shipping (Group) Company (COSCO)» [45] можна розробити загальну таблицю вантажопотоків.

Таблиця 2.46

Загальна таблиця вантажопотоків порту Пірей

<i>Рік</i>	<i>Вантажопотік, тис TEU</i>
2011	1 188,2

2012	2 108,1
2013	2 519,6
2014	2 987,0
2015	3 034,5
2016	3 471,0
2017	3 691,8
2018	4 409,1



Рис. 2.78. Вантажопотоки морського порту Пірей

З рис. 2.78 можна зробити висновок про стабільну тенденцію зростання вантажопотоку морського порту Пірей. У 2018 році даний показник набув максимального значення за досліджуваний період – 4,4 млн TEU.

За даними з щорічних звітів компанії «Piraeus Port Authority S.A.» можна розробити таблицю інцидентів, що пов'язані з втратою/пошкодженням вантажу або морського судна.

Таблиця 2.47

Збій у роботі системи забезпечення безпеки морського порту Пірей

№	Операційні інциденти у вантажному терміналі	
1	2014	15
	2015	13
	2016	12
	2017	14
	2018	18

Проаналізувавши основні показники діяльності морського порту Пірей, можна дійти до висновку, що позитивна тенденція розвитку морського порту збережеться.

Однак, слід зауважити, що разом з позитивними аспектами розвитку порту є і негативні: з'являються нові загрози і ризики, що впливають на діяльність і стан підприємства. В даному випадку маються на увазі загрози безпеки.

2.8. Дослідження діяльності морського порту міста Одеса

Одеський морський порт — один із найбільших українських морських портів і один із найбільших портів в басейні Чорного моря, з загальною річною пропускною здатністю до 40 млн тон (15 млн тон сухих вантажів і 25 млн тонн рідинних вантажів). Відповідно до Закону України «Про морські порти України», функції адміністрації морського порту виконує Одеська філія державного підприємства «Адміністрації морських портів України».

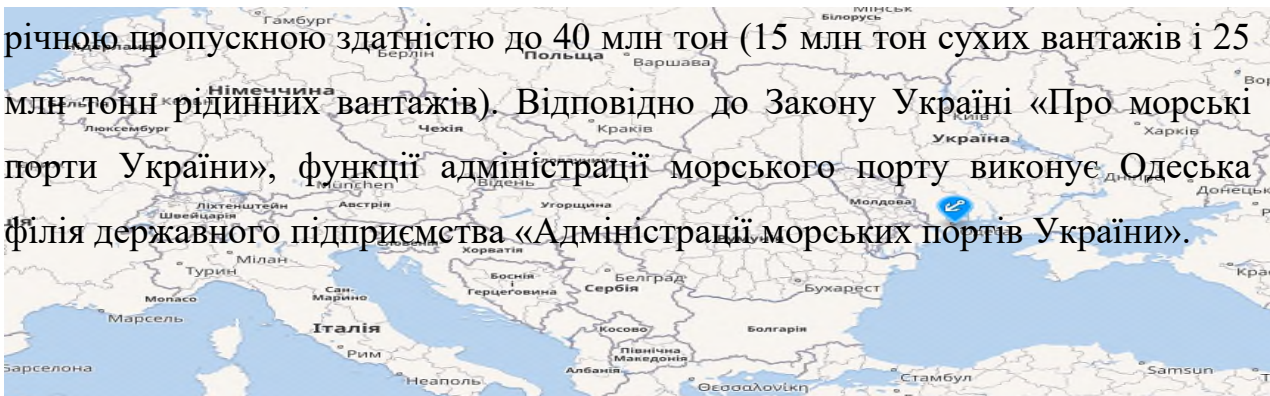


Рис. 2.79. Розташування морського порту Одеси

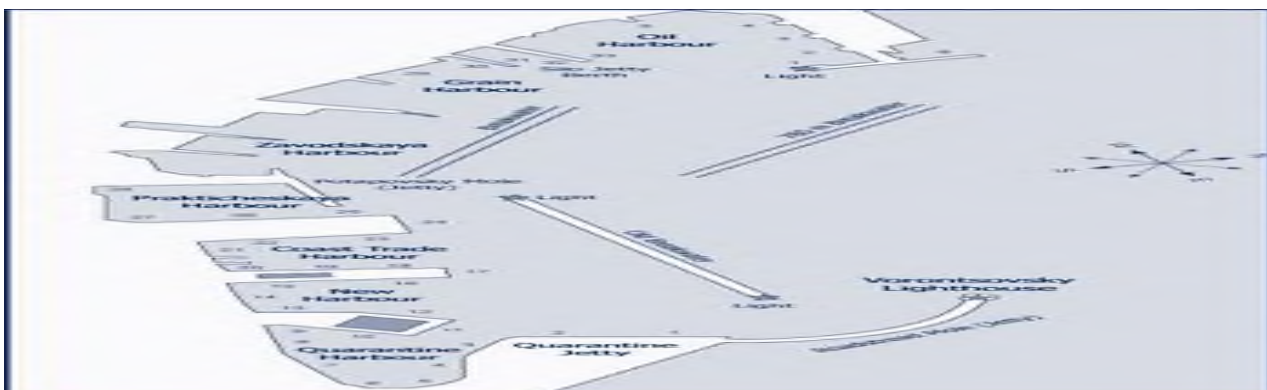


Рис. 2.80. Загальна схема морського порту Одеси

Таблиця 2.48

Характеристика морського порту Одеси

Площа території, га	205,72
Кількість причалів	55
Протяжність причальної лінії, м	10200
Максимальні параметри суден, що приймаються:	
	довжина, м
	ширина, м
	осадка, м

Термінали

1) Транзит-вантажний термінал

Термінал відкрився 13 травня 2005 року і має площу складу в 51500м².

2) Універсальний комплекс обробки № 11

Комплекс був зданий в експлуатацію 26 червня 2003 року. УКО11 - це універсальний комплекс, який спеціалізується на обробці широкого списку вантажів: металеві вироби (арматура, заготовка, катанка, кутник, руда ,тощо).

3) Нафтовий і газовий термінал

Нафтовий і газовий термінал має шість причалів загальною ємністю 671000м². Термінал має два спеціалізованих причали для природного газу з пропускною спроможністю 700 тисяч тон зрідженого газу на рік. Термінал нафти і газу має річну потужність у 25,5 млн тон на рік:

- 15,3 млн тон нафти;
- 6,2 млн тон мазуту;
- 2,5 млн тон дизельного палива;
- 0,8 млн тон нафтопродуктів (бензин, вакуумний газойль);
- 0,7 млн тон скрапленого газу.

4) Пасажирський термінал

Порт «Одеса» є одним із найбільших пасажирських терміналів у басейні Чорного моря.

5) Контейнерний термінал

Транспортний холдинг ТОВ «Євротермінал», який є одним з операторів Одеського морського порту, має намір побудувати контейнерний термінал площею майже 12 га. Також заплановано будівництво двох критих складів площею по 20 тис. м², один з яких, зокрема, буде призначений для розвантаження (навантаження) та зберігання сипучих вантажів.



Рис. 2.81. Каботажна гавань морського порту Одеси

Виробничо-фінансові показники діяльності морського порту Одеса

Базуючись на щорічних фінансових звітах ДП «Одеський морський торгівельний порт» можна скласти таблицю статистики фінансових показників діяльності порту за останні роки (див. табл. 2.49).

Таблиця 2.49

Показники	Роки					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	457 155	291 524	504 584	527 399	253 248	164 856
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	-228 836	-142 931	-191 596	-188 151	-208 363	-222 758
Валовий:						
прибуток	228 319	148 593	312 988	339 248	44 885	-
збиток	-	-	-	-	-	-57 902
Інші опреційні доходи	120 964	193 968	515 229	356 408	216 657	206 452
Витрати на збут	-951	-	-	-	-2 503	-

Інші операційні витрати	-81 822	-120 353	-315 092	-254 153	-205 448	-111 106
Фінансовий результат від операційної діяльності:						
прибуток	233 680	199 966	486 957	409 653	-	-
збиток	-	-	-	-	-15 954	-15 758
Інші фінансові доходи	11 634	3 283	-	9 492	55 545	47 027
Інші доходи	1 354	4 219	1 125	1 630	1 551	3 551
Інші витрати	-16 238	-12 562	-508	-20 693	-8 731	-454
Фінансовий результат до оподаткування:						
прибуток	229 723	194 906	487 574	400 082	32 411	34 366
збиток	-	-	-	-	-	-
Витрати (дохід) з податку на прибуток	-50 763	-48 346	-90 370	-96 886	-16 690	-15 135
Прибуток (збиток) від припиненої діяльності після оподаткування	-	-	-	-	-	-
Чистий фінансовий результат						
прибуток	178 960	146 560	397 204	303 196	15 721	19 231
збиток	-	-	-	-	-	-

Результати виробничо-фінансової діяльності морського порту Одеси

Для наочності подамо табл. 2.49 графічно:



Рис. 2.82. Чистий фінансовий результат морського порту Одеси

З рис. 2.82 можна зробити висновок про негативну тенденцію розвитку морського порту Одеси. Максимальне значення чистого фінансового результату було зафіксовано у 2015-му році - 397, 2 млн грн. У 2017 році відбувся значний спад - \approx в 95% - даного показника. У 2018 році чистий фінансовий результат склав 19,23 млн грн.

Таблиця 2.50

Операційні витрати морського порту Одеси

Показники	Значення (тис. грн)					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Матеріальні затрати	53 957	28 898	40 685	40 215	38 597	43 744
Витрати на оплату праці	133 824	96 678	114 879	163 247	266 544	178 284
Відрахування на соціальні заходи	48 826	35 070	41 543	31 558	42 721	32 506
Амортизація	71 211	46 879	44 240	50 027	64 605	57 403
Інші операційні витрати	34 477	74 322	287 199	190 059	75 345	75 570
Разом	342 295	281 847	528 546	475 106	487 812	387 507



Рис. 2.83. Операційні витрати морського порту Одеси



Рис. 2.84. Загальні операційні витрати морського порту Одеси

На рис. 2.84 подано гістограму зміни показника загальних операційних витрат за 6 років. У період спаду показників чистого фінансового результату (див. рис. 2.82) та кількості обробленого вантажу (див. рис. 2.86) показник загальних операційних витрат, навпаки, збільшився. Варто зазначити, що у даний період рівень витрат на оплату праці також збільшився. Такі результати є досить парадоксальними, а тому потребують детального вивчення профільними державними установами з метою виявлення можливої незаконної діяльності.



Рис. 2.85. Структура операційних витрат морського порту Одеси

Вантажопотоки морського порту Одеси

Таблиця 2.51

Загальний вантажопотік морського порту Одеси

<i>Рік</i>	<i>Вантажопотік, млн тон</i>
2012	24,54
2013	23,17
2014	24,84
2015	25,58
2016	25,25
2017	24,14
2018	21,70
2019	22,95



Рис. 2.86. Вантажопотік морського порту Одеси

З рис. 2.86 можна зробити висновок про спадаючу – з 2015 року - тенденцію зміни вантажопотоку морського порту Одеси. Однак у 2019 році даний показник виріс (порівняно з 2018) \approx на 5% та склав (станом на грудень 2019) 22,95 млн тон.

На жаль під час проведення аналізу виробничо-фінансових показників роботи ДП «Одеський морський торговельний порт» не було знайдено жодних статистичних даних про АНВ або операційні інциденти. Слід зазначити, що документи підприємства, які потенційно містять у собі інформацію щодо забезпечення безпеки аеропорту засекречені.

Однак, так як для роботи моделі оцінювання рівня транспортної безпеки конче необхідний комплекс статистичних даних щодо роботи системи безпеки, то автором - базуючись на експертних оцінках, статистичних даних Державної служби статистики України [52], профільних органів [48, 50, 51] та аналізу кількостей АНВ та операційних інцидентів у схожих за показником вантажопотоків морського порту [45] - було подано гіпотетичні умовні дані щодо АНВ та операційних інцидентів у діяльність морського порту Одеси (див. табл. 2.52).

Таблиця 2.52

Умовний збій системи забезпечення безпеки морського порту Одеси

1	<i>АНВ</i>	
	2014	5
	2015	3
	2016	5
	2017	4
	2018	2
2	<i>Операційні інциденти</i>	
	2014	17
	2015	15
	2016	10
	2017	11
	2018	8

Проаналізувавши основні показники виробничо-фінансової діяльності морського порту Одеси, можна дійти до висновку про присутню негативну тенденцію розвитку морського порту.

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

КАФЕДРА ОАРП				НАУ. 20. 8. 36. 300 ПЗ				
Виконав	Чередніченко К.В.			3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Янчук М.Б.					Д	141	54
Консульт.	Янчук М.Б.				ФТМЛІ 275 МТ-203М			
Н. контр.	Герасименко І.М.							
Зав. каф.	Разумова К.М.							

3.1. Розробка маршрутів мультимодального перевезення

Базуючись на аналітичній частині дипломної роботи можна скласти три мультимодальні маршрути перевезення вантажу, транспортними вузлами яких виступають наступні пункти:

- аеропорт «Схіпгол»;
- морський порт Нью-Йорку та Нью-Джерсі;
- морський порт Роттердаму;
- аеропорт «Київ» ім. Ігоря Сікорського;
- морський порт Пірей;
- аеропорт ім. Елефтеріуса Венізелоса;
- аеропорт ім. Хорхе Чавеса
- морський порт Одеси.

Таким чином, схема перевезень набуває наступного вигляду:

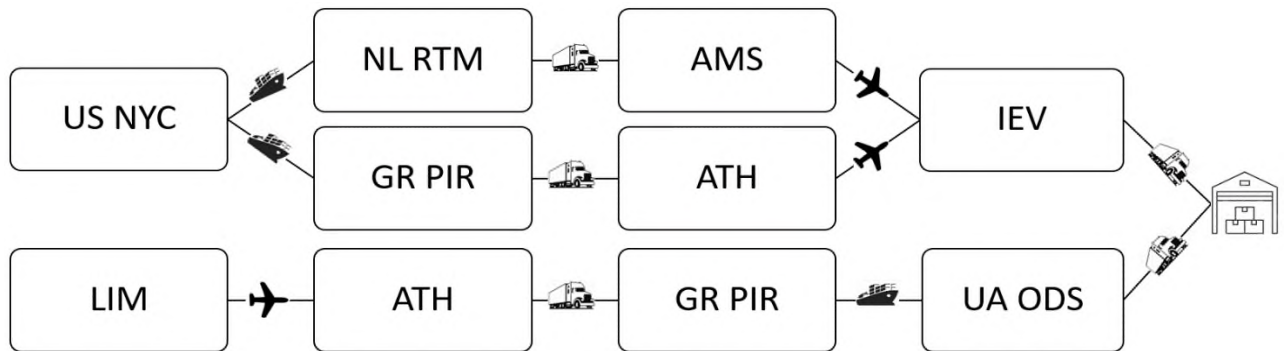


Рис. 3.1. Загальна схема альтернатив мультимодального перевезення вантажу

Основні характеристики вантажу, що перевозиться :

Таблиця 3.1

Основні характеристики вантажу, що перевозиться

Габарити вантажу, м	1,6×2,4×0,744
Об'ємна вага вантажу, кг	571,392
Фактична вага вантажу, кг	990
Розрахункова маса вантажу, кг	990

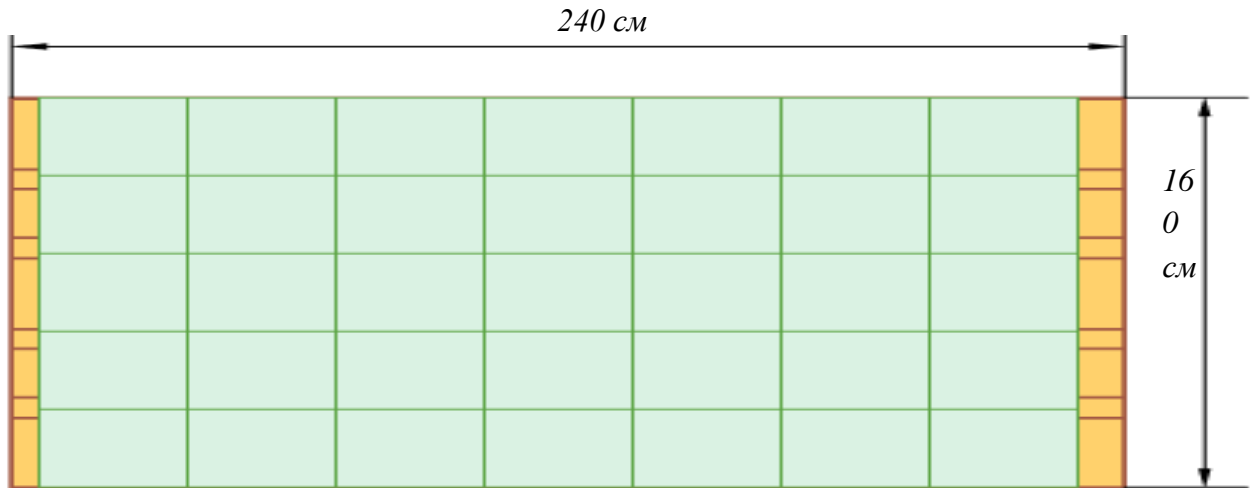


Рис. 3.2. Горизонтальна проекція вантажу, що перевозиться

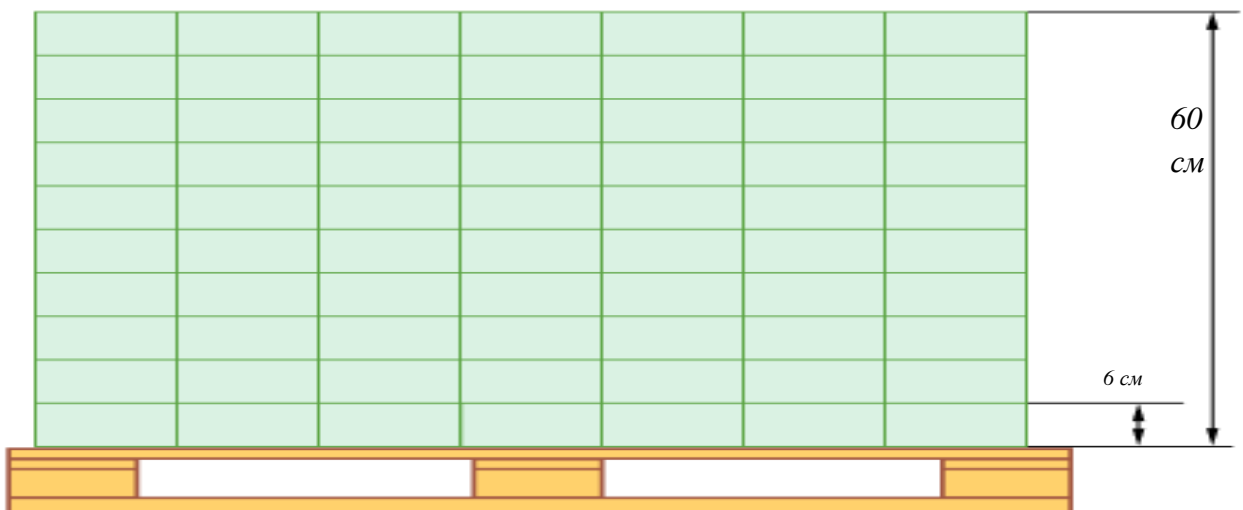


Рис. 3.3. Фронтальна проекція вантажу, що перевозиться

З загальної схеми альтернатив мультимодального перевезення (див. рис. 3.1) формуємо три окремі маршрути:

- 1) Мультимодальний маршрут №1 (ММ1): морський порт Нью-Йорку та Нью-Джерсі (US NYC) → морський порт

Роттердаму (NL RTM) → аеропорт «Схіпгол» (AMS) → аеропорт «Київ» (IEV) → склад;

2) Мультиmodalний маршрут №2 (MM3): морський порт Нью-Йорку та Нью-Джерсі (US NYC) → морський порт Пірей (GR PIR) → аеропорт ім. Елефтеріуса Венізелоса (ATH) → аеропорт «Київ» (IEV) → склад;

3) Мультиmodalний маршрут №3 (MM3): аеропорт ім. Хорхе Чавеса (LIM) → аеропорт ім. Елефтеріуса Венізелоса (ATH) → морський порт Пірей (GR ATH) → морський порт Одеси (UA ODS) → склад.

3.1.1. Мультиmodalний маршрут №1 (MM1)

Мультиmodalний маршрут №1 набуває вигляду:

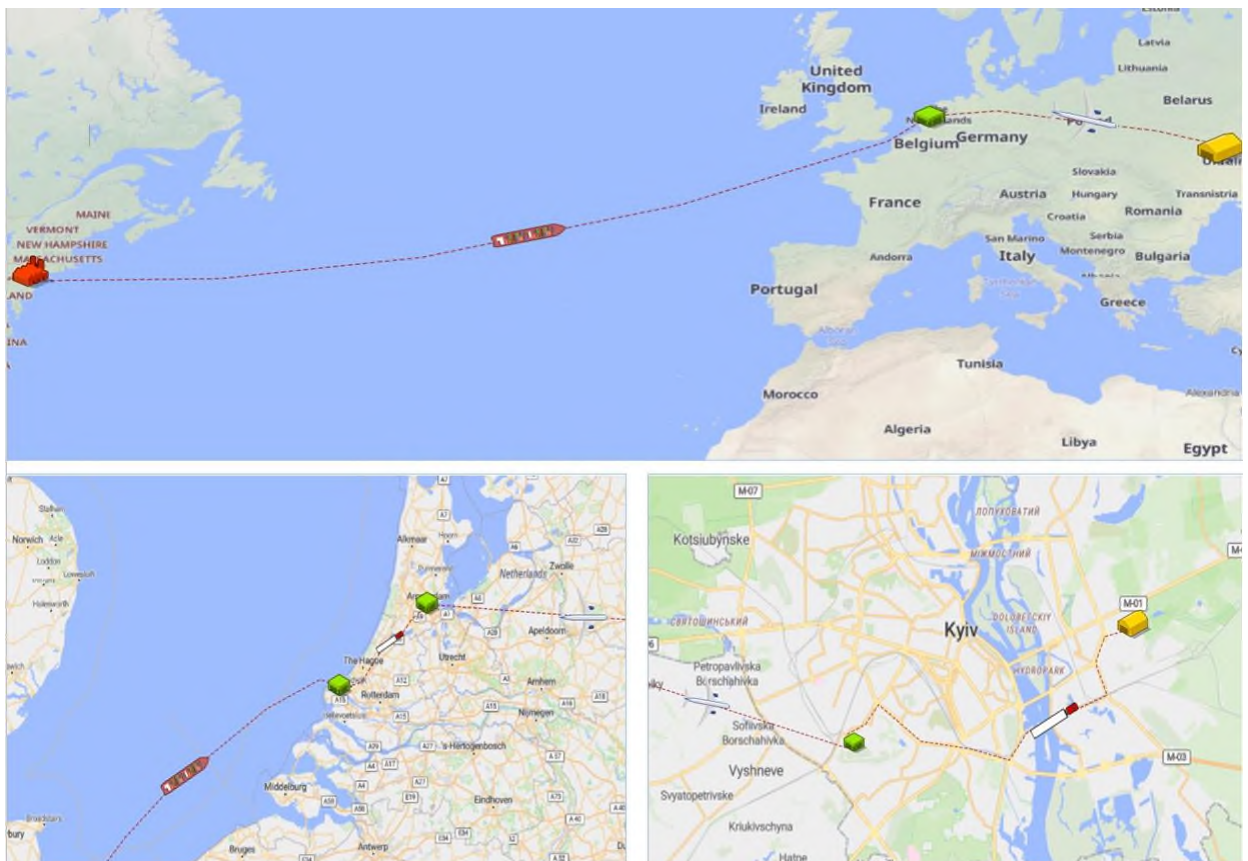


Рис. 3.4. Мультиmodalний маршрут №1 (MM1)

Розподіл відстаней та тривалості перевезення [53]:

Таблиця 3.2

Відстані між транспортними вузлами за маршрутом

T/B	Відстань, км				
	US NYC	NL RTM	AMS	IEV	склад
US NYC	-	6061,9	-	-	-
NL RTM	6061,9	-	78,67	-	-
AMS	-	78,67	-	1786,53	-
IEV	-	-	1786,53	-	20,2
склад	-	-	-	20,2	-

Таблиця 3.3

Час на перевезення між транспортними вузлами за маршрутом

T/B	Час перевезення, год				
	US NYC	NL RTM	AMS	IEV	склад
US NYC	-	252	-	-	-
NL RTM	252	-	1	-	-
AMS	-	1	-	2	-
IEV	-	-	2	-	0,5
склад	-	-	-	0,5	-

Тривалість доставки змішаного перевезення визначається за формулою [10]:

$$t_{\text{ТД}} = t_{\text{во}} + t_{\text{а}} + t_{\text{св}} + t_{\text{ав}} + t_{\text{кп}} + t_{\text{св}} + t_{\text{ко}}, \quad (3.1)$$

де $t_{\text{ТД}}$ – тривалість доставки, год (діб); $t_{\text{во}}$ і $t_{\text{ко}}$ – тривалість початкових операцій у відправника і кінцевих операцій у отримувача вантажу (завантаження, розвантаження, оформлення), год; $t_{\text{а}}$ – автомобільне перевезення до транспортного вузла, год; $t_{\text{св}}$ – стояночні операції у транспортному вузлі, год; $t_{\text{ав}}$ – перевезення між транспортними вузлами, год.

$$t_{св} = t_{вy} + t_{ко.в} + t_{мв}, \quad (3.2)$$

де $t_{вy}$ – вантажні операції у транспортному вузлі відправлення, год;
 $t_{ко.в}$ – комерційні операції у транспортному вузлі відправлення, год; $t_{мв}$ – митні операції, год.

$$t_{кп} = t_{вп} + t_{кп.р} + t_{мп}, \quad (3.3)$$

де $t_{кп}$ – тривалість кінцевих операцій у транспортному вузлі прибуття, год; $t_{вп}$ – вантажні операції в транспортному вузлі прибуття, год; $t_{кп.р}$ – комерційні операції в транспортному вузлі прибуття, год; $t_{мп}$ – митні операції, год.

Підлаштувавши формули (3.1 – 3.3) під перевезення ММ1, отримаємо наступну формулу розрахунку тривалості доставки за обраним маршрутом:

$$t_{тд} = t_{св1} + t_{п1} + t_{кп} + t_{п2} + t_{св2} + t_{оч} + t_{п3} + t_{кп2} + t_{п4} + t_{ко}, \quad (3.4)$$

де $t_{св1}$ – тривалість початкових (стояночних) операцій у транспортному вузлі відправлення (в даному випадку - у морському порті US NYC), год; $t_{п1}$ – перевезення між транспортними вузлами (в даному випадку – морське перевезення між US NYC та NL RTM), год; $t_{кп}$ – кінцеві операції у транспортному вузлі прибуття (в даному випадку – у морському порті NL RTM), год; $t_{п2}$ – перевезення між транспортними вузлами (в даному випадку – автомобільне перевезення між NL RTM та AMS), год; $t_{св2}$ - тривалість початкових операцій у транспортному вузлі відправлення (в даному випадку - у аеропорті AMS), год; $t_{оч}$ - тривалість очікування регулярного рейсу (в

даному випадку - рейсу AMS–IEV), год; $t_{пз}$ – перевезення між транспортними вузлами (в даному випадку – авіаційне перевезення між AMS та IEV); $t_{кп2}$ – кінцеві операції у транспортному вузлі прибуття (в даному випадку – у аеропорті IEV), год; $t_{п4}$ - перевезення між транспортними вузлами (в даному випадку – автомобільне перевезення між IEV та місцем призначення (склад)); $t_{ко}$ – кінцеві операції у місці призначення, год.

Таблиця 3.4

**Середньостатистичне значення
тривалості операцій на змішаному маршруті [9, 10].**

Маса партії вантажу, кг	Тривалість операцій (год, хв)							
	$t_{во}$	$t_{ву}$	$t_{ко.в}$	$t_{мв}$	$t_{вп}$	$t_{кп.р}$	$t_{во}$	$t_{ко}$
90	15	30	50	90	20	30	90	10
200	20	35	60	95	25	35	95	15
500	25	40	70	100	25	40	100	20
1000	30	50	80	110	35	50	110	25
2000	35	70	90	120	45	60	120	30
3000	40	90	100	130	60	80	130	35
4000	45	110	110	140	65	100	140	40
6000	50	130	120	150	75	120	150	45

Базуючись на даних з табл. 3.4 та беручи до уваги масу вантажу для перевезення (990 кг), отримаємо значення тривалості кінцевих та початкових (стояночних) операцій у транспортних вузлах за маршрутом (за (3.2) та (3.3)):

$$t_{кп} = 35 + 50 + 110 = 195 \text{ хв} \approx 3,25 \text{ год};$$

$$t_{св} = 50 + 80 + 110 = 240 \text{ хв} \approx 4 \text{ год};$$

$$t_{ко} = 25 \text{ хв} \approx 0,42 \text{ год}$$

Таким чином, беручи до уваги значення з табл. 3.2 та табл. 3.3 та розрахованих значень вантажних операцій у транспортних вузлах, за допомогою програмного апарату MS Project була розрахована тривалість доставки вантажу (див. рис. 3.5) та були побудовані мережевий графік маршруту (див. додаток Д) та діаграма Ганта (див. рис. 3.6).

	Назва задачі	Длительность	Начало	Окончание
1	Мультимодальний маршрут №1	15,62 дней	Пт 11.10.19	Сб 26.10.19
2	Підготовка до перевезення у US NYC	0,17 дней	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
3	Вантажні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	0,83 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
4	Комерційні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	1,33 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
5	Митні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	1,83 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
6	Перевезення US NYC - NL RTM	10,5 дней	Сб 12.10.19	Вт 22.10.19
7	Перевезення морським транспортом до морського порту Роттердам	10,5 дней	Сб 12.10.19	Вт 22.10.19
8	Підготовка до перевезення у AMS	0,17 дней	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
9	Вантажні операції у морському порту Роттердаму	0,83 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
10	Комерційні операції у морському порту Роттердаму	1,33 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
11	Митні операції у морському порту Роттердаму	1,83 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
12	Перевезення NL RTM - AMS	0,04 дней	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
13	Перевезення автомобільним транспортом до аеропорту "Схіпгол"	1 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
14	Підготовка до перевезення у AMS	0,5 дней	Ср 23.10.19	Пт 25.10.19
15	Вантажні операції у аеропорту "Схіпгол"	0,83 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
16	Комерційні операції у аеропорту "Схіпгол"	1,33 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
17	Митні операції у аеропорту "Схіпгол"	1,83 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
18	Очікування рейсу у аеропорту "Схіпгол"	1,43 дней	Ср 23.10.19	Пт 25.10.19
19	Перевезення AMS - IEV	0,08 дней	Пт 25.10.19	Пт 25.10.19
20	Перевезення авіаційним транспортом до аеропорту "Київ" (Жуляни)	2 ч	Пт 25.10.19	Пт 25.10.19
21	Підготовка до перевезення до вантажоотримувача	0,15 дней	Пт 25.10.19	Пт 25.10.19
22	Вантажні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	0,83 ч	Пт 25.10.19	Пт 25.10.19
23	Комерційні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	1,33 ч	Пт 25.10.19	Пт 25.10.19
24	Митні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	1,83 ч	Пт 25.10.19	Пт 25.10.19
25	Перевезення IEV - вантажоотримувач	0,04 дней	Сб 26.10.19	Сб 26.10.19
26	Перевезення автомобільним транспортом до вантажоотримувача	1 ч	Сб 26.10.19	Сб 26.10.19
27	Розвантаження вантажу на складі вантажоотримувача	0,42 ч	Сб 26.10.19	Сб 26.10.19

Рис. 3.5. Результати розрахунку тривалості доставки вантажу за MM1 за допомогою MS Project

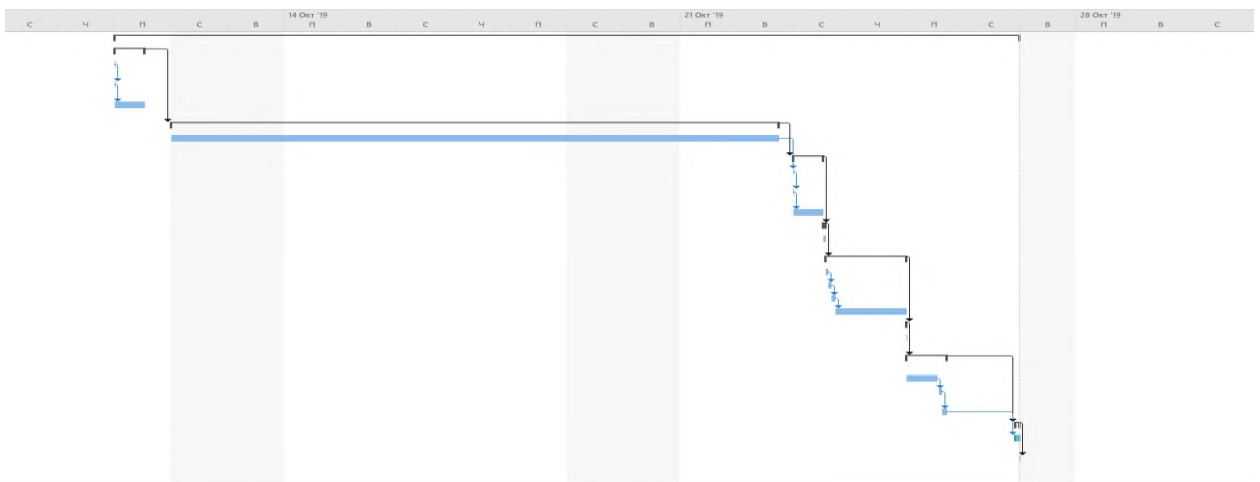


Рис. 3.6. Діаграма Ганта доставки вантажу за ММ1

В аналітичній частині були вивчено тарифи основних перевізників [40-45], які користуються послугами транспортних вузлів на даному маршруті. Базуючись на даному аналізі, експертних оцінках та статистичних даних щодо вартості перевезення [53] було визначено середні значення тарифів. Вони набувають наступного значення:

Таблиця 3.5

Тарифи на перевезення між транспортними вузлами

T/B	Тариф, дол. США				
	US NYC	NL RTM	AMS	IEV	склад
US NYC	-	1023 (за 20'GP)	-	-	-
NL RTM	1023 (за 20'GP)	-	1,27 (1 км)	-	-
AMS	-	1,27 (1 км)	-	2,89 (1 кг)	-
IEV	-	-	2,89 (1 кг)	-	1,42 (1 км)
склад	-	-	-	1,42 (1 км)	-

$$P_{d1} = 1023 + 1,27 \times 78,67 + 2,89 \times 990 + 1,42 \times 20,2 = 4\ 012,69\ USD.$$

Отже, тривалість перевезення складає 15,62 дні, а вартість – 4012,69 USD.

3.1.2. Мультимодальний маршрут №2 (ММ2)

Мультимодальний маршрут №2 набуває вигляду:

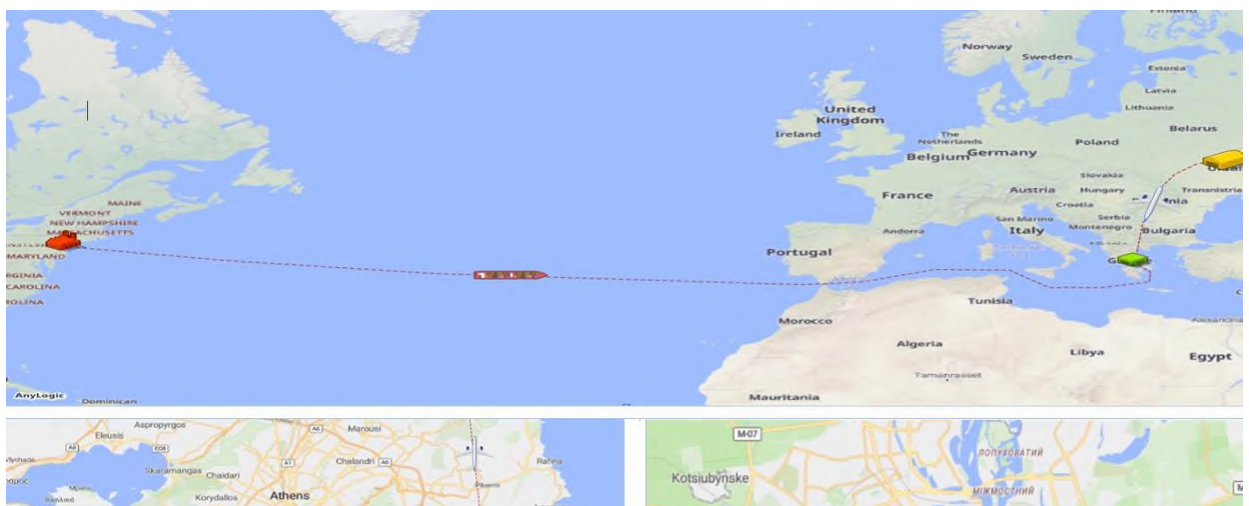


Рис. 3.7. Мультимодальний маршрут №2 (MM2)

Розподіл відстаней та тривалості перевезення [53]:

Таблиця 3.6

Відстані між транспортними вузлами за маршрутом

T/B	Відстань, км				
	US NYC	GR PIR	ATH	IEV	склад
US NYC	-	8668,64	-	-	-
GR ATH	8668,64	-	9,18	-	-
ATH	-	9,18	-	1480	-
IEV	-	-	1480	-	20,2
склад	-	-	-	20,2	-

Таблиця 3.7

Час на перевезення між транспортними вузлами за маршрутом

T/B	Час перевезення, год				
	US NYC	GR PIR	ATH	IEV	склад
US NYC	-	288	-	-	-
GR ATH	288	-	1	-	-
ATH	-	1	-	2,5	-
IEV	-	-	2,5	-	1
склад	-	-	-	1	-

Беручи до уваги значення з табл. 3.6 та табл. 3.7 та розрахованих значень вантажних операцій у транспортних вузлах, за допомогою програмного апарату MS Project була розрахована тривалість доставки вантажу (див. рис. 3.8) та були побудовані мережевий графік маршруту (див. додаток Ж) та діаграма Ганта (див. рис. 3.9).

№	Назва задачі	Длительность	Начало	Окончание
1	Мультимодальний маршрут №2	17,4 дней	Пт 11.10.19	Пн 28.10.19
2	Підготовка до перевезення у US NYC	0,17 дней	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
3	Вантажні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	0,83 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
4	Комерційні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	1,33 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
5	Митні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	1,83 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
6	Перевезення US NYC - GR PIR	12 дней	Пт 11.10.19	Ср 23.10.19
7	Перевезення морським транспортом до морського порту Пірей	12 дней	Пт 11.10.19	Ср 23.10.19
8	Підготовка до перевезення у АТН	0,17 дней	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
9	Вантажні операції у морському порту Пірей	0,83 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
10	Комерційні операції у морському порту Пірей	1,33 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
11	Митні операції у морському порту Пірей	1,83 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
12	Перевезення GR PIR - АТН	0,04 дней	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
13	Перевезення автомобільним транспортом до аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	1 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
14	Підготовка до перевезення у АТН	1 день	Чт 24.10.19	Вс 27.10.19
15	Вантажні операції у аеропорту аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	0,83 ч	Чт 24.10.19	Чт 24.10.19
16	Комерційні операції у аеропорту аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	1,33 ч	Чт 24.10.19	Чт 24.10.19
17	Митні операції у аеропорту аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	1,83 ч	Чт 24.10.19	Чт 24.10.19
18	Очкування рейсу у аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	2,53 дней	Чт 24.10.19	Вс 27.10.19
19	Перевезення АТН - ІЕУ	0,1 дней	Вс 27.10.19	Вс 27.10.19
20	Перевезення авіаційним транспортом до аеропорту "Київ" (Жуляни)	2,5 ч	Вс 27.10.19	Вс 27.10.19
21	Підготовка до перевезення до вантажоотримувача	0,3 дней	Вс 27.10.19	Пн 28.10.19
22	Вантажні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	0,83 ч	Вс 27.10.19	Вс 27.10.19
23	Комерційні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	1,33 ч	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19
24	Митні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	5,85 ч	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19
25	Перевезення ІЕУ - вантажоотримувач	0,04 дней	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19
26	Перевезення автомобільним транспортом до вантажоотримувача	1 ч	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19
27	Розвантаження вантажу на складі вантажоотримувача	0,42 ч	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19

Рис. 3.8. Результати розрахунку тривалості доставки вантажу за ММ2 за допомогою MS Project

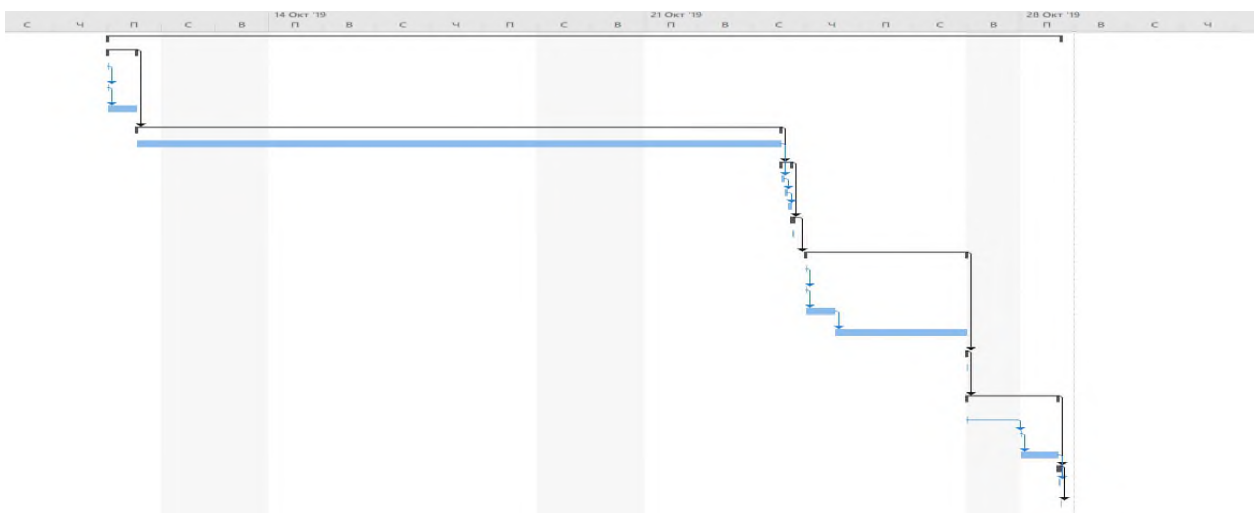


Рис. 3.9. Діаграма Ганта доставки вантажу за ММ2

В аналітичній частині були вивчено тарифи основних перевізників [40-45], які користуються послугами транспортних вузлів на даному маршруті. Базуючись на даному аналізі, експертних оцінках та статистичних даних щодо вартості перевезення [53] було визначено середні значення тарифів. Вони набувають наступного значення:

Таблиця 3.8

Тарифи на перевезення між транспортними вузлами

T/B	Тариф, дол. США				
	US NYC	GR PIR	ATH	IEV	склад
US NYC	-	1250 (за 20'GP)	-	-	-
GR PIR	1250 (за 20'GP)	-	1,15 (за 1 км)	-	-
ATH	-	1,15 (за 1 км)	-	2,57 (за 1 кг)	-
IEV	-	-	2,57 (за 1 кг)	-	1,42 (за 1 км)
Склад	-	-	-	1,42 (за 1 км)	-

$$P_{d2} = 1250 + 1,15 \times 9,18 + 2,57 \times 990 + 1,42 \times 20,2 = 3\,833,55 \text{ USD.}$$

Отже, тривалість перевезення складає 17,4 днів, а вартість – 3 833,55 USD.

3.1.3. Мультимодальний маршрут №3 (ММ3)

Мультимодальний маршрут №3 набуває вигляду:

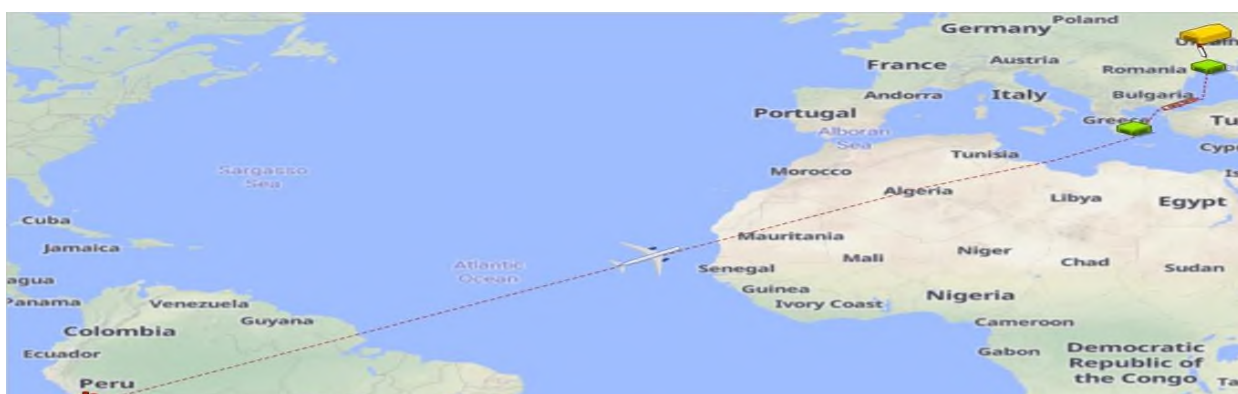


Рис. 3.10. Мультимодальний маршрут №3 (ММ3)

Значення відстаней [53]:

Таблиця 3.9

Відстані між транспортними вузлами за маршрутом

<i>T/B</i>	<i>Тариф</i>				
	LIM	ATH	GR PIR	UA ODS	склад
LIM	-	11800	-	-	-
ATH	11800	-	9,18	-	-
GR PIR	-	9,18	-	1295,78	-
UA ODS	-	-	1295,78	-	475
Склад	-	-	-	475	-

Таблиця 3.10

Час на перевезення між транспортними вузлами за маршрутом

<i>T/B</i>	<i>Час перевезення, год</i>				
	LIM	ATH	GR ATH	UA ODS	склад
LIM	-	15	-	-	-
ATH	15	-	1	-	-

GR ATH	-	1	-	62,4	-
UA ODS	-	-	62,4	-	8
Склад	-	-	-	8	-

Беручи до уваги значення з табл. 3.9 та табл. 3.10 та розрахованих значень вантажних операцій у транспортних вузлах, за допомогою програмного апарату MS Project була розрахована тривалість доставки вантажу (див. рис. 3.11) та були побудовані мережевий графік маршруту (див. додаток З) та діаграма Ганта (див. рис. 3.12).

№	Назва задачі	Длительность	Начало	Окончание
1	Мультимодальний маршрут №2	17,4 дней	Пт 11.10.19	Пн 28.10.19
2	Підготовка до перевезення у US NYC	0,17 дней	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
3	Вантажні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	0,83 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
4	Комерційні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	1,33 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
5	Митні операції у морському порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі	1,83 ч	Пт 11.10.19	Пт 11.10.19
6	Перевезення US NYC - GR PIR	12 дней	Пт 11.10.19	Ср 23.10.19
7	Перевезення морським транспортом до морського порту Пірей	12 дней	Пт 11.10.19	Ср 23.10.19
8	Підготовка до перевезення у ATH	0,17 дней	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
9	Вантажні операції у морському порту Пірей	0,83 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
10	Комерційні операції у морському порту Пірей	1,33 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
11	Митні операції у морському порту Пірей	1,83 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
12	Перевезення GR PIR - ATH	0,04 дней	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
13	Перевезення автомобільним транспортом до аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	1 ч	Ср 23.10.19	Ср 23.10.19
14	Підготовка до перевезення у ATH	1 день	Чт 24.10.19	Вс 27.10.19
15	Вантажні операції у аеропорту аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	0,83 ч	Чт 24.10.19	Чт 24.10.19
16	Комерційні операції у аеропорту аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	1,33 ч	Чт 24.10.19	Чт 24.10.19
17	Митні операції у аеропорту аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	1,83 ч	Чт 24.10.19	Чт 24.10.19
18	Очікування рейсу у аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса	2,53 дней	Чт 24.10.19	Вс 27.10.19
19	Перевезення ATH - IEV	0,1 дней	Вс 27.10.19	Вс 27.10.19
20	Перевезення авіаційним транспортом до аеропорту "Київ" (Жуляни)	2,5 ч	Вс 27.10.19	Вс 27.10.19
21	Підготовка до перевезення до вантажоотримувача	0,3 дней	Вс 27.10.19	Пн 28.10.19
22	Вантажні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	0,83 ч	Вс 27.10.19	Вс 27.10.19
23	Комерційні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	1,33 ч	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19
24	Митні операції у аеропорту "Київ" (Жуляни)	5,85 ч	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19
25	Перевезення IEV - вантажоотримувач	0,04 дней	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19
26	Перевезення автомобільним транспортом до вантажоотримувача	1 ч	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19
27	Розвантаження вантажу на складі вантажоотримувача	0,42 ч	Пн 28.10.19	Пн 28.10.19

Рис. 3.11. Результати розрахунку тривалості доставки вантажу за ММЗ за допомогою MS Project

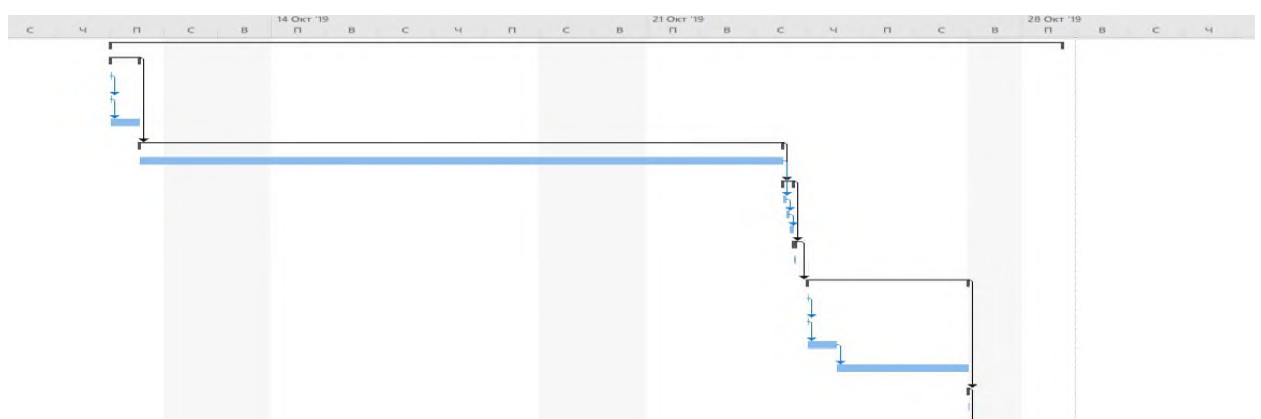


Рис. 3.12. Діаграма Ганта доставки вантажу за ММЗ

В аналітичній частині були вивчено тарифи основних перевізників [40-45], які користуються послугами транспортних вузлів на даному маршруті. Базуючись на даному аналізі, експертних оцінках та статистичних даних щодо вартості перевезення [53] було визначено середні значення тарифів. Вони набувають наступного значення:

Таблиця 3.11

Тарифи на перевезення між транспортними вузлами

T/B	Тариф, дол. США				
	LIM	ATH	GR ATH	UA ODS	склад
LIM	-	3,24 (за 1 кг)	-	-	-
ATH	3,24 (за 1 кг)	-	1,15 (за 1 км)	-	-
GR ATH	-	1,15 (за 1 км)	-	733 (за 20'GP)	-
UA ODS	-	-	733 (за 20'GP)	-	0,35 (за 1 км)
Склад	-	-	-	0,35 (за 1 км)	-

$$P_{дз} = 3,24 \times 990 + 1,15 \times 9,18 + 733 + 0,35 \times 485 = 4\,117,41 \text{ USD.}$$

Отже, тривалість перевезення складає 17,4 днів, а вартість – 3 833,55 USD.

Значення вартості та тривалості доставки вантажу за трьома маршрутами можна подати у вигляді таблиці:

Таблиця 3.12

Розрахована вартість та тривалість перевезення

<i>Маршрут</i>	<i>Тривалість, днів</i>	<i>Вартість, дол США</i>
Мультимодальний маршрут №1	15,62	4 012,69
Мультимодальний маршрут №2	17,4	3 833,55
Мультимодальний маршрут №3	17,45	4 117,41

З аналізу табл. 3.12 можна зробити висновок, що найдешевшим є мультимодальний маршрут №2 (вартість - 3 833,55 USD), а найшвидшим - мультимодальний маршрут №1 (тривалість – 15,62 днів).

3.2. Оцінка надійності транспортних вузлів на маршрутах перевезення

3.2.1. Оцінка надійності аеропорту «Схіпгол»

При вивченні та аналізі діяльності аеропорту «Схіпгол» була отримана інформація про кількість відмов системи безпеки за 13 років (див. табл. 2.9). Продублюємо описану раніше таблицю відмов системи безпеки (див. табл. 3.13):

Таблиця 3.13

Збій системи безпеки аеропорту «Схіпгол»

1	Проникнення на ЗПС	2007	40
		2008	41
		2009	32
		2010	31
		2011	36
		2012	42

		2013	23
		2014	17
		2015	41
		2016	47
		2017	46
		2018	30
2	Пожежа	2008	1
3	Детонація вибухового пристрою на борту ПС	2009	1

На основі отриманих даних було прийнято рішення аналізувати систему (підрозділ спеціалізованих аеропортових служб), яка складається з 6 елементів: 1 - служба авіаційної безпеки (САБ); 2- митна служба (МС); 3- імміграційна служба (ІС); 4 - медико-санітарна служба (МСС); 5 - Воєнізована поліція (ВП); 6 - Відділ внутрішньої охорони аеропорту (ВВОА). За одиницю часового виміру в процесі оцінювання було прийнято рішення обрати 1 день. Вказані міркування приводять до наступної таблиці «відмов елементів» (див. табл. 3.14):

Таблиця 3.14

Інтенсивність відмов елементів

№	1	2	3	4	5	6
λ_i год ⁻¹	0,08999	0	0	0	0,08999	0,00021

Для початкового спрощення міркувань гіпотетично було прийнято, що час відновлення досліджуваної системи є однаковим і рівним 0,411 року, тобто, 150 днів, а тому інтенсивності відновлення елементів (μ) дорівнюють 0,0316 днів.

Розрахуємо інтенсивність відмови системи (λ_c) за формулою:

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^n \lambda_i; \quad (3.5)$$

де λ_i – відмова елементів;

$$\lambda_c = 0,08999 + 0,08999 + 0,00021 = 0,18019.$$

Тоді відпрацювання на відмову, середній час відновлення і коефіцієнт готовності відповідно (за формулами (1.42) - (1.44)) дорівнюють:

$$T = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{0,18019} = 5,5497 \approx 6 \text{ (днів)};$$

$$T_B = \frac{1}{\mu} = \frac{1}{0,0422} = 31,633 \approx 33 \text{ (дні)};$$

$$K_r = \frac{T}{T+T_B} = \frac{5,5497}{5,5497 + 31,633} = 0,1493.$$

Так як інтенсивності відновлення елементів однакові, то систему можна розглядати як один елемент з інтенсивністю відмов λ_c та інтенсивністю відновлення μ . Згідно з (1.41) отримаємо:

$$K_r(t) = \frac{\mu}{\lambda_c + \mu} + \frac{\lambda_c}{\lambda_c + \mu} e^{-(\lambda_c + \mu)t} = \frac{0,0316}{0,21179} + \frac{0,18019}{0,21179} e^{-0,21179t}$$

Протабулюємо функцію від 0 до 365 (кількість днів в 1-му році) із кроком в 30 днів. Отримані значення функції готовності приведені у табл. 3.15.

Таблиця 3.15

Функція готовності системи САС аеропорту «Схіпгол»

t , час	$K_r(t)$
-----------	----------

0	1
30	0,1511
60	0,1493
90	0,1493
120	0,1493
150	0,1493
180	0,1493
210	0,1493
240	0,1493
270	0,1493
300	0,1493
330	0,1493
360	0,1493
365	0,1493

Графік функції готовності системи зображено на рис. 3.13:

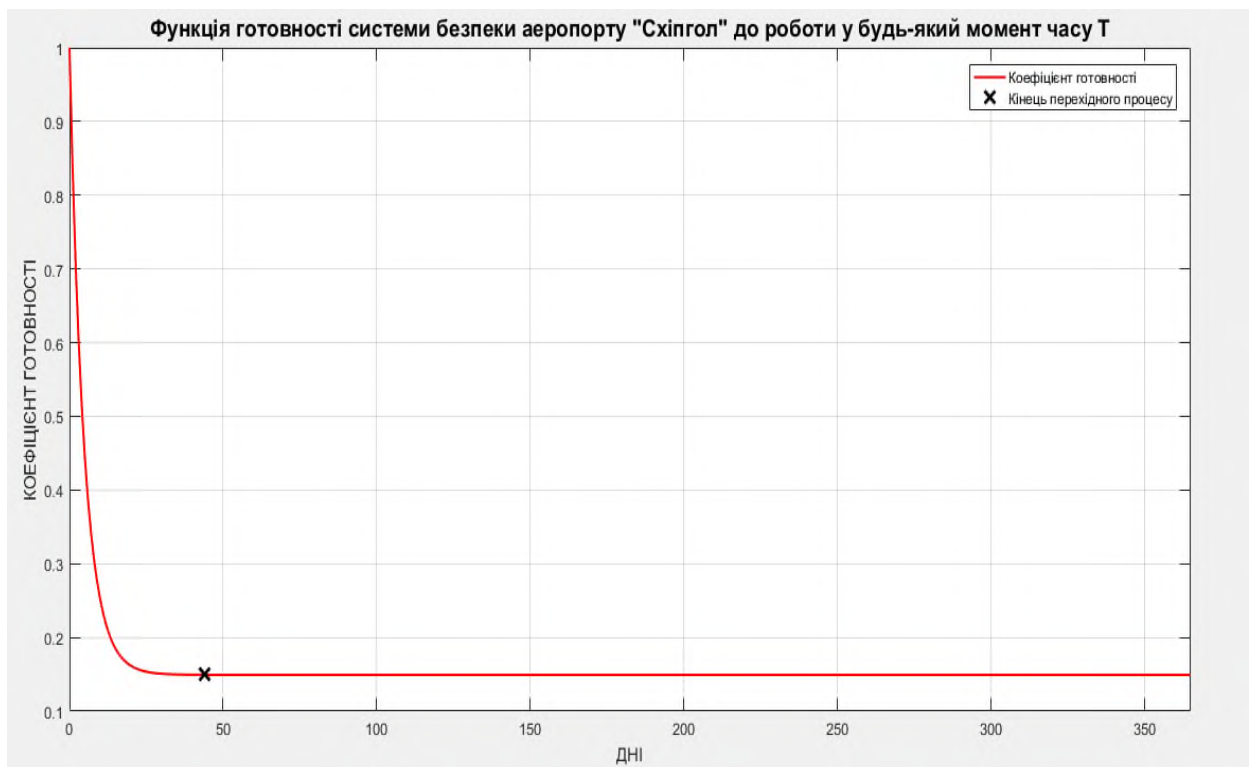


Рис. 3.13. Графік функції готовності системи спеціалізованих аеропортових служб аеропорту «Схіпгол»

З отриманого графіку функції готовності (ймовірності того, що система готова до роботи в довільний момент часу t) можна зробити висновок, що час перехідного процесу в обраному масштабі достатньо складає 44 дні. Коефіцієнт готовності (фінальна ймовірність того, що система працездатна у довільний момент часу t) теж невисокий ($K_r(t)=0,1493$).

3.2.2. Оцінка надійності морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі

При вивченні та аналізі діяльності морського порту Нью-Йорка та Нью-Джерсі була отримана інформація про кількість відмов системи безпеки (див. табл. 2.40). Продублюємо описану у раніше таблицю відмов системи безпеки (див. табл. 3.16):

Таблиця 3.16

Збій системи забезпечення безпеки порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі

№	АНВ	
	1	2014
2015		4
2016		5
2017		2
2018		3
2	<i>Операційні інциденти</i>	
	2014	22
	2015	20
	2016	17
	2017	11
	2018	13

На основі отриманих даних було прийнято рішення аналізувати систему, яка складається з 5 елементів: 1 – відділ поліції морського порту; 2 - митна служба; 3 - імміграційна служба; 4 – берегова охорона США; 5 – відділ обробки вантажів морського порту.

За одиницю часового виміру в процесі оцінювання було прийнято рішення обрати 1 день. Вказані міркування приводять до наступної таблиці «відмов елементів» (див. табл. 3.17):

Таблиця 3.17

Інтенсивність відмов елементів

№	1	2	3	4	5
$\lambda_i, \text{год}^{-1}$	0,01041	0	0	0	0,04439

Для початкового спрощення міркувань гіпотетично було прийнято, що час відновлення досліджуваної системи є однаковим і рівним 0,411 року, тобто, 150 днів, а тому інтенсивності відновлення елементів (μ) дорівнюють 0,0822 днів.

Базуючись на вищезазначеному алгоритмі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника коефіцієнту готовності системи безпеки морського порту Нью-Йорка і Нью-Джерсі. Програмний код подано у додатку К (див. рядки 124-161). Результати розрахунку:

Напрацювання на відмову, дні

fTime =

5.5497

19.8373

32.5893

55.3030

Середній час відновлення, дні

resovTime =

31.6333

12.1667

12.1667

12.1667

Коефіцієнт готовності роботи системи

Kr =

0.1493

Рис. 3.14. Розрахунок параметрів надійності морського порту Нью-Йорк та Нью-Джерсі

Графік функції готовності системи зображено на рис. 3.15:

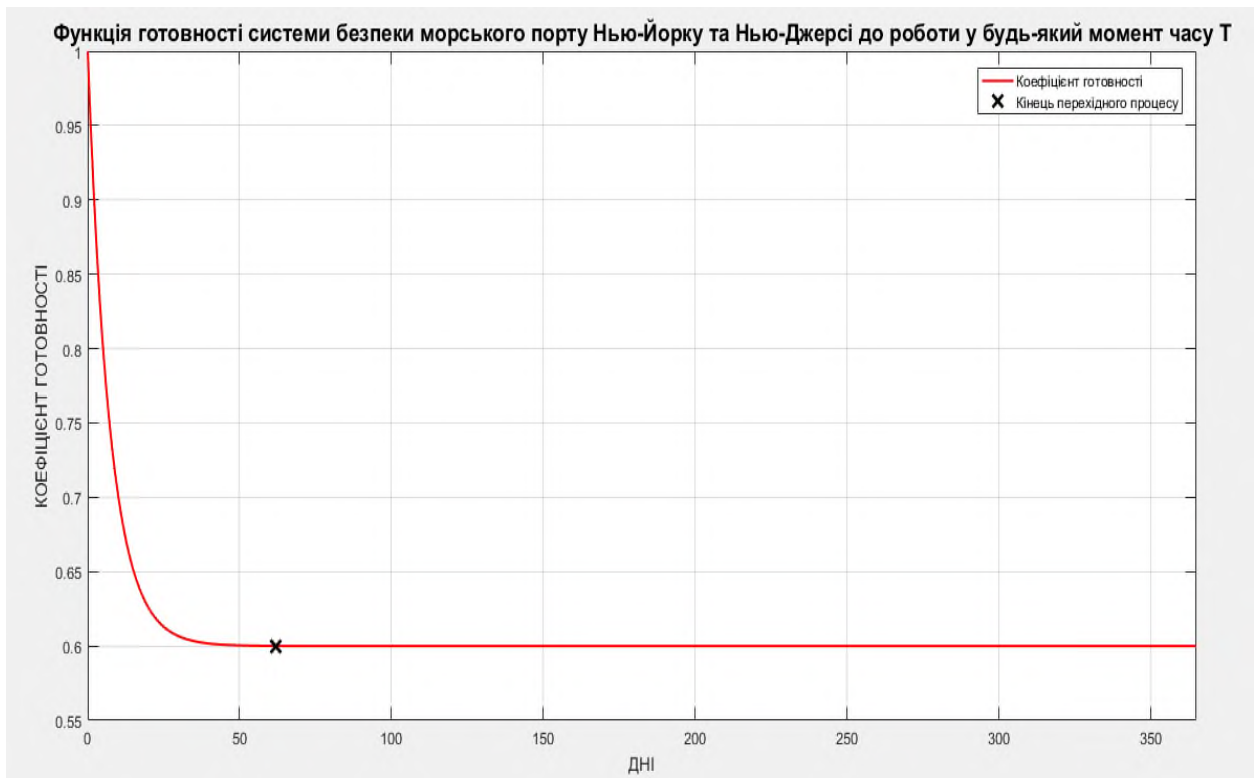


Рис. 3.15. Графік функції готовності морського порту Нью-Йорк та Нью-Джерсі

З отриманого графіку функції готовності (ймовірності того, що система готова до роботи в довільний момент часу t) можна зробити висновок, що час перехідного процесу в обраному масштабі складає 64 дні. Коефіцієнт готовності (фінальна ймовірність того, що система працездатна у довільний момент часу t , $K_r(t)$) складає 0,600.

3.2.3. Оцінка надійності морського порту Роттердаму

При вивченні та аналізі діяльності морського порту Роттердаму була отримана інформація про кількість відмов системи безпеки (див. табл. 2.44). Продублюємо описану у раніше таблицю відмов системи безпеки (див. табл. 3.18):

Таблиця 3.18

Збій системи забезпечення безпеки порту Роттердаму

<i>№</i>	<i>АНВ</i>	
1	2014	5
	2015	4
	2016	5
	2017	2
	2018	3
2	<i>Операційні інциденти</i>	
	2014	19
	2015	20
	2016	17
	2017	11
	2018	13

На основі отриманих даних було прийнято рішення аналізувати систему, яка складається з 5 елементів: 1 – відділ поліції морського порту; 2 - митна служба; 3 - імміграційна служба; 4 – берегова охорона; 5 – відділ обробки вантажів морського порту;

За одиницю часового виміру в процесі оцінювання було прийнято рішення обрати 1 день. Вказані міркування приводять до наступної таблиці «відмов елементів» (див. табл. 3.19):

Таблиця 3.19

Інтенсивність відмов елементів

№	1	2	3	4	5
$\lambda_i, \text{год}^{-1}$	0,01479	0	0	0	0,04384

Для початкового спрощення міркувань гіпотетично було прийнято, що час відновлення досліджуваної системи є однаковим і рівним 0,411 року, тобто, 150 днів, а тому інтенсивності відновлення елементів (μ) дорівнюють 0,0822 днів.

Базуючись на вищезазначеному алгоритмі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника коефіцієнту готовності системи безпеки морського порту Роттердаму. Програмний код подано у додатку К (див. рядки 124-161). Результати розрахунку:

```
Напрацювання на відмову, дні
```

```
fTime =
```

```
5.5497
```

```
18.2482
```

```
17.0561
```

```
55.3030
```

```
Середній час відновлення, дні
```

```
resovTime =
```

```
31.6333
```

```
12.1667
```

```
12.1667
```

```
12.1667
```

```
Коефіцієнт готовності роботи системи
```

```
Kr =
```

Рис. 3.16. Розрахунок параметрів надійності порту Роттердам

Графік функції готовності системи зображено на рис. 3.17:

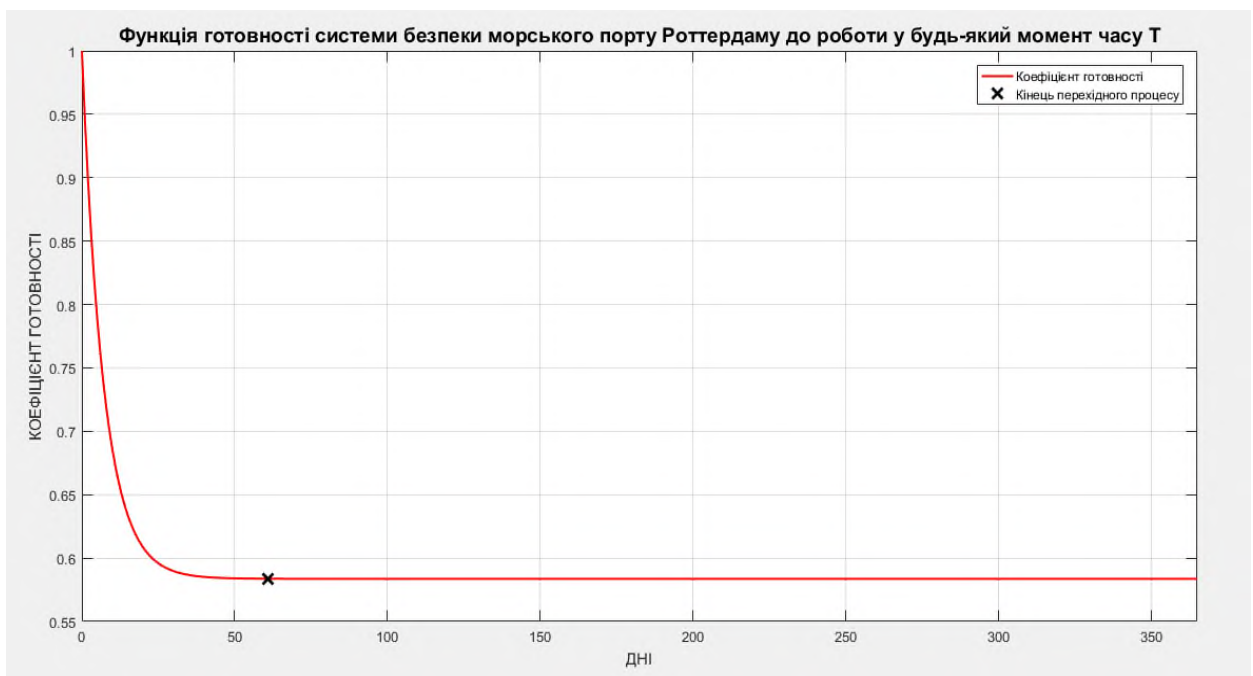


Рис. 3.17. Графік функції готовності морського порту Роттердам

З отриманого графіку функції готовності (ймовірності того, що система готова до роботи в довільний момент часу t) можна зробити висновок, що час перехідного процесу в обраному масштабі складає 61 день. Коефіцієнт готовності (фінальна ймовірність того, що система працездатна у довільний момент часу t) невисокий ($K_r(t)=0,5837$).

3.2.4. Оцінка надійності аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

При вивченні та аналізі діяльності аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського була прийнята інформація про кількість відмов системи безпеки (див. табл. 2.17). Продублюємо таблицю відмов системи безпеки (табл. 3.20):

Таблиця 3.20

Умовний збій системи безпеки аеропорту «Київ» ім. Ігоря Сікорського

<i>№</i>	<i>Збій системи забезпечення безпеки та АНВ</i>	
1	2014	4
	2015	4
	2016	3
	2017	2
	2018	3
2	<i>Інші</i>	
	2014-2018	1

На основі отриманих даних було прийнято рішення аналізувати систему (підрозділ спеціалізованих аеропортових служб), яка складається з 6 елементів: 1 - служба авіаційної безпеки (САБ); 2- митна служба (МС); 3- імміграційна служба (ІС); 4 - медико-санітарна служба (МСС); 5 - Воєнізована поліція (ВП); 6 - Відділ внутрішньої охорони аеропорту (ВВОА);

За одиницю часового виміру в процесі оцінювання було прийнято рішення обрати 1 день. Вказані міркування приводять до наступної таблиці «відмов елементів» (див. табл.3. 21):

Таблиця 3.21

Інтенсивність відмов елементів

№	1	2	3	4	5	6
$\lambda_i, \text{год}^{-1}$	0,00877	0	0	0	0,00877	0,000548

Для початкового спрощення міркувань гіпотетично було прийнято, що час відновлення досліджуваної системи є однаковим і рівним 0,411 року, тобто, 150 днів, а тому інтенсивності відновлення елементів (μ) дорівнюють 0,0411 днів.

Базуючись на вищезазначеному алгоритмі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника коефіцієнту готовності системи безпеки аеропорту «Київ (Жуляни)». Програмний код подано у додатку К (див. рядки 124-161).

Результати розрахунку:

```

5.5497
18.2482
17.0561
55.2853

Середній час відновлення, дні

rescovTime =

31.6333
12.1667
12.1667
12.1667

Коефіцієнт готовності роботи системи

Kr =

0.1493
0.6000
0.5837
0.8186

```

Рис. 3.18. Розрахунок параметрів надійності аеропорту «Київ (Жуляни)»
Графік функції готовності системи зображено на рис. 3.19:

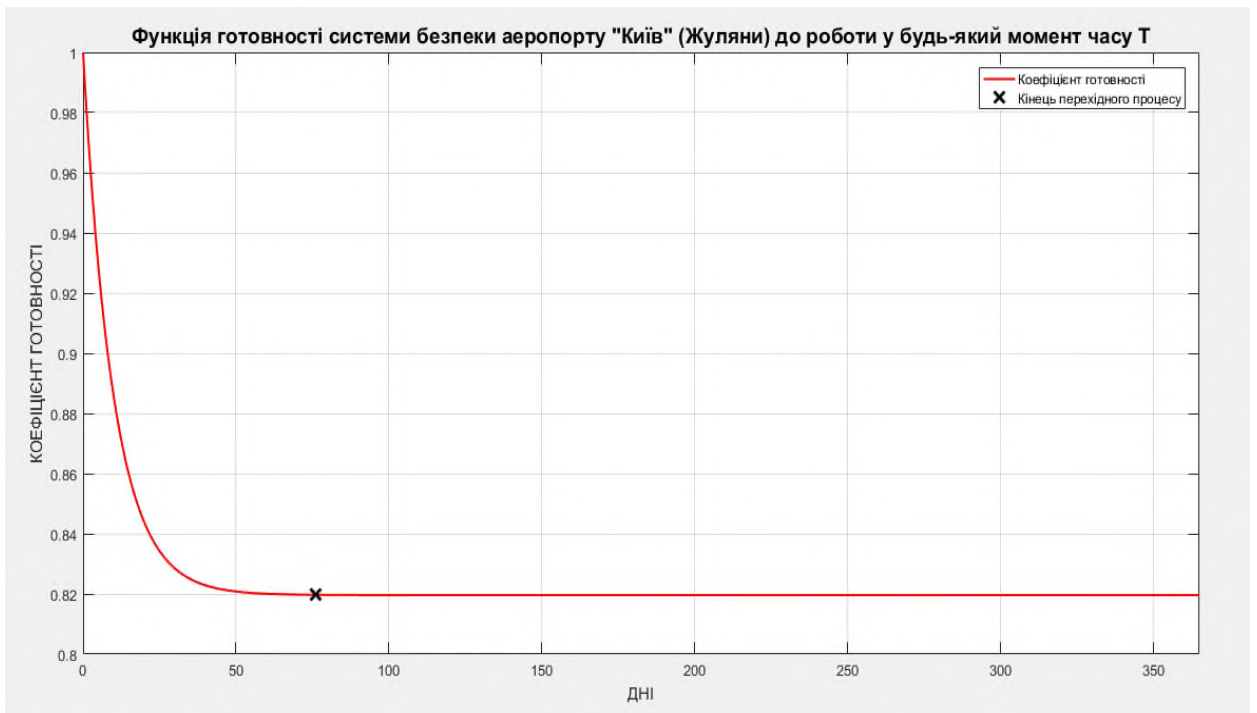


Рис. 3.19. Графік функції готовності системи безпеки аеропорту «Київ» ім.

Ігоря Сікорського

З отриманого графіку функції готовності (ймовірності того, що система готова до роботи в довільний момент часу t) можна зробити висновок, що час перехідного процесу в обраному масштабі складає 76 днів. Коефіцієнт готовності (фінальна ймовірність того, що система працездатна у довільний момент часу t) теж невисокий ($K_r(t)=0,8196$).

3.2.5 Оцінка надійності морського порту Пірей

При вивченні та аналізі діяльності морського порту Пірей була отримана інформація про кількість відмов системи безпеки (див. табл. 2.47). Продублюємо описану у раніше таблицю відмов системи безпеки (див. табл. 3.21):

Таблиця 3.20

Збій системи забезпечення безпеки порту Пірей

<i>№</i>	<i>Операційні інциденти у вантажному терміналі</i>	
1	2014	15
	2015	13
	2016	12
	2017	14
	2018	18

На основі отриманих даних було прийнято рішення аналізувати систему, яка складається з 5 елементів: 1 – відділ поліції морського порту; 2 - митна служба; 3 - імміграційна служба; 4 – берегова охорона; 5 – відділ обробки вантажів морського порту.

За одиницю часового виміру в процесі оцінювання було прийнято рішення обрати 1 день. Вказані міркування приводять до наступної таблиці «відмов елементів» (див. Табл. 3.22):

Таблиця 3.21

Інтенсивність відмов елементів

№	1	2	3	4	5
$\lambda_i, \text{год}^{-1}$	0	0	0	0	0,03945

Для початкового спрощення міркувань гіпотетично було прийнято, що час відновлення досліджуваної системи є однаковим і рівним 0,411 року, тобто, 150 днів, а тому інтенсивності відновлення елементів (μ) дорівнюють 0,0822 днів.

Базуючись на вищезазначеному алгоритмі за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника коефіцієнту готовності системи безпеки морського порту Пірей. Програмний код подано у додатку К (див. рядки 124-161). Результати розрахунку:

Напрацювання на відмову, дні

`fTime =`

`5.5497`

`18.2482`

`17.0561`

`55.2853`

`25.3485`

Середній час відновлення, дні

`resovTime =`

`31.6333`

`12.1667`

`12.1667`

`12.1667`

`12.1667`

Коефіцієнт готовності роботи системи

Рис. 3.20. Розрахунок параметрів надійності морського порту Пірей
Графік функції готовності системи зображено на рис. 3.21:

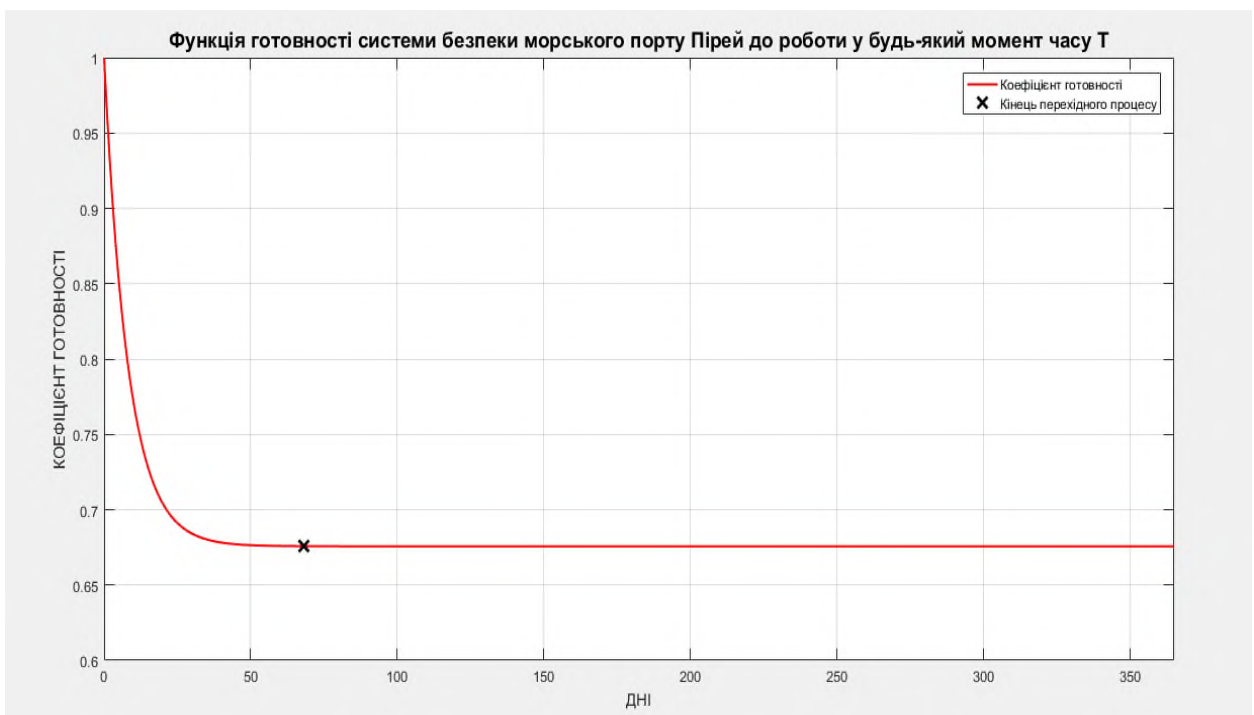


Рис. 3.21. Графік функції готовності морського порту Пірей

З отриманого графіку функції готовності (ймовірності того, що система готова до роботи в довільний момент часу t) можна зробити висновок, що час перехідного процесу в обраному масштабі складає 68 днів. Коефіцієнт готовності (фінальна ймовірність того, що система працездатна у довільний момент часу t , $K_r(t)$) складає 0,6757.

3.2.6. Оцінка надійності аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

При вивченні та аналізі діяльності аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса була отримана інформація про кількість відмов системи безпеки (див. табл. 2.33). Продублюємо описану у раніше таблицю відмов системи безпеки (див. табл. 3.22):

Таблиця 3.22

Збій системи забезпечення безпеки аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

<i>№</i>	<i>Інциденти</i>	
1	<i>Інциденти в аеропорту (за участю ПС)</i>	
	2014	10
	2015	8
	2016	7
	2017	16
	2018	13
2	<i>Інциденти в аеропорту (без участі ПС)</i>	
	2014	14
	2015	16
	2016	34
	2017	13
	2018	4

На основі отриманих даних було прийнято рішення аналізувати систему, яка складається з 6 елементів: 1 – служба авіаційної безпеки; 2 - митна служба; 3 - імміграційна служба; 4 – відділ внутрішньої охорони аеропорту; 5 – воєнізована поліція; 6 – аеродромна служба.

За одиницю часового виміру в процесі оцінювання було прийнято рішення обрати 1 день. Вказані міркування приводять до наступної таблиці «відмов елементів» (див. табл. 3.23):

Таблиця 3.23

Інтенсивність відмов елементів

№	1	2	3	4	5	6
$\lambda_i, \text{год}^{-1}$	0	0	0	0,04438	0	0,02959

Для початкового спрощення міркувань гіпотетично було прийнято, що час відновлення досліджуваної системи є однаковим і рівним 0,411 року, тобто, 150 днів, а тому інтенсивності відновлення елементів (μ) дорівнюють 0,0822 днів.

Базуючись на вищезазначеному алгоритмі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника коефіцієнту готовності системи безпеки аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса. Програмний код подано у додатку К (див. рядки 124-161). Результати розрахунку:

```

5.5497
18.2482
17.0561
55.2853
25.3485
13.5190

Середній час відновлення, дні

rescovTime =

31.6333
12.1667
12.1667
12.1667
12.1667
12.1667

Коефіцієнт готовності роботи системи

```

Рис. 3.22. Розрахунок параметрів надійності аеропорту ім. Елфітеріоса Венізелоса

Графік функції готовності системи зображено на рис. 3.23:

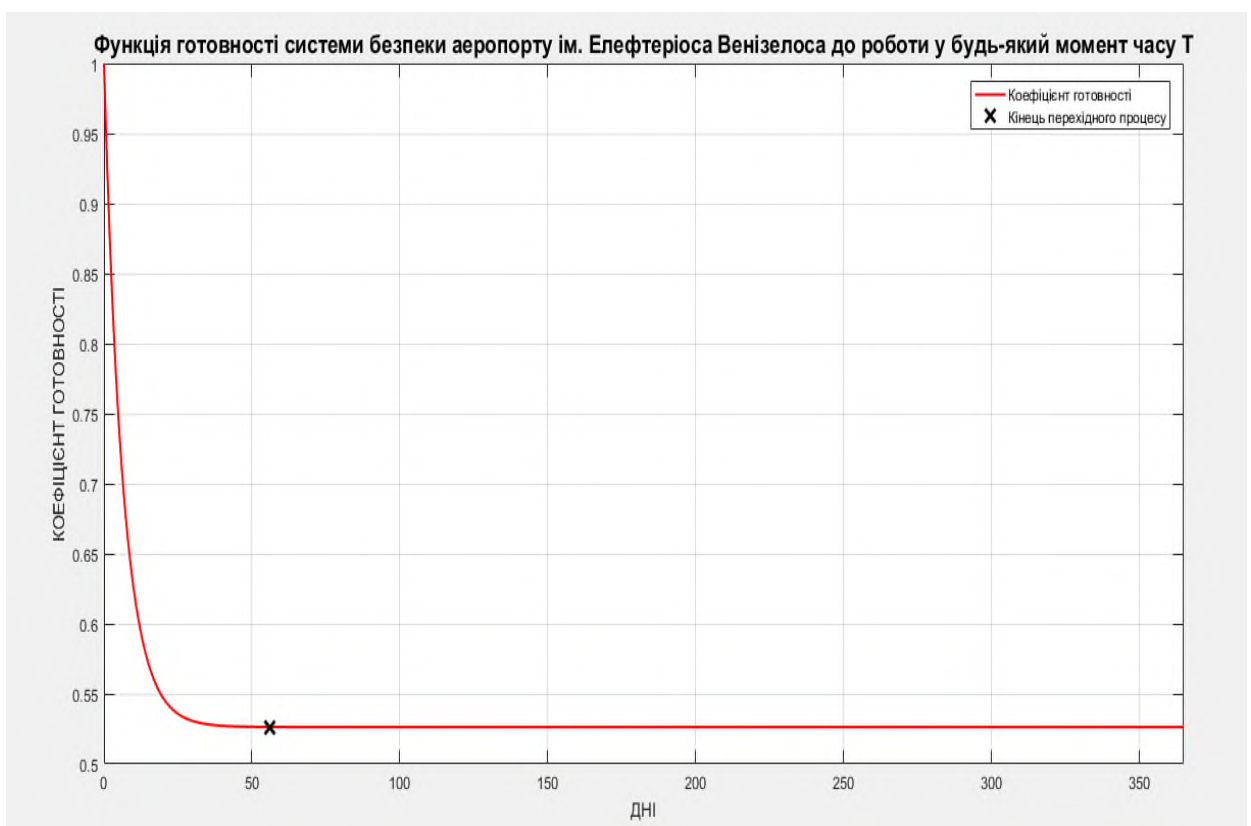


Рис. 3.23. Графік функції готовності аеропорту ім. Елфітеріоса Венізелоса

З отриманого графіку функції готовності (ймовірності того, що система готова до роботи в довільний момент часу t) можна зробити висновок, що час перехідного процесу в обраному масштабі складає 56 днів. Коефіцієнт готовності (фінальна ймовірність того, що система працездатна у довільний момент часу t , $K_r(t)$) складає 0,5263.

3.2.7. Оцінка надійності аеропорту ім. Хорхе Чавеса

При вивченні та аналізі діяльності аеропорту ім. Хорхе Чавеса була отримана інформація про кількість відмов системи безпеки (див. табл. 2.26). Продублюємо описану у раніше таблицю відмов системи безпеки (див. табл. 3.26):

Таблиця 3.24

Збій системи забезпечення безпеки аеропорту ім. Хорхе Чавеса

<i>№</i>	<i>АНВ</i>	
1	2014	6
	2015	7
	2016	10
	2017	8
	2018	4
2	<i>Операційні інциденти</i>	
	2014	57
	2015	53
	2016	60
	2017	47
	2018	19
3	<i>Інші</i>	

	2014-2018	1
--	-----------	---

На основі отриманих даних було прийнято рішення аналізувати систему, яка складається з 6 елементів: 1 – служба авіаційної безпеки; 2 - митна служба; 3 - імміграційна служба; 4 – відділ внутрішньої охорони аеропорту; 5 – воєнізована поліція; 6 – аеродромна служба;

За одиницю часового виміру в процесі оцінювання було прийнято рішення обрати 1 день. Вказані міркування приводять до наступної таблиці «відмов елементів» (див. табл. 3.27):

Таблиця 3.25

Інтенсивність відмов елементів

№	1	2	3	4	5	6
$\lambda_i, \text{год}^{-1}$	0,01973	0	0	0,00055	0	0,12932

Для початкового спрощення міркувань гіпотетично було прийнято, що час відновлення досліджуваної системи є однаковим і рівним 0,411 року, тобто, 150 днів, а тому інтенсивності відновлення елементів (μ) дорівнюють 0,0822 днів.

Базуючись на вищезазначеному алгоритмі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника коефіцієнту готовності системи безпеки аеропорту ім. Хорхе Чавеса. Програмний код подано у додатку К (див. рядки 124-161).
Результати розрахунку:

```

Напрацювання на відмову, дні
fTime =
    5.5497
   18.2482
   17.0561
   55.2853
   25.3485
   13.5190
   6.6845
Середній час відновлення, дні
rescovTime =
   31.6333
   12.1667
   12.1667
   12.1667

```

Рис. 3.24. Розрахунок параметрів надійності аеропорту ім. Хорхе Чавеса
Графік функції готовності системи зображено на рис. 3.25:

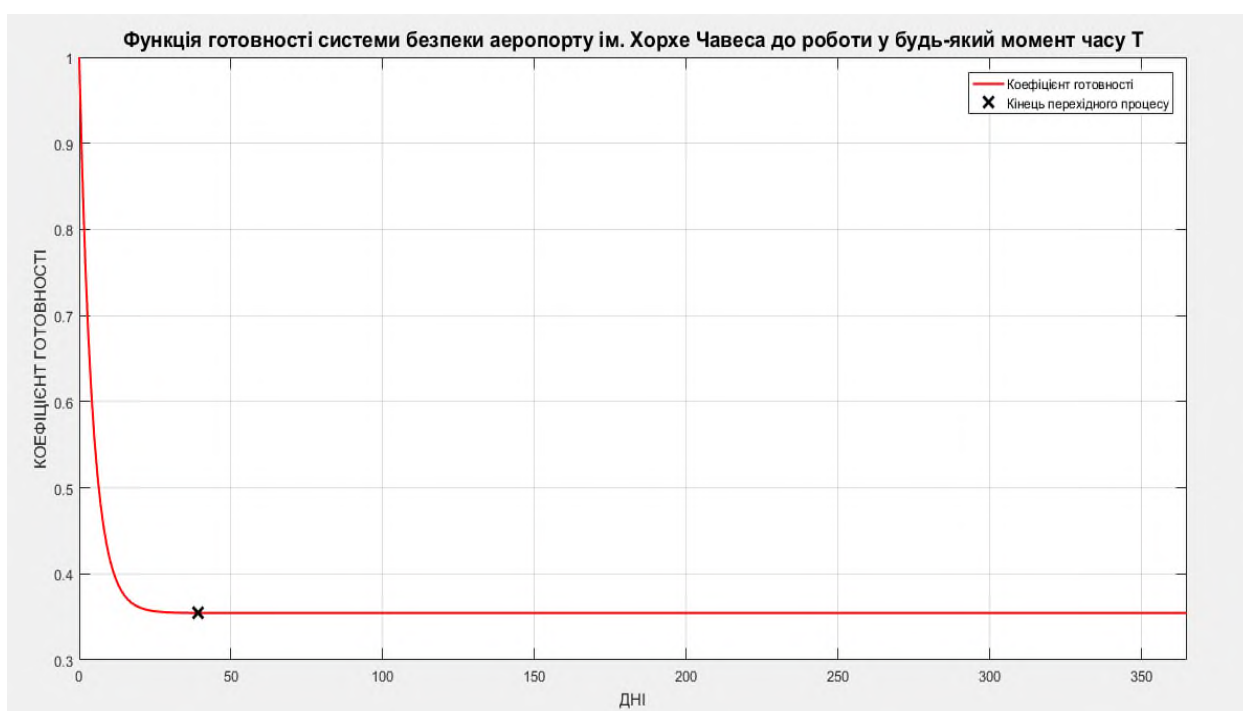


Рис. 3.25. Графік функції готовності аеропорту ім. Хорхе Чавеса

З отриманого графіку функції готовності (ймовірності того, що система готова до роботи в довільний момент часу t) можна зробити висновок, що час перехідного процесу в обраному масштабі складає 39 днів. Коефіцієнт готовності (фінальна ймовірність того, що система працездатна у довільний момент часу t , $K_r(t)$) складає 0,3546.

3.2.8. Оцінка надійності морського порту Одеси

При вивченні та аналізі діяльності морського порту Одеси (див. 2.8) була розроблена таблиця кількості умовних відмов системи безпеки (див. табл. 2.52). Продублюємо описану у раніше таблицю відмов системи безпеки (див. табл. 3.26):

Таблиця 3.26

Умовний збій системи забезпечення безпеки морського порту Одеси

1	<i>АНВ</i>	
	2014	5
	2015	3
	2016	5
	2017	4
	2018	2
2	<i>Операційні інциденти</i>	
	2014	17
	2015	15
	2016	10
	2017	11
	2018	8

На основі отриманих даних було прийнято рішення аналізувати систему, яка складається з 5 елементів: 1 – відділ поліції морського порту; 2 - митна служба; 3 - імміграційна служба; 4 – берегова охорона; 5 – відділ обробки вантажів морського порту.

За одиницю часового виміру в процесі оцінювання було прийнято рішення обрати 1 день. Вказані міркування приводять до наступної таблиці «відмов елементів» (див. табл. 3.27):

Таблиця 3.27

Інтенсивність відмов елементів

№	1	2	3	4	5
$\lambda_i, \text{год}^{-1}$	0,01042	0	0	0	0,03452

Для початкового спрощення міркувань гіпотетично було прийнято, що час відновлення досліджуваної системи є однаковим і рівним 0,411 року, тобто, 150 днів, а тому інтенсивності відновлення елементів (μ) дорівнюють 0,0822 днів.

Базуючись на вищезазначеному алгоритмі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника коефіцієнту готовності системи безпеки морського порту Одеси. Програмний код подано у додатку К (див. рядки 124-161). Результати розрахунку:

Напрацювання на відмову, дні

fTime =

5.5497
 18.2482
 17.0561
 55.2853
 25.3485
 13.5190
 6.6845
 22.2519

Середній час відновлення, дні

rescovTime =

31.6333
 12.1667
 12.1667
 12.1667
 12.1667
 12.1667

Рис. 3.26. Розрахунок параметрів надійності морського порту Одеси
Графік функції готовності системи зображено на рис. 3.27:



Рис. 3.27. Графік функції готовності морського порту Одеси

З отриманого графіку функції готовності (ймовірності того, що система готова до роботи в довільний момент часу t) можна зробити висновок, що час перехідного процесу в обраному масштабі складає 66 днів. Коефіцієнт готовності (фінальна ймовірність того, що система працездатна у довільний момент часу t , $K_r(t)$) складає 0,6465.

Результати розрахунку можна подати у табличному вигляді за маршрутами:

Таблиця 3.28

Надійність т/в за ММ1

Пункт	Показник			
	<i>Напрацювання на відмову, дні</i>	<i>Середній час відновлення, дні</i>	<i>Значення перехідного процесу, дні</i>	<i>Коефіцієнт t готовності</i>
морський порт Нью-Йорку та Нью Джерсі	18,2482 \approx 18	12, 1667 \approx 12	62	0,600
морський порт Роттердаму	17,0561 \approx 17	12, 1667 \approx 12	61	0,5837
аеропорт «Схіпгол»	5,5497 \approx 6	31,6333 \approx 32	44	0,1493
аеропорт «Київ» ім. Ігоря Сікорського	55,2853 \approx 55	12, 1667 \approx 12	76	0,8196

Таблиця 3.29

Надійність т/в за ММ2

<i>Пункт</i>	<i>Показник</i>			
	<i>Напрацювання на відмову, дні</i>	<i>Середній час відновлення, дні</i>	<i>Значення перехідного процесу, дні</i>	<i>Коефіцієнт готовності</i>
морський порт Нью-Йорку та Нью Джерсі	18,2482 \approx 18	12, 1667 \approx 12	62	0,600
морський порт Пірей	25,3485 \approx 25	12, 1667 \approx 12	68	0,6757
аеропорт ім. м. Елфітеріуса Венізелоса	13,519 \approx 14	12, 1667 \approx 12	56	0,5263
аеропорт «Київ» ім. Ігоря Сікорського	55,2853 \approx 55	12, 1667 \approx 12	76	0,8196

Таблиця 3.30

Надійність т/в за ММ3

<i>Пункт</i>	<i>Показник</i>			
	<i>Напрацювання на відмову, дні</i>	<i>Середній час відновлення, дні</i>	<i>Значення перехідного процесу, дні</i>	<i>Коефіцієнт готовності</i>
аеропорт ім. Хорхе Чавеса	6,6845 \approx 18	12, 1667 \approx 12	39	0,3546
аеропорт ім. м. Елфітеріуса Венізелоса	13,519 \approx 14	12, 1667 \approx 12	56	0,5263
морський порт Пірей	25,3485 \approx 25	12, 1667 \approx 12	68	0,6757
морський порт Одеси	22,2519 \approx 55	12, 1667 \approx 12	66	0,6465

Таким чином, за *мультимодальним маршрутом №1 (ММ1)* показники надійності транспортних вузлів:

3.3. Оцінка ризику виникнення надзвичайних ситуацій під час перевезення

Під час аналізу сучасних підходів до формування оцінювання ризику на мультимодальних маршрутах було визначено апріорну експертну оцінку

ризикі виникнення надзвичайних ситуацій у процесі перевезення [47, 48, 49, 51] за різними видами транспорту. Дані можна подати наступним чином:

Таблиця 3.31

Апріорна експертна оцінка

<i>Перевезення за видом транспорту</i>	<i>Апріорна експертна оцінка</i>
морське перевезення	3×10^{-3}
автомобільне перевезення	$7,1 \times 10^{-3}$
авіаційне перевезення	1×10^{-5}

Оцінка ризику на мультимодальному маршруті №1

Базуючись на статистичних даних щодо кількості транспортних засобів, що потрапили у аварію або у катастрофу на маршруті перевезення за *i*-ї причини відмови та загальної кількості транспортних засобів, що потрапили у НС на маршруті [39, 47, 48, 49, 50, 52] формуємо таблицю вихідних даних за мультимодальним маршрутом №1:

Таблиця 3.32

Отримані статистичні дані ризику відмов за ММ1

<i>ММ1</i>	<i>Кількість відмов за видом за умови настання НС</i>				<i>Експертна оцінка ризику</i>
	<i>Пошкодження ТЗ</i>	<i>Знищення ТЗ</i>	<i>Фатальні для життя екіпажу відмови</i>	<i>Загальна кількість випадків настання НС</i>	
US NYC – NL RTM	11 537	91	-	12 777	3×10^{-3}
NL RTM – AMS	15 875	0	480	220 321	$7,1 \times 10^{-3}$
AMS – IEV	-	-	-	-	1×10^{-5}

IEV – склад	2 590	-	138	78 823	$7,1 \times 10^{-3}$
-------------	-------	---	-----	--------	----------------------

Беручи до уваги формули (1.2) – (1.10), формуємо оцінку ризику потрапляння в аварію або катастрофу за морським перевезенням US NYC – NL RTM на MM1:

Розрахуємо інтенсивності виникнення аварій та катастроф за перевезенням за видом відмови (з формули (1.8)):

$$\gamma_{\text{пош}} = \frac{N_{\text{пош}}}{T_i \times S_T} = \frac{11537}{12777 \times 7} = 0,129;$$

де $\gamma_{\text{пош}}$ – інтенсивність пошкодження транспортного засобу при надзвичайній ситуації на перевезенні; $N_{\text{пош}}$ – кількість транспортних засобів, що зазнали пошкоджень за настання надзвичайної ситуації на перевезенні; T_i – період вивчення системи; S_T – кількість транспортних засобів, що потрапили у надзвичайну ситуацію на перевезенні.

Імовірність пошкодження транспортного засобу на перевезенні за умови настання надзвичайної ситуації:

$$P_{\text{пош}} = 1 - e^{(-\gamma_{\text{пош}} \times T_i)} = 0,595;$$

Тоді ризик пошкодження транспортного засобу на перевезенні:

$$R_{\text{пош}} = R_{\text{експ}} \times P_{\text{пош}} = 0,595 \times 0,003 = 0,001785;$$

Аналогічно розрахуємо ризик знищення транспортного засобу на перевезенні:

$$\gamma_{\text{зн}} = \frac{N_{\text{пош}}}{T_i \times S_T} = \frac{91}{12777 \times 7} = 0,0010;$$

$$P_{\text{зн}} = 1 - e^{(-\gamma_{\text{пош}} \times T_i)} = 0,00698;$$

$$R_{\text{зн}} = R_{\text{експ}} \times P_{\text{зн}} = 0,00698 \times 0,003 = 0,00002094;$$

Ризик потрапляння транспортного судна у аварію або катастрофу на US NYC – NL RTM визначаємо, додавши значення ризику відмов за умови настання НС:

$$R_1 = R_{\text{пош}} + R_{\text{зн}} = 0,0018;$$

Базуючись на вищезазначеному методі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника ризику потрапляння транспортного судна у аварію або катастрофу за кожним перевезенням на маршруті ММ1.

Програмний код подано у додатку К (див. рядки 163-180). Результати розрахунку:

3. РОЗРАХУНОК АВАРІЙНОГО РИЗИКУ НА МАРШРУТАХ

Оцінка аварійного ризику перевезення:

riskRout =

```
0.0018  
0.0005  
0.0000  
0.0002
```

```
0.0018  
0.0004  
0.0000  
0.0000  
0.0018  
0.0001
```

Рис. 3.28. Результати розрахунку ризику на ММ1

Варто зазначити, що ризик перевезенням AMS – IEV за ММ1 має значення 0.00001. Оскільки програмне середовище «MatLab» за замовчуванням має округлення до десятитисячних на виведення результатів, то алгоритм відобразив значення ризику перевезення AMS – IEV, округливши його до 0. Однак у системі ризик за даним перевезенням має значення 0.00001.

З отриманих результатів формуємо загальну таблицю ризику на маршруті:

Таблиця 3.33

Значення ризику на ММ1

<i>ММ1</i>	<i>Ризик</i>
US NYC – NL RTM	$1,8 \times 10^{-3}$
NL RTM – AMS	5×10^{-4}
AMS – IEV	1×10^{-5}
IEV – склад	2×10^{-4}

Отже, значення ризику потрапляння транспортного судна у аварію або катастрофу на маршруті ММ1:

4) Показник аварійного ризику на маршрутах (R -> min):

riskRouts =

- 0.0026
- 0.0024
- 0.0023

Рис. 3.29. Значення ризику на ММ1

Оцінка ризику на маршруті №2

Таблиця 3.34

Отримані статистичні дані ризику відмов за ММ2

ММ2	Кількість відмов за видом за умови настання НС				Експертна оцінка ризику
	Пошкодження ТЗ	Знищення ТЗ	Фатальні для життя екіпажу відмови	Загальна кількість випадків настання НС	
US NYC – GR PIR	4 388	33	-	12 777	3×10^{-3}
GR PIR – ATH	17 342	0	331	315 124	$7,1 \times 10^{-3}$
ATH – IEV	-	-	-	-	1×10^{-5}
IEV – склад	2 590	-	138	78 823	$7,1 \times 10^{-3}$

Базуючись на описаному методі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника ризику потрапляння транспортного судна у аварію або катастрофу за кожним перевезенням на маршруті ММ2. Програмний код подано у додатку К (див. рядки 163-180). Результати розрахунку:

```

=====
3. РОЗРАХУНОК АВАРІЙНОГО РИЗИКУ НА МАРШРУТАХ

Оцінка аварійного ризику перевезення:

riskRout =
    0.0018
    0.0005
    0.0000
    0.0002
    0.0018
    0.0004
    0.0000
    0.0000
    0.0018
    0.0001
    
```


Рис. 3.30. Результати розрахунку ризику на MM2

Варто зазначити, що ризик перевезенням АТН – ІЕВ за MM2 має значення 0.00001. Оскільки програмне середовище «MatLab» за замовчуванням має округлення до десятитисячних на виведення результатів, то алгоритм відобразив значення ризику перевезення АТН – ІЕВ, округливши його до 0. Однак у системі ризик за даним перевезенням має значення 0.00001.

З отриманих результатів формуємо загальну таблицю ризику на маршруті:

Таблиця 3.35

Значення ризику на MM2

<i>MMI</i>	<i>Ризик</i>
US NYC – GR PIR	$1,8 \times 10^{-3}$
GR PIR – АТН	4×10^{-4}
АТН – ІЕВ	1×10^{-5}
ІЕВ – склад	2×10^{-4}

Отже, значення ризику потрапляння транспортного судна у аварію або катастрофу на маршруті MM2:

```
4) Показник аварійного ризику на маршрутах (R -> min) :

riskRouts =

    0.0026
    0.0024
    0.0023
```

Рис. 3.31. Значення ризику на MM2

Оцінка ризику на маршруті №3

Таблиця 3.36

Отримані статистичні дані ризику відмов за MM2

MM2	Кількість відмов за видом за умови настання НС				Експертна оцінка ризику
	Пошкодження ТЗ	Знищення ТЗ	Фатальні для життя екіпажу відмови	Загальна кількість випадків настання НС	
LIM – ATH	-	-	-	-	1×10^{-5}
ATH – GR PIR	17 342	0	331	315 124	$7,1 \times 10^{-3}$
GR PIR – UA ODS	4 186	28	-	4 636	1×10^{-5}
UA ODS – склад	229	-	49	15 740	$7,1 \times 10^{-3}$

Базуючись на описаному методі з метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм розрахунку показника ризику потрапляння транспортного судна у аварію або катастрофу за кожним перевезенням на маршруті MM3. Програмний код подано у додатку К (див. рядки 163-180). Результати розрахунку:

```

=====
3. РОЗРАХУНОК АВАРІЙНОГО РИЗИКУ НА МАРШРУТАХ

Оцінка аварійного ризику перевезення:

riskRout =

    0.0018
    0.0005
    0.0000
    0.0002
    0.0018
    0.0004
    0.0000
    0.0000
    0.0018
    0.0001

```

Рис. 3.32. Значення ризику на MM3

Варто зазначити, що ризик перевезенням LIM – ATH за MM3 має значення 0.00001. Оскільки програмне середовище «MatLab» за замовчуванням має округлення до десятитисячних на виведення результатів, то алгоритм відобразив значення ризику перевезення ATH – IEV, округливши його до 0. Однак у системі ризик за даним перевезенням має значення 0.00001.

З отриманих результатів формуємо загальну таблицю ризику на маршруті:

Таблиця 3.37

Значення ризику на ММЗ

<i>ММІ</i>	<i>Ризик</i>
LIM – ATH	1×10^{-5}
ATH – GR PIR	4×10^{-4}
GR PIR – UA ODS	$1,8 \times 10^{-3}$
UA ODS – склад	1×10^{-4}

Ризику потрапляння транспортного судна у аварію або катастрофу на маршруті ММЗ:

4) Показник аварійного ризику на маршрутах (R -> min):

```
riskRouts =
```

```
0.0026
```

```
0.0024
```

```
0.0023
```

Рис. 3.33. Значення ризику на ММЗ

Отже, найбезпечнішим за показником ризику є мультимодальний маршрут №1 (0,0023).

3.4. Моделювання аналізу оптимальності мультимодального маршруту за показниками транспортної безпеки

Для того, аби проаналізувати оптимальність мультимодального маршруту та обрати «найкращий» за визначеним показником, необхідно спершу розробити зведену таблицю звести аналізу мультимодальних

маршрутів, що буде базуватися на двох критеріях: надійність транспортних вузлів на маршруті та ризик потрапляння транспортного засобу до аварій або катастрофи.

Зведена таблиця надійності транспортних вузлів на маршруті набуває наступного вигляду:

Таблиця 3.38

Зведена таблиця надійності транспортних вузлів на ММ

<i>Маршрут</i>	<i>Пункти</i>	<i>Коефіцієнт готовності</i>
ММ1	US NYC	0,600
	NL RTM	0,5837
	AMS	0,1493
	IEV	0,8196
ММ2	US NYC	0,600
	GR PIR	0,6757
	ATH	0,5263
	IEV	0,8196
ММ3	LIM	0,3546
	ATH	0,5263
	GR PIR	0,6757
	UA ODS	0,6465

Отримана таблиця (табл. 3.38) нашоє на наступні міркування:

1) Визначені показники коефіцієнту готовності транспортних вузлів недоречно порівнювати між собою, оскільки кількість роботи, що вони виконують (в даному випадку – обробка вантажів) на відмову різна. Не можна стверджувати, що за транспортні вузли з вищим значенням показника готовності системи безпеки, але, при цьому, з меншим вантажооборотом, «кращі» з точки зору безпеки за транспортні вузли з гіршим показником безпеки при вищому вантажопотоці. Тому було прийнято рішення ввести вагову оцінку, що базується на кількості оброблених вантажів транспортного вузла.

Таблиця 3.39

Кількість оброблених вантажів на транспортних вузлах за 2018 рік

<i>Транспортний вузол</i>	<i>Вантажооборот, млн тон</i>
AMS	1,786
IEV	0,19
LIM	0,296
ATH	92,573
US NYC	84,962
NL RTM	468,985
GR PIR	95,234
UA ODS	21,7

Базуючись на табл. 2.39, визначаємо ваговий коефіцієнт кожного транспортного вузла: шляхом розрахунку частки кожного пункту у системі перевезень.

Таблиця 3.40

Ваговий коефіцієнт транспортних вузлів

<i>Транспортний вузол</i>	<i>Ваговий коефіцієнт</i>
AMS	0,0023
IEV	0,00024813
LIM	0,00038656
ATH	0,1209
US NYC	0,1110
NL RTM	0,6125
GR PIR	0,1244
UA ODS	0,0283

Порівняльні значення коефіцієнту готовності (надійності) будуть визначені шляхом множення транспортного вузла на його ваговий коефіцієнт.

2) Так як ризик потрапляння в аварію або катастрофу необхідно мінімізувати, то і значення показника безпеки необхідно «дзеркально»

відобразити. Така операція необхідна для того, аби розроблена модель «працювала» на загальну оптимізацію - мінімізацію.

Таким чином, порівняльні середні значення небезпеки на транспортних вузлах за маршрутом:

Таблиця 3.41

Порівняльні значення небезпеки за вузлами

<i>Транспортний вузол</i>	<i>Небезпека на ТВ ($1 - K_r \rightarrow \min$)</i>
US NYC	0,9334
NL RTM	0,6425
AMS	0,9997
IEV	0,9998
GR PIR	0,9160
ATH	0,9364
LIM	0,9999
UA ODS	0,9817

3) Для визначення оптимального маршруту за показниками транспортної безпеки недостатньо лише оцінювати показники ризику на маршрутах та небезпеки на транспортних вузлах – необхідно розширити модель, додавши значення вартості перевезення та тривалості доставки (див. табл. 3.12).

Виходячи з вищенаведених міркувань було розроблено загальну таблицю факторів оцінювання оптимальності мультимодального маршруту:

Таблиця 3.42

Абсолютні значення факторів оцінювання ММ

<i>Маршрут</i>	<i>Тривалість доставки, год</i>	<i>Вартість доставки, дол США</i>	<i>Ризик на перевезеннях</i>	<i>Порівняльна небезпека на ТВ</i>
ММ1	15,62	4 012,69	0,0026	1,1918
ММ2	17,4	3 833,55	0,0024	1,2619

ММ3	17,45	4 117,41	0,0023	1,2780
-----	-------	----------	--------	--------

Таблиця 3.43

Відносні значення факторів оцінювання ММ

Маршрут	Тривалість доставки, год	Вартість доставки, дол США	Ризик на перевезеннях	Порівняльна небезпека на ТВ
ММ1	0,8951	0,9746	1	0,9326
ММ2	0,9971	0,9311	0,95522	0,9874
ММ3	1	1	0,9055	1

З метою оптимізації процесу за допомогою програмного апарату «MATLAB» було розроблено алгоритм визначення оптимального маршруту за показниками транспортної безпеки, використовуючи апарат теорії прийняття рішень за умови невизначеності, а саме: критерій Лапласа (формула (1.51)), критерій Вальда (формула (1.52)), критерій Гурвіца (формула (1.55)) та критерій Севіджа (формули (1.53) – (1.54)). Програмний код подано у додатку Ж (див. рядки 183-301). Результати розрахунків подано на рис. 3.33 – 3.35.

```

=====
4. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ЗА 4-МА ПОКАЗНИКАМИ

1) Показник тривалості перевезення за маршрутами (T -> min):

delTRout =

    15.6200
    17.4000
    17.4500

2) Показник вартості перевезення за маршрутами (C -> min):

costRout =

    1.0e+03 *
         4.0127
         3.8336
         4.1174

3) Порівняльний показник небезпеки маршрутів на транспортних вузлах (1-Kr -> min):

sftMarkR =

    1.1918
    1.2619
    1.2780

4) Показник аварійного ризику на маршрутах (R -> min):

riskRouts =

    0.0026
    0.0024
    0.0023

```

Рис. 3.33. Результати розрахунку оптимальності маршрутів

```

5) Визначення оптимального маршруту:
Сформована матриця абсолютних значень критеріальних показників маршрутів:
|
critMatrx =
      1.0e+03 *
      0.0156      4.0127      0.0000      0.0012
      0.0174      3.8336      0.0000      0.0013
      0.0175      4.1174      0.0000      0.0013
Сформована матриця відносних значень критеріальних показників маршрутів:
critMatrx1 =
      0.8951      0.9746      1.0000      0.9326
      0.9971      0.9311      0.9522      0.9874
      1.0000      1.0000      0.9055      1.0000
Критерій Лапласа:
critLapl =
      1.2674
      1.2893
      1.3018
Оптимальний маршрут за критерієм Лапласа:
ind1 =
      1
Критерій Вальда:
critVald =
      1.0000
      0.9971
      1.0000
Оптимальний маршрут за критерієм Вальда:
ind2 =
      2

```

Рис. 3.34. Результати розрахунку оптимальності маршрутів

```

Критерій Гурвіца:
Введіть коефіцієнт оптимізму = 0.3
critGyr =
      -0.3266
      -0.3526
      -0.3339
Оптимальний маршрут за критерієм Гурвіца:
ind3 =
      1
Критерій Севіджа:
critSev =
      0.1049
      0.0661
      0.0945
Оптимальний маршрут за критерієм Севіджа:
ind4 =
      1
Оптимальний маршрут за критеріями -
ans =
      1

```


Рис. 3.35. Результати розрахунку оптимальності маршрутів

За результатами розрахунку було визначено, що оптимальним маршрутом з точки зору транспортної безпеки є *мультимодальний маршрут №1*: морський порт Нью-Йорку та Нью-Джерсі (US NYC) → морський порт Роттердаму (NL RTM) → аеропорт «Схіпгол» (AMS) → аеропорт «Київ» (IEV) → склад. Вартість маршруту складає 4012,69 USD, а тривалість – 15,62 днів.

Оцінювання транспортної безпеки дозволяє виявити загальні методичні підходи, використання яких може бути корисним при вирішенні питань в області підвищення безпеки мультимодальних вантажоперевезень. Розроблена за допомогою програмного засобу «Matlab» модель формування оцінки надійності транспортних вузлів і ризику потрапляння транспортного засобу в аварію і катастрофу дозволяє оцінити сукупну безпеку на всіх етапах вантажоперевезень.

ВИСНОВКИ

КАФЕДРА ОАРП				НАУ. 20. 8. 36. 002 ПЗ				
Виконав	Чередніченко К.В.			ВИСНОВКИ	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Янчук М.Б.					Д	196	3
Консульт.	Янчук М.Б.				ФТМЛІ 275 МТ-203М			
Н. контр.	Герасименко І.М.							
Зав. каф.	Разумова К.М.							

Світовий досвід організації транспортних потоків як на макро-, так й на мікрорівнях, показує, що перспективним напрямом мінімізації витрат та кооперації учасників процесу доставки вантажів є створення мультимодальних транспортних систем. Системи такого типу дозволяють перетворити конкуруючі види транспорту в ті, що тісно взаємодіють між собою. Тому проблема формування мультимодальних систем перевезення вантажів (МСПВ) є актуальною та вимагає проведення детального дослідження. Спираючись на світовий досвід, можна констатувати, що мультимодальне перевезення є сучасним способом доставки вантажів в основу якого покладено логістичні принципи та концепції, що є невід'ємною умовою розвитку зовнішньоторговельних відносин сьогодення.

Мультимодальне перевезення можна трактувати як міжнародне перевезення, що виконується двома або більше видами транспорту, організовується оператором, який бере на себе відповідальність доставки вантажів «від дверей до дверей» за єдиним договором та наскрізною ставкою фрахту. Важливо підкреслити, що саме наявність оператора мультимодального перевезення, який несе відповідальність за вантаж та можливі ризики, пов'язані з доставкою на усьому шляху слідування, незалежно від кількості видів транспорту, що приймають участь у процесі доставки при оформленні єдиного транспортного документу, є головною відмінною рисою від усіх інших споріднених концепцій транспортування.

Транспортну безпеку мультимодальних перевезень доцільно трактувати як стан захищеності об'єктів транспортної інфраструктури, що дозволяє забезпечувати національні інтереси в транспортній галузі, її стійкість та здатність запобігати перешкодам здоров'ю та життю людей, збитку майну і навколишньому середовищу, а також мінімізувати економічний збиток в транспортній діяльності.

При цьому забезпечення транспортної безпеки мультимодальних перевезень можна розуміти як реалізацію у сфері транспортного комплексу системи правових, економічних, організаційних та інших заходів, яка здатна

запобігати нанесенню шкоди здоров'ю та життю людей, збитку майну та навколишньому середовищу, мінімізувати економічний збиток при транспортній діяльності.

На сьогодні існує декілька основних підходів до оцінювання транспортної безпеки, що базуються на аналізі транспортного підприємства за визначеними факторами. Згідно з такими методами, спершу виділяються параметри, які можуть вплинути на стан безпеки системи, а потім проводиться оцінка їх чисельних показників та взаємозв'язку між ними.

У ході досліджень рекомендовано проводити оцінювання наступних показників: надійність, захищеність, стійкість, живучість, вразливість, небезпека, ризик, загроза, якість та ефективність.

Надійність – це показник, який характеризує здатність системи зберігати властивості, що необхідні для виконання заданого призначення та функціонувати протягом заданого проміжку часу за визначених умов.

Захищеність – це здатність об'єкта протидіяти конкретним, заздалегідь сформульованим загрозам безпеки.

Стійкість – це здатність системи зберігати поточний стан і виконувати свої функції при дії зовнішніх факторів впливу та перешкод. Живучість – це здатність системи зберігати основні свої функції, не дивлячись на отримані пошкодження, або адаптуючись до нових умов.

Вразливість – це показник, що характеризує нездатність системи протидіяти реалізації певної загрози або сукупності загроз.

Небезпека – це стан системи, в якій може статися небезпечне (прогнозоване ризикове) подія при виявленій загрози по деяким факторам, якщо ці фактори можуть проявитися.

Ризик – це можливість негативної події, пов'язаного зі зниженням рівня безпеки з точки зору ймовірності його настання і тяжкості наслідків.

Загроза – це стан, об'єкт або діяльність, які потенційно можуть бути причиною негативної події, пов'язаного зі зниженням рівня безпеки .

Якість – ступінь відповідності властивих характеристик системи необхідним запитуваним вимогам.

У ході дипломного проектування була розроблена модель оцінювання рівня транспортної безпеки, що складається з: розрахунку та оцінки надійності транспортного вузла та ризику на перевезенні за маршрутом.

Базуючись на даній методиці, за допомогою програмного апарату ПЗ «MatLab» було розроблено алгоритм для автоматизованого розрахунку показників транспортної безпеки. Дана методика була випробувана на розроблених у ході роботи мультимодальних маршрутах перевезення.

Встановлено, що оптимальним мультимодальним маршрутом перевезення є: морський порт Нью-Йорку та Нью-Джерсі (US NYC) → морський порт Роттердаму (NL RTM) → аеропорт «Схіпгол» (AMS) → аеропорт «Київ» (IEV) → склад споживача. Середній показник надійності системи безпеки транспортних вузлів (K_r) на ММ1 складає 0,5382 (з ваговим коефіцієнтом – 0,10616), а ризик – 0,0026. При цьому вартість перевезення складає 4012,69 USD, а тривалість – 15,62 днів.

Отже, оцінювання транспортної безпеки дозволило виявити загальні методичні підходи, використання яких може бути корисним при вирішенні питань в області підвищення безпеки мультимодальних вантажоперевезень.

Розроблена за допомогою програмного засобу «Matlab» модель формування оцінки надійності транспортних вузлів і ризику потрапляння транспортного засобу в аварію і катастрофу дозволяє оцінити сукупну безпеку на всіх етапах вантажоперевезень.

Практичне використання моделі оцінювання транспортної безпеки дозволяє вже на етапі проектування транспортно-технологічних схем (ТТС) мультимодальних перевезень оцінити альтернативні варіанти ТТС і, шляхом розрахунку оптимального за визначеними критеріями маршруту, обрати найкращий за показником безпеки мультимодальний маршрут, тип самим підвищуючи рівень транспортної безпеки вантажів, що необхідно перевезти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Додаток 17: Конвенція про міжнародну цивільну авіацію: Безпека. – К.: ІСАО, 2006. – 41 с.
2. Повітряний Кодекс України: чинне законодавство зі змінами та доповненнями станом на 20 січня 2018 р.- К.: Павливода А.В., -2018. – 108 с.
3. Проект Закону України Про забезпечення безпеки на транспорті, дорожньому господарстві та об'єктах поштового зв'язку [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ, 2014. – Режим доступу: <https://is.gd/ThuFYe> / (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
4. Про транспорт: Закон України від 10 листопада 1994 р. № 233/84-ВРІ// Відомості Верховної Ради України. – 1994. – 446 с.
5. Транспортна безпека [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ, 2019. – Режим доступу: <https://is.gd/8zOfeq>/ (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
6. Пиджаков А.Ю., Лебедева М.Ю. Дефиниция «транспортная безопасность» / А.Ю. Пиджаков, М.Ю. Лебедева // Научный вестник МГТУ ГА. – 2013. – №196. – ст. 67-70.
7. Трофименко Ю.В. Методические подходы к обеспечению транспортной безопасности в странах Европейского союза / Ю.В. Трофименко // Транспорт Российской Федерации. – 2011. – №16. – ст. 23-29.
8. Соколова О. Є. Концептуальні засади формування мультимодальної системи перевезення вантажів / О. Є. Соколова // Наукоємні технології. - 2014. - № 1. - С. 114-118. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nt_2014_1_25.
9. Марінцева К.В. Наукові основи та методи забезпечення ефективного функціонування авіатранспортних систем: монографія / К.В. Марінцева //— К.: НАУ, 2014. — 504 с.
10. Марінцева К.В. Пасажирські перевезення : підручник / К.В. Марінцева. - К. : НАУ-друк, 2009. - 228 с.

11. Чередніченко К.В., Постоєнко А.О., Кіріоненко К.П.. Оцінка ризику як етап діагностики транспортної безпеки при організації мультимодальних перевезень [Текст] / К.В. Чередніченко, А.О. Постоєнко, К.П. Кіріоненко// Проблеми організації авіаційних, мультимодальних перевезень та застосування авіації в галузях економіки: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Київ, 2018. – ст. 75-79.
12. Чередніченко К.В., Янчук М.Б.. Оцінювання авіаційної безпеки аеропортів у мультимодальних системах [Текст] / К.В. Чередніченко, М.Б. Янчук// Проблеми організації авіаційних, мультимодальних перевезень і застосування авіації в галузях економіки: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції. – Київ, 2019. – ст. 35-39.
13. Прозоров С.Е., Вербин А.В. Оценка угрозы и управление риском в авиационной безопасности / С. Е. Прозоров, А.В. Вербин // Труды МАИ: научный журнал. – Москва, 2008. – №78. – ст. 26-31.
14. Зарипов А.Г. Современные системы и методы оценки авиационной безопасности / А.Г. Зарипов // Эксплуатация воздушного транспорта и ремонт авиационной техники: научный вестник МГТУ ГА. – Москва, 2006. – №108. – ст. 51-68.
15. Овченков Н.И., Елисов Л.Н. Интегральная безопасность воздушного транспорта / Н.И. Овченков, Л.Н. Елисов// Научный вестник МГТУ ГА. – Москва, 2017. –№6. – ст. 37-41.
16. Овченков Н.И., Елисов Л.Н. Оценка уязвимости объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств в гражданской авиации / Н.И. Овченков, Л.Н. Елисов// Научный вестник МГТУ ГА. – Москва, 2014. – №204. – ст. 65-68.
17. Sathish A.P. Kumar PhD, Brian Xu PhD. Vulnerability assessment for security in aviation cyber-physical systems/ Sathish A.P. Kumar PhD, Brian Xu PhD// Cyber Security and Cloud Computing (CSCloud): 2017 IEEE 4th International Conference. – New York, 2017. – №38. – p. 145-150.

18. Овченков Н.И. Методы динамического интегрирования средств обеспечения авиационной безопасности аэропорта: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук.: спец. 05.22.14 "Эксплуатация воздушного транспорта" / Н.И. Овченков. — Москва, 2014. — 20 с.

19. Куклев Е.А., Волынский-Басманов Ю.М. Обеспечение авиационной безопасности объектов гражданской авиации на основе методов управления рисками возникновения АНВ/Е.А. Куклев, Ю.М. Волынский-Басманов// Наука и транспорт: Гражданская авиация. – Санкт-Петербург, 2013. – №3. – ст. 16-21.

20. Amir Reza Karimi Azari, Neda Mousavi, S. Farid Mousavi, Sayed Bagher Hosseini. Risk assessment model selection in construction industry/ Amir Reza Karimi Azari, Neda Mousavi, S. Farid Mousavi, Sayed Bagher Hosseini// Expert systems with applications – Amsterdam, 2011. – №38. – p. 9105-9111.

21. Куклев Е.А., Смуров М.Ю., Евдокимов В.Г., Гипич Г.Н. Разработка инструментов оценивания рисков возникновения АНВ в САБ аэропортового комплекса/ Е.А. Куклев, М.Ю. Смуров, В.Г. Евдокимов, Г.Н. Гипич // Транспорт Российской Федерации – Санкт-Петербург, 2012. – №2. – ст. 28-31.

22. Лещинський О.Л., Економічний ризик та методи його вимірювання/ О.Л. Лещинський, О.В. Шкільний// Конспект лекцій та дидактичні матеріали для проведення практичних занять — Київ, ПЕК НАУ, 2004. — 96 с..

23. Фаустова О.Г. Методика оценки рисков возникновения чрезвычайных ситуаций в мультимодальных перевозках/ О.Г. Фаустова // Научный вестник АГТУ. – Астрахань, 2014. – №1. – ст. 109-116.

24. Оченков Н.И., Елисов Л.Н. Некоторые вопросы сеточного и нейросеточного моделирования задач управления авиационной безопасностью аэропорта/ Н.И. Оченков, Л.Н. Елисов// Научный вестник МГТУ ГА. – Москва, 2017. – №20. – ст. 21-27.

25. Соколов Ю.Н., Харченко В.С., Поночовный Ю.Л. Инструментированное оценивание надежности программно-технических

комплексов при росте интенсивности отказов/ Ю.Н. Соколов, В.С. Харченко, Ю.Л. Поночовный// Системы обработки информации. – Харьков, 2014. – №118. – ст. 205-211.

26. Ricardo J. Rodrigues, Jose Merseguer, Simona Bernardi. Modeling security of critical infrastructures/ Ricardo J. Rodrigues, Jose Merseguer, Simona Bernard// The Computer Journal. – Oxford, 2014. – №58. – p. 2313-2327.

27. Половко А.М., Гуров С.В. Основы теории надёжности: практикум/ А.М. Половко, С.В. Гуров. — СПб.: БХВ-Петербург, 2006. — 560 с.

28. Елисов Л.Н., Громов С.В., Оченков Н.И. О некоторых классах оптимизационных задач, решаемых с применением неформальных методов/ Л.Н. Елисов, С.В. Громов, Н.И. Оченков// Научный вестник МГТУ ГА. – Москва, 2012. – №186. – ст. 130-133.

29. Доррер Г.А. Теория принятия решений: учебное пособие для студентов/ Г.А. Доррер // ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет» — СПб.: Красноярск, 2013. — 180 с.

30. Зайцев Е.Н., Конилова Е.В., Тецлав И.А., Шайдуров И.Г. Комплексная безопасность транспортно-логистической системы смешанных перевозок/ Е.Н. Зайцев, Е.В. Конилова, И.А. Тецлав, И.Г. Шайдуров // Научный вестник СПбГУГА. – Санкт-Петербург, 2017. – №1. – ст. 101-119.

31. Нырков А.П., Нырков А.А. Модели, алгоритмы и программное обеспечение минимизации рисков мультимодальных перевозок/ А.П. Нырков, А.А. Нырков // Вестник ГУМРФ имени адмирала Макарова. – Санкт-Петербург, 2012. – №1. – ст. 67-73.

32. Дормидонтов А.В., Миронова Л.В., Миронов В.С. О возможности применения противодействия к оценке уровня безопасности объектов транспортной инфраструктуры / А.В. Дормидонтов, Л.В. Миронова, В.С. Миронов // Научный вестник МГТУГА. – Ульяновск, 2018. – №3. – ст. 67-77.

33. Латыпова Р.Р., Кириллов А.Н. Методика количественной оценки экономических рисков при организации интермодальных перевозок/ Р.Р.

Латыпова, А.Н. Кириллов // Методология и инструментарий управления. – Санкт-Петербург, 2017. – №1. – ст. 104-110.

34. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятности и математической статистике/ В.Е. Гмурман. — М.: Наука, 1975. — 333 с.

35. Куклев Е.А. Управление безопасностью полётов воздушных судов на основе нечетких оценок рисков возникновения нештатных условий полёта/ Е.А. Куклев// Научный вестник МГТУ ГА. – Москва, 2016. – №226. – ст. 199-205.

36. Запорожець В., Шматко М. Аеропорт: організація, технологія, безпека/ В. Запорожець, М. Шматко. – К.:Дніпро, 2002. – 168 с.

37. Кулик Н.С., Харченко В.П., Луцкий М.Г. Энциклопедия безопасности авиации/ Н.С. Кулик, В.П. Харченко, М.Г. Луцкий.; Под ред. Н.С. Кулика. – К.:Техніка, 2008. – 1000 с.

38. Міжнародний аеропорт Київ [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ, 2011-2018. – Режим доступу: <http://iev.aero/> / (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.

39. Центральне статистичне бюро Нідерландів [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Амстердам, 2009-2018. – Режим доступу: <https://www.cbs.nl/> (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.

40. 2010-2018 Annual report / RSG (Royal Schiphol Group). – Amsterdam, 2018. – 1471 p.

41. 2011-2018 Annual report / LAP (Lima Airport Partners). – Lima, 2018. – 1391 p.

42. 2011-2018 Annual report / AIASA (Athens International Airport S.A.). – Athens, 2018. – 1471 p.

43. 2011-2018 Annual report / Port of NY Authority. – New York, 2018. – 1227 p.

44. 2011-2018 Annual report / Port of Rotterdam. – Amsterdam, 2018. – 1471 p.

45. 2011-2018 Annual report / PPA (Piraeus Port Authority). – Amsterdam, 2018. – 844 p.
46. Звіт про результати діяльності ДП «Одеський морський торговельний порт» [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ, 2011-2018. – Режим доступу: <https://mtu.gov.ua/news/28754.html/> (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
47. ICAO Accident Statistics [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://is.gd/TY614u> (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
48. Annual overview of marine casualties and incidents 2011-2018 [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://is.gd/Rg4yEI> (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
49. Статистика ДТП в Україні на 2017-2018 роки [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <http://patrol.police.gov.ua/statystyka/> (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
50. Eurostat [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://ec.europa.eu/eurostat> (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
51. Оцінка морського ризику [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://is.gd/Ht0W3q> (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
52. Державне служба статистики України [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ, 2009-2018. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 21.12.2019) – Назва з екрана.
53. Ресурс для підрахунку тривалості і вартості перевезення (iContainers) [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Барселона, 2009-2020. – Режим доступу: <https://www.icontainers.com/quotes/> (дата звернення 21.12.2019).

ДОДАТКИ

КАФЕДРА ОАРП				НАУ. 20. 8. 36. 003 ПЗ				
Виконав	Чередніченко К.В.			ДОДАТКИ	Літера	Арк.	Аркушів	
Керівник	Янчук М.Б.					Д	206	17
Консульт.	Янчук М.Б.				ФТМЛІ 275 МТ-203М			
Н. контр.	Герасименко І.М.							
Зав. каф.	Разумова К.М.							

Загальна таблиця вантажопотоків аеропорту «Схіпгол»

Період		Загальна кількість зльотів і посадок, тис			Вантажопотік, тис тон								
Рік	Місяць	Європа	Міжконтинентальні	Загальна	за типом вантажу			за напрямом					
					Вантаж	Пошта	Загальна	Європа	Північна Америка	Південна Америка	Африка	Ближній Схід	Азія
2010	січень	22,20	6,27	28,47	58,00	2,17	60,16	72,2	253,5	169,1	179,4	158,1	680,0
	лютий	21,37	5,74	27,10	62,18	2,15	64,33						
	березень	24,83	6,55	31,38	64,28	2,24	66,53						
	квітень	20,98	5,73	26,70	66,92	2,25	69,18						
	травень	27,72	6,91	34,63	68,33	2,23	70,56						
	червень	27,71	7,93	34,96	63,45	2,17	65,62						
	липень	29,25	7,79	37,04	76,19	2,33	78,52						
	серпень	28,97	7,76	36,73	71,32	2,05	73,37						
	вересень	27,50	7,09	34,59	71,55	2,31	73,85						
	жовтень	28,10	7,36	35,46	70,72	2,56	73,28						
	листопад	24,59	6,83	31,43	67,93	2,73	70,66						
	грудень	21,69	6,81	28,51	65,71	3,60	69,31						
загальне	304,53	81,86	386,39	806,58	28,80	835,38							
2011	січень	23,55	6,82	30,37	122,25	2,10	124,35	96,0	283,0	174,2	184,9	176,0	609,6
	лютий	22,22	5,84	28,06	111,41	1,72	113,13						
	березень	26,19	6,70	32,89	135,65	2,00	137,65						
	квітень	28,23	7,07	35,30	131,32	1,91	133,27						
	травень	30,96	7,08	38,03	130,59	1,99	132,57						
	червень	29,79	7,14	36,93	121,86	2,10	123,96						
	липень	31,71	7,85	39,56	130,59	1,96	132,55						
	серпень	31,89	7,74	39,63	126,82	1,86	128,68						
	вересень	30,42	7,40	37,82	123,38	2,02	125,40						
	жовтень	30,66	7,41	38,07	135,80	2,21	138,02						
	листопад	25,67	6,66	32,33	128,91	2,64	131,55						
	грудень	24,90	6,67	31,57	125,32	3,34	128,65						
загальне	336,17	84,18	420,35	1523,80	25,38	1549,68							
2012	січень	24,72	6,43	31,14	108,88	2,23	111,11	138,5	260,8	173,7	177,0	172,2	561,3
	лютий	23,84	6,23	30,07	118,02	2,03	120,05						
	березень	27,10	6,78	33,88	131,33	2,26	133,58						
	квітень	28,50	6,86	35,36	123,61	2,06	125,67						
	травень	31,10	7,02	38,12	124,96	2,18	127,14						
	червень	30,39	7,06	37,45	123,39	2,23	125,62						
	липень	32,43	7,78	40,01	126,62	2,21	128,82						
	серпень	32,14	7,71	39,85	121,65	2,13	123,78						
	вересень	30,43	7,06	37,49	125,73	2,20	127,93						
	жовтень	30,63	7,15	37,78	126,76	2,53	129,29						
	листопад	25,56	6,51	32,06	127,76	2,88	130,65						
	грудень	23,57	6,66	30,23	125,76	3,44	129,21						
загальне	340,20	83,26	423,45	1483,45	28,38	1511,82							
2013	січень	23,42	6,54	29,96	116,13	2,66	118,79	137,0	254,6	171,2	168,6	198,2	601,4
	лютий	22,72	5,99	28,71	113,47	2,31	115,78						
	березень	26,20	6,79	32,99	136,66	2,85	139,52						
	квітень	29,02	6,97	35,99	123,42	2,77	126,19						
	травень	31,70	7,40	39,00	123,49	2,81	126,30						
	червень	30,53	7,29	37,82	124,44	2,68	127,11						
	липень	32,32	7,80	40,13	124,52	2,78	127,29						
	серпень	32,14	7,86	40,01	128,63	2,77	131,40						
	вересень	31,16	7,12	38,28	130,63	2,84	133,48						
	жовтень	31,23	7,20	38,43	135,00	3,21	138,21						
	листопад	26,03	6,59	32,62	140,90	3,37	144,27						
	грудень	25,02	6,756	25,02	134,80	3,82	138,62						
загальне	341,39	77,44	418,83	1531,08	34,87	1565,95							
2014	січень	24,73	6,66	31,39	123,06	2,98	126,04	154,3	290,7	167,8	175,6	210,3	634,4
	лютий	23,39	6,06	29,45	123,39	2,68	126,07						
	березень	27,14	6,89	34,03	146,35	2,91	149,26						
	квітень	29,74	6,89	36,63	134,62	2,93	137,56						
	травень	32,36	7,14	39,49	139,73	2,94	142,68						
	червень	31,62	7,17	38,79	134,35	2,85	137,20						
	липень	33,48	7,75	41,23	136,65	3,09	139,74						
	серпень	33,14	7,91	41,05	136,64	3,15	139,79						
	вересень	32,42	7,26	39,69	136,09	3,07	139,17						
	жовтень	32,39	7,37	39,76	145,35	3,38	148,73						
	листопад	26,87	6,69	33,56	142,88	3,43	146,31						
	грудень	26,13	6,73	32,86	133,89	3,96	137,85						
загальне	353,79	84,51	438,30	1633,19	37,48	1670,67							
2015	січень	24,55	6,20	30,75	129,27	2,86	132,13	134,5	306,6	176,4	176,6	210,1	616,8
	лютий	24,85	6,06	30,61	125,98	2,86	128,83						
	березень	27,77	6,83	34,60	139,60	2,90	142,49						
	квітень	30,61	6,99	37,60	128,84	2,80	131,64						
	травень	33,69	7,39	41,07	137,66	2,67	140,33						
	червень	32,73	7,54	40,07	132,22	2,65	134,87						
	липень	34,46	8,03	42,49	133,76	2,85	136,61						
	серпень	34,24	8,10	42,34	137,64	2,46	140,09						
	вересень	33,06	7,50	40,56	137,64	2,63	140,26						
	жовтень	32,72	7,52	40,24	147,25	2,86	150,10						
	листопад	27,70	6,76	34,45	144,79	2,85	147,64						
	грудень	27,74	6,87	34,61	135,63	3,75	139,37						
загальне	364,60	86,08	450,68	1621,27	34,38	1655,65							
2016	січень	26,44	6,71	33,15	126,30	3,14	129,44	209,8	307,8	176,8	172,2	214,7	580,9
	лютий	26,65	6,31	32,96	123,15	2,56	125,71						
	березень	29,85	7,06	36,90	140,60	3,04	143,64						
	квітень	32,41	7,37	39,78	137,99	2,92	140,92						
	травень	35,79	7,83	43,62	133,16	2,93	137,89						
	червень	35,00	7,42	42,42	135,85	2,51	138,35						
	липень	37,02	8,24	45,26	139,99	2,43	142,42						
	серпень	37,48	8,22	45,70	136,64	2,50	139,14						
	вересень	35,56	7,63	43,19	140,55	2,40	142,96						
	жовтень	35,60	7,90	43,50	143,59	1,66	145,25						
	листопад	29,32	7,00	36,32	146,84	2,62	149,46						
	грудень	29,07	7,30	36,37	149,74	3,00	152,74						
загальне	390,23	88,64	478,86	1666,36	32,45	1698,81							
2017	січень	28,47	7,19	35,66	135,73	2,45	138,18	248,9	306,2	200,0	161,5	220,4	615,5
	лютий	26,93	6,47	33,40	131,77	2,02	133,78						
	березень	31,86	7,47	39,44	153,91	2,39	156,31						
	квітень	34,15	7,73	41,87	146,65	2,16	148,81						
	травень	37,51	7,91	45,42	151,84	2,19	154,03						
	червень	36,22	7,79	44,01	149,12	2,18	151,31						
	липень	38,14	8,36	46,50	149,14	2,20	151,34						
	серпень	38,51	8,35	46,86	146,93	1,84	148,77						
	вересень	36,33	7,94	44,27	150,52	1,73	152,25						
	жовтень	36,77	8,08	44,85	155,57	2,02	157,60						
	листопад	30,71	7,26	37,96	147,35	2,17	149,51						
	грудень	29,07	7,43	36,50	142,52	2,46	144,99						
загальне	404,77	91,97	496,74	1761,06	25,81	1786,87							
2018	січень	29,74	7,37	37,11	135,97	2,03	137,99	238,8	299,0	211,6	165,8	199,3	602,1
	лютий	28,37	6,70	35,07	133,84	1,59	135,43						
	березень	32,47	7,59	40,06	148,54	1,96	150,50						
	квітень	34,09	7,77	41,86	139,70	1,80	141,50						
	травень	36,72	8,02	44,74	144,69	1,64	146,33						
	червень	35,60	7,90	43,50	143,59	1,66	145,25						
	липень	37,17	8,38	45,55	144,36	1,64	146,00						
	серпень	37,26	8,45	45,71	146,54	1,67	148,21						
	вересень	36,28	7,92	44,20	145,59	1,66	147,25						
	жовтень	37,01	8,09	45,10	153,06	1,83	154,89						
	листопад	31,02	7,37	38,38	143,97	1,92	145,90						
	грудень	30,54	7,62	38,16	137,64	2,07	139,71						
загальне	406,25	93,20	499,44	1716,50	21,49	1737,98							
2019	січень	29,78	7,41	37,19	122,64	1,62	124,26	248,9	306,2	200,0	161,5	220,4	615,5
	лютий	28,52	6,67	35,20	115,80	1,40	117,20						
	березень	32,07	7,72	39,79	144,77	1,76	146,53						
	квітень	34,19	7,91	42,10	126,74	1,75	128,49						
	травень	36,81	7,90	44,71	133,65	1,86	135,51						
	червень	35,56	7,78	43,34	123,89	1,74	125,62						
	липень	36,53	8,21	44,74	129,14	1,88	131,02						
	серпень	36,87	8,26	45,12	130,58	1,77	132,36						
	вересень	36,19	7,94	44,13	136,82	1,73	138,57						
	жовтень	36,51	8,00	44,50	143,59	1,97	145,57						
	листопад	30,60	7,20	37,80	136,26	2,13	138,39						
	грудень	29,07	7,43	36,50	142,52	2,46	144,99						
загальне	373,63	84,77	458,40	1443,88	19,62	1463,51							

**Загальна таблиця вантажопотоків
аеропорту ім. Хорхе Чавеса**

Період		Вантажопотоки, тис. тон				Загальне
Рік	Місяць	Внутрішні		Міжнародні		
		вхідні	вихідні	вхідні	вихідні	
2013	січень	0,38	1,22	4,15	6,95	191,47
	лютий	0,39	1,11	4,22	7,36	
	березень	0,48	0,98	4,29	7,77	
	квітень	0,38	1,12	5,36	8,19	
	травень	0,36	1,04	6,44	8,60	
	червень	0,53	1,13	4,51	9,01	
	липень	0,57	1,16	5,58	9,42	
	серпень	0,33	1,19	4,65	9,83	
	вересень	0,37	1,33	5,72	10,24	
	жовтень	0,51	1,24	5,79	10,65	
	листопад	0,44	1,27	5,86	11,06	
	грудень	0,42	1,45	4,94	11,47	
	загальне	5,16	14,25	61,52	110,54	
2014	січень	0,44	1,33	5,15	8,58	205,95
	лютий	0,45	1,35	5,22	8,20	
	березень	0,45	1,38	4,29	8,83	
	квітень	0,46	1,41	4,36	9,45	
	травень	0,46	1,44	5,44	10,07	
	червень	0,47	1,46	7,51	9,69	
	липень	0,47	1,49	6,58	11,32	
	серпень	0,48	1,52	6,65	7,94	
	вересень	0,48	1,55	5,72	9,56	
	жовтень	0,49	1,57	4,79	9,18	
	листопад	0,49	1,60	6,86	9,80	
	грудень	0,50	1,63	6,94	10,43	
	загальне	5,65	17,73	69,52	113,05	
2015	січень	0,44	1,45	7,15	9,95	230,66
	лютий	0,45	1,46	7,22	8,36	
	березень	0,39	1,47	7,29	8,77	
	квітень	0,36	1,48	7,36	8,19	
	травень	0,46	1,50	7,44	8,60	
	червень	0,47	1,51	7,51	9,01	
	липень	0,47	1,52	7,58	10,42	
	серпень	0,39	1,53	7,65	9,83	
	вересень	0,48	1,54	7,72	10,24	
	жовтень	0,49	1,56	7,79	10,65	
	листопад	0,49	1,57	7,86	11,06	
	грудень	0,52	1,58	7,94	11,47	
	загальне	5,42	18,18	90,52	116,54	
2016	січень	0,46	1,53	7,37	17,31	315,42
	лютий	0,48	1,48	8,17	10,39	
	березень	0,53	1,67	8,17	10,99	
	квітень	0,54	1,64	8,62	12,62	
	травень	0,56	1,60	7,84	12,24	
	червень	0,54	1,55	7,80	11,61	
	липень	0,54	1,67	7,96	17,07	
	серпень	0,52	1,72	8,29	17,23	
	вересень	0,54	1,79	8,46	18,81	
	жовтень	0,53	1,65	9,42	19,71	
	листопад	0,53	1,78	9,36	19,96	
	грудень	0,58	1,83	8,87	20,88	
	загальне	6,35	19,91	100,33	188,82	
2017	січень	0,49	1,49	7,22	17,68	306,57
	лютий	0,46	1,41	7,27	9,95	
	березень	0,93	2,37	8,53	9,34	
	квітень	0,57	1,79	8,48	11,32	
	травень	0,54	1,77	8,30	12,11	
	червень	0,46	1,61	9,25	10,80	
	липень	0,46	1,75	8,66	15,09	
	серпень	0,53	1,79	9,44	15,37	
	вересень	0,51	1,89	8,79	18,40	
	жовтень	0,65	1,82	10,14	19,35	
	листопад	0,57	1,94	8,82	17,10	
	грудень	0,59	2,06	9,57	17,14	
	загальне	6,76	21,69	104,47	173,65	
2018	січень	0,54	1,52	7,23	16,50	296,72
	лютий	0,46	1,45	8,03	9,05	
	березень	0,55	1,65	9,06	13,19	
	квітень	0,47	1,57	8,58	12,55	
	травень	0,51	1,71	8,58	12,08	
	червень	0,53	1,99	8,52	11,17	
	липень	0,49	1,78	7,88	14,60	
	серпень	0,59	1,68	8,41	14,61	
	вересень	0,56	1,60	7,98	16,67	
	жовтень	0,52	1,62	8,58	17,43	
	листопад	0,58	1,66	8,86	15,47	
	грудень	0,53	1,69	9,09	16,35	
	загальне	6,34	19,90	100,80	169,67	
2019	січень	0,48	1,40	6,94	15,10	254,01
	лютий	0,43	1,41	7,46	9,50	
	березень	0,50	1,77	8,81	10,85	
	квітень	0,48	1,57	8,07	10,82	
	травень	0,52	1,80	8,35	10,53	
	червень	0,53	1,59	8,61	10,54	
	липень	0,52	1,78	8,17	14,57	
	серпень	0,62	1,92	8,16	13,92	
	вересень	0,54	1,79	7,61	15,76	
	жовтень	0,60	2,07	8,67	13,79	
	листопад	0,61	1,98	8,79	14,10	
	грудень					
	загальне	5,80	19,09	89,64	139,48	

Загальна таблиця вантажопотоків аеропорту ім. Елефтеріуса Венізелоса

Період		Загальна кількість зльотів і посадок, тис			Вантажопотік, тис тон					
Рік	Місяць	Внутрішні	Міжнародні	Загальна	Вантаж				Пошта	Загальне
					вхідні	вихідні	загальна	транзитні/трансферні		
2013	січень	4,58	4,82	9,40	2 175,40	2 635,41	4 810,81	360,81	825,66	5 636,47
	лютий	4,19	4,25	8,45	2 276,50	2 650,27	4 926,77	369,51	728,22	5 654,99
	березень	4,60	4,91	9,50	2 245,01	2 884,26	5 334,27	400,07	734,23	6 068,50
	квітень	5,62	5,91	11,54	2 688,72	3 036,58	5 725,30	429,40	768,85	6 494,15
	травень	6,15	6,55	12,70	2 558,21	2 696,10	5 254,31	394,07	767,24	6 021,55
	червень	6,40	7,25	13,65	2 819,03	2 933,81	5 752,84	431,46	783,57	6 536,40
	липень	6,93	8,41	15,34	2 994,09	3 106,83	6 100,93	457,57	797,44	6 898,37
	серпень	7,02	8,73	15,75	2 280,25	2 826,66	5 106,91	383,02	712,33	5 819,23
	вересень	6,20	7,57	13,77	2 632,51	2 915,07	5 547,57	416,07	752,50	6 300,07
	жовтень	5,29	6,60	11,89	2 696,16	2 964,67	5 660,83	424,56	867,94	6 528,77
	листопад	3,93	5,25	9,18	2 505,32	2 875,45	5 380,77	403,56	806,87	6 187,64
	грудень	3,98	5,32	9,29	2 751,55	2 939,39	5 690,93	426,82	938,56	6 629,50
	загальне	64,88	75,57	140,45	30 827,74	34 464,50	65 292,23	4 896,92	9 483,40	74 775,63
2014	січень	4,02	5,16	9,18	2 414,15	3 700,19	6 114,34	458,58	836,28	6 950,63
	лютий	3,70	4,68	8,38	2 182,99	2 811,35	4 994,33	374,57	680,91	5 675,24
	березень	4,14	5,37	9,51	2 701,45	3 076,54	5 777,99	433,35	729,31	6 507,30
	квітень	5,53	6,71	12,24	2 767,11	3 026,01	5 793,12	434,48	780,81	6 573,93
	травень	6,14	7,45	13,59	2 707,41	3 136,37	5 843,78	438,28	796,14	6 639,91
	червень	6,61	8,63	15,24	3 004,99	2 878,55	5 883,54	441,27	742,10	6 625,64
	липень	7,44	10,06	17,50	3 062,43	2 979,36	6 041,79	453,13	768,00	6 809,79
	серпень	7,59	10,22	17,81	2 239,88	2 752,12	4 992,00	374,40	688,83	5 680,83
	вересень	6,70	8,73	15,43	2 855,38	3 056,84	5 912,22	443,42	747,60	6 659,81
	жовтень	6,08	7,99	14,07	2 908,12	3 173,58	6 081,70	456,13	846,63	6 928,33
	листопад	4,62	6,02	10,65	2 638,12	2 918,71	5 556,83	416,76	778,14	6 334,97
	грудень	4,66	6,27	10,93	2 830,77	3 203,06	6 033,82	452,54	917,75	6 951,58
	загальне	67,23	87,30	154,53	32 312,79	36 712,66	69 025,45	5 176,91	9 312,51	78 337,96
2015	січень	4,66	6,09	10,75	2 427,99	5 731,86	5 159,85	386,99	780,89	5 940,74
	лютий	4,17	5,50	9,67	2 594,45	2 873,81	5 468,26	410,12	678,27	6 146,53
	березень	4,82	6,45	11,27	2 877,77	3 505,96	6 383,73	478,78	755,46	7 139,19
	квітень	6,12	8,27	14,39	2 732,32	3 158,89	5 891,20	441,84	718,96	6 610,16
	травень	6,72	9,15	15,87	2 786,01	3 309,11	6 095,12	457,13	704,41	6 799,53
	червень	7,84	10,17	18,01	3 174,04	3 229,30	6 403,34	480,25	701,39	7 104,73
	липень	8,64	11,62	20,25	2 315,96	3 319,97	5 635,93	422,69	621,08	6 257,01
	серпень	8,53	11,81	20,34	1 932,38	2 872,96	4 805,33	360,40	554,21	5 359,54
	вересень	7,22	9,93	17,15	2 863,71	3 337,95	6 201,66	465,12	661,55	6 863,21
	жовтень	6,17	8,84	15,01	2 894,58	3 629,31	6 523,89	489,29	761,06	7 284,94
	листопад	4,94	6,67	11,61	3 024,85	3 494,90	6 519,76	488,98	780,30	7 300,05
	грудень	4,90	6,93	11,83	3 116,19	3 616,80	6 732,99	504,97	944,15	7 677,14
	загальне	74,74	101,42	176,16	32 740,25	39 080,80	71 821,05	5 386,58	8 661,71	80 482,76
2016	січень	5,04	6,42	11,45	2 448,21	3 127,19	5 575,40	418,15	793,36	6 368,76
	лютий	4,85	6,02	10,86	2 709,36	3 330,72	6 040,08	453,01	721,73	6 761,81
	березень	5,49	7,12	12,61	3 203,47	3 616,36	6 819,84	511,49	745,71	7 565,55
	квітень	6,04	8,43	14,47	3 066,29	3 784,76	6 851,05	513,83	757,48	7 608,53
	травень	7,33	9,77	17,10	3 055,84	3 466,75	6 522,59	489,19	527,36	7 049,94
	червень	8,05	10,70	18,75	3 241,34	3 860,31	7 101,65	532,62	754,36	7 856,01
	липень	9,38	12,94	22,31	3 367,90	3 718,94	7 086,84	531,51	728,44	7 815,28
	серпень	9,22	12,94	22,15	2 722,73	3 400,94	6 123,67	459,28	653,52	6 777,19
	вересень	8,01	11,11	19,12	3 132,41	3 792,97	6 925,38	519,40	774,50	7 699,88
	жовтень	6,02	9,61	15,63	3 056,80	3 432,98	6 489,78	486,73	816,76	7 306,54
	листопад	5,07	7,14	12,16	3 170,54	3 389,58	6 560,12	492,01	834,40	7 394,52
	грудень	5,10	7,43	12,53	3 255,22	4 014,33	7 269,55	545,22	1 003,45	8 273,00
	загальне	79,53	109,62	189,15	36 430,12	42 935,83	79 365,95	5 952,45	9 111,05	88 477,00
2017	січень	5,03	6,87	11,90	2 679,27	3 032,11	5 711,38	430,25	697,87	6 409,24
	лютий	4,56	5,99	10,55	2 532,00	3 082,51	5 614,52	371,43	632,11	6 246,63
	березень	5,33	7,49	12,81	3 147,85	3 870,48	7 018,33	461,41	729,34	7 747,66
	квітень	5,89	8,81	14,69	2 859,26	3 534,36	6 393,62	371,09	660,57	7 054,19
	травень	6,98	9,97	16,95	3 418,66	4 228,93	7 647,59	390,09	648,73	8 296,32
	червень	8,65	11,13	19,78	3 460,31	3 843,85	7 304,16	489,05	599,90	7 904,07
	липень	9,88	13,26	23,15	3 545,79	3 826,66	7 372,46	451,71	590,73	7 963,19
	серпень	9,78	13,22	22,99	3 068,32	3 575,55	6 643,87	506,50	550,56	7 194,43
	вересень	8,38	11,37	19,75	3 328,32	3 805,92	7 134,23	458,02	612,82	7 747,06
	жовтень	7,22	10,05	17,27	3 395,97	3 897,25	7 293,22	461,18	721,70	8 014,92
	листопад	5,07	7,80	12,86	3 334,29	3 437,63	6 771,92	410,01	705,29	7 477,21
	грудень	5,08	8,17	13,25	3 143,08	3 747,45	6 890,53	398,46	824,42	7 714,94
	загальне	81,82	114,13	195,95	37 913,13	43 882,69	81 795,82	5 199,20	7 974,03	89 769,85
2018	січень	4,95	7,52	12,47	2 941,99	3 264,42	6 206,41	362,542	671,20	6 877,61
	лютий	4,55	6,59	11,14	2 729,18	3 141,30	5 870,48	330,404	537,73	6 408,21
	березень	5,28	8,49	13,78	3 332,41	4 273,85	7 606,26	409,699	669,84	8 276,09
	квітень	6,52	9,92	16,44	3 200,45	3 752,13	6 952,58	379,804	635,75	7 588,33
	травень	7,84	11,21	19,05	3 566,84	4 177,06	7 743,90	374,804	664,96	8 408,86
	червень	9,43	12,61	22,04	3 667,52	4 229,80	7 897,33	425,231	630,20	8 527,53
	липень	10,93	14,68	25,61	3 596,92	4 040,06	7 636,98	472,487	632,10	8 269,08
	серпень	11,11	14,94	26,05	2 872,73	3 641,30	6 514,03	417,358	677,71	7 191,73
	вересень	9,52	12,57	22,08	3 090,54	4 094,51	7 185,05	464,406	636,42	7 821,48
	жовтень	8,08	11,13	19,21	3 272,70	4 184,56	7 457,26	451,806	748,98	8 206,23
	листопад	6,20	8,47	14,67	3 144,66	3 727,41	6 872,06	319,227	684,93	7 557,00
	грудень	6,12	8,43	14,54	2 960,71	3 672,95	6 633,66	316,759	807,21	7 440,87
	загальне	90,53	126,56	217,09	38 376,64	46 199,35	84 575,99	4 724,53	7 997,03	92 573,02

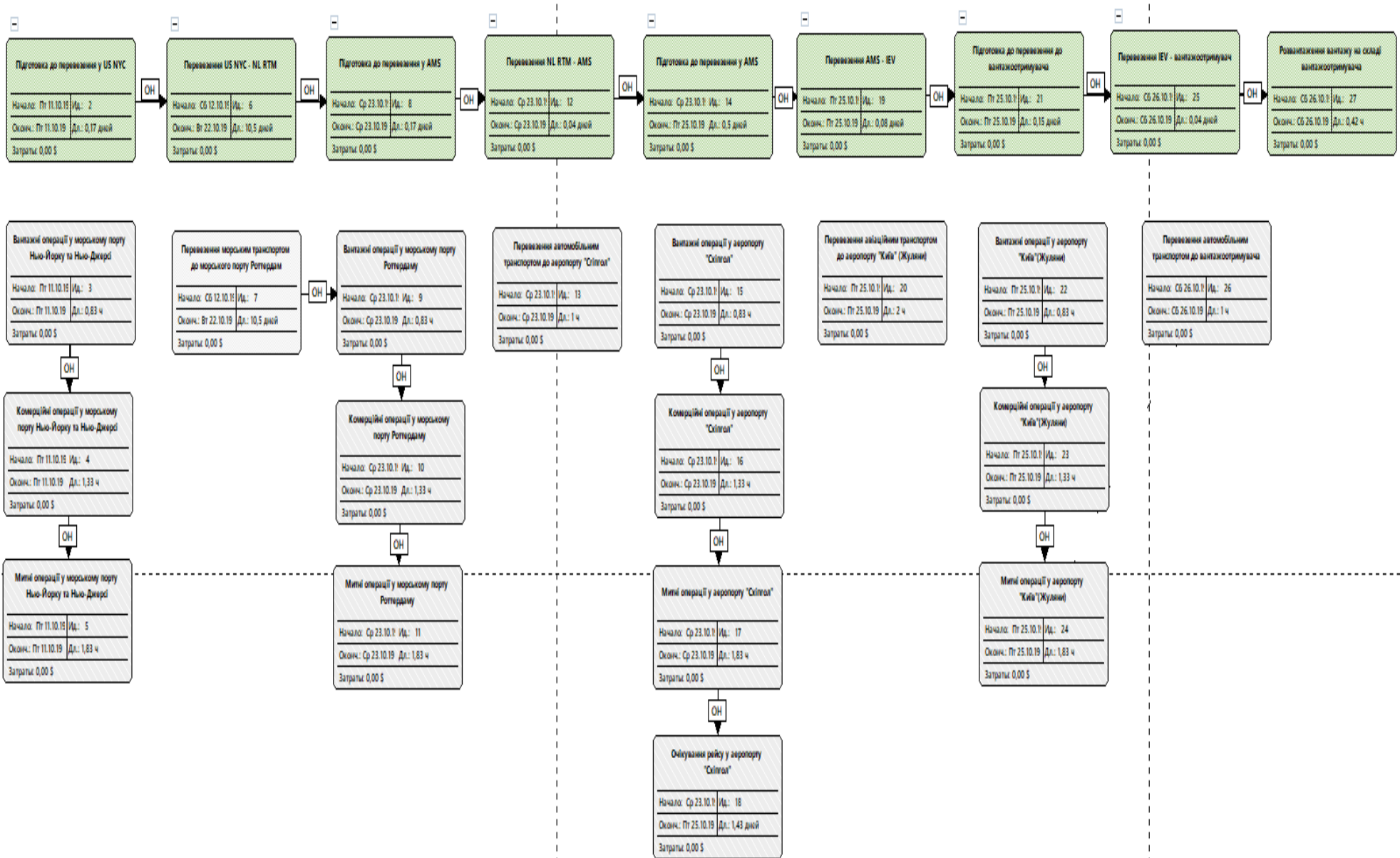
Загальна таблиця вантажопотоків морського порту Нью-Йорку та Нью-Джерсі

Період		Вантажопотік, тис тон							Перевалка на ЗТ
Рік	Місяць	Імпорт		Експорт		Загальне			
		Завантаження	Відвантаження	Завантаження	Відвантаження	Завантаження	Вивантаження	Загалом	
2013	січень	215,14	5,18	116,46	91,59	331,60	96,77	428,37	34,32
	лютий	202,52	3,97	119,05	77,73	321,57	81,70	403,28	30,00
	березень	212,58	5,85	132,19	88,17	344,77	94,02	438,79	37,02
	квітень	216,41	2,88	131,66	85,62	348,08	88,50	436,58	37,63
	травень	244,79	2,49	129,16	99,95	373,95	102,44	476,38	34,51
	червень	229,21	2,36	112,88	93,32	342,10	95,68	437,77	38,57
	липень	250,83	2,72	119,35	111,95	370,17	114,67	484,84	34,86
	серпень	263,55	2,95	127,07	133,96	390,62	136,91	527,53	35,75
	вересень	235,67	2,18	113,28	121,45	348,95	123,63	472,58	34,46
	жовтень	255,80	2,90	129,21	117,95	385,01	120,85	505,86	38,91
	листопад	209,29	4,19	125,55	83,11	334,84	87,29	422,13	34,67
	грудень	224,77	5,77	110,85	91,86	335,61	97,64	433,25	34,83
	загальне	2 760,56	43,45	1 466,70	1 196,65	4 227,26	1 240,09	5 467,35	425,53
2014	січень	231,89	2,25	104,65	90,14	336,53	92,39	428,92	32,59
	лютий	207,70	0,83	92,80	86,58	300,50	87,41	387,91	30,35
	березень	243,06	1,40	135,78	113,10	378,84	114,50	493,34	41,79
	квітень	229,68	1,51	125,27	104,40	354,95	105,91	460,86	41,77
	травень	241,65	2,06	117,85	108,94	359,50	111,00	470,50	38,56
	червень	266,37	3,59	120,24	126,04	386,61	129,63	516,24	43,03
	липень	241,65	2,06	117,85	108,94	359,50	111,00	470,50	38,56
	серпень	269,72	1,71	127,45	129,70	397,16	131,42	528,58	43,03
	вересень	252,23	1,61	110,68	134,01	362,91	135,62	498,53	39,43
	жовтень	272,58	2,66	126,37	129,70	398,94	132,36	531,30	42,95
	листопад	239,60	2,83	121,50	120,87	361,10	123,70	484,80	36,54
	грудень	250,59	2,38	118,01	114,32	368,60	116,69	485,29	37,27
	загальне	2 946,72	24,89	1 418,44	1 366,72	4 365,15	1 391,62	5 756,77	465,86
2015	січень	235,29	2,45	104,20	121,06	339,49	123,51	463,00	37,13
	лютий	240,45	0,94	102,33	101,57	342,78	102,51	445,29	35,82
	березень	287,78	0,97	125,08	145,44	412,86	146,41	559,26	46,15
	квітень	251,11	1,53	125,01	127,03	376,11	128,56	504,67	47,66
	травень	282,03	2,60	126,64	147,72	408,67	150,32	558,99	44,66
	червень	279,04	2,06	115,99	165,48	395,03	167,54	562,57	45,68
	липень	295,87	2,47	120,74	169,86	416,60	172,33	588,93	46,89
	серпень	285,83	1,96	114,79	400,63	400,63	402,58	803,21	45,53
	вересень	286,35	1,75	111,96	169,89	398,31	171,64	569,96	42,23
	жовтень	269,67	1,57	118,11	155,32	387,78	156,90	544,68	48,86
	листопад	249,11	1,59	116,98	132,92	366,10	134,51	500,61	41,19
	грудень	251,80	3,38	109,80	134,24	361,61	137,62	499,23	40,43
	загальне	3 214,34	23,27	1 391,63	1 971,16	4 605,96	1 994,43	6 600,39	522,24
2016	січень	247,13	2,38	102,67	125,73	349,80	128,11	477,91	39,37
	лютий	258,25	2,90	109,64	129,87	367,89	132,77	500,66	41,83
	березень	253,96	1,16	118,49	144,19	372,45	145,34	517,79	48,07
	квітень	244,68	2,46	114,82	127,35	359,50	129,81	489,31	44,98
	травень	268,86	2,13	115,21	138,85	384,07	140,98	525,05	45,81
	червень	270,62	2,54	115,48	141,94	386,10	144,47	530,58	46,56
	липень	275,34	1,44	109,20	146,46	384,54	147,90	532,44	48,11
	серпень	304,27	1,93	118,31	160,82	422,58	162,75	585,33	49,63
	вересень	54,03	2,30	106,17	135,20	160,20	137,50	297,70	44,37
	жовтень	289,09	1,95	119,67	128,38	408,76	130,33	539,09	45,73
	листопад	271,76	2,33	114,88	139,00	386,64	141,34	527,97	43,56
	грудень	264,71	2,70	111,57	149,16	376,28	151,85	528,13	42,13
	загальне	3 002,69	26,20	1 356,13	1 666,94	4 358,82	1 693,14	6 051,95	540,15
2017	січень	260,73	1,76	110,96	144,23	371,68	145,99	517,67	41,97
	лютий	262,88	1,26	105,64	137,29	368,51	138,55	507,07	41,24
	березень	249,79	1,55	115,10	141,83	364,89	143,38	508,27	44,76
	квітень	278,87	2,49	119,42	146,24	398,28	148,73	547,01	47,04
	травень	283,47	2,21	119,29	160,09	402,75	162,30	565,05	48,28
	червень	295,22	1,68	122,12	165,59	417,34	167,27	584,61	50,69
	липень	291,76	1,47	112,69	171,02	404,45	172,49	576,95	49,09
	серпень	320,85	1,59	125,31	183,66	446,16	185,24	631,40	51,12
	вересень	287,75	1,55	113,74	170,41	401,49	171,97	573,46	46,61
	жовтень	305,73	1,63	121,20	160,29	426,93	161,92	588,85	51,21
	листопад	285,07	2,15	128,76	150,54	413,83	152,69	566,52	47,06
	грудень	274,37	1,15	121,09	147,35	395,46	148,51	543,97	48,69
	загальне	3 396,47	20,49	1 415,32	1 878,54	4 811,79	1 899,03	6 710,82	567,75
2018	січень	309,00	1,90	112,89	162,07	421,90	163,97	585,86	50,30
	лютий	274,64	821,00	116,70	129,76	391,34	950,76	1 342,10	47,50
	березень	288,46	1,57	132,11	150,438	420,57	152,01	572,58	52,99
	квітень	272,90	707,00	134,84	142,664	407,75	849,66	1 257,41	51,78
	травень	302,08	1,46	130,34	159,743	432,42	161,20	593,63	57,73
	червень	310,48	1,57	129,51	183,809	439,99	185,38	625,37	54,71
	липень	322,09	1,46	116,44	182,567	438,53	184,03	622,56	54,25
	серпень	333,57	1,55	125,12	191,521	458,68	193,07	651,75	57,74
	вересень	304,13	1,32	116,71	180,88	420,84	182,20	603,03	55,99
	жовтень	339,60	1,30	130,78	187,027	470,38	188,32	658,71	57,20
	листопад	301,83	2,06	115,42	164,584	417,24	166,64	583,88	53,61
	грудень	317,33	1,09	115,93	175,037	433,26	176,13	609,39	51,95
	загальне	3 676,11	1 543,27	1 476,78	2 010,10	5 152,89	3 553,37	8 706,26	645,76
2019	січень	327,35	1,02	111,83	182,337	439,18	183,35	622,53	54,71
	лютий	295,52	977,00	113,36	175,358	408,88	1 152,36	1 561,24	49,55
	березень	282,98	1,30	130,04	170,777	413,02	172,08	585,10	58,88
	квітень	297,83	1,55	131,31	174,577	429,14	176,13	605,26	56,91
	травень	340,68	1,26	132,32	169,448	473,00	170,71	643,71	57,76
	червень	301,71	1,60	122,66	185,055	424,37	186,66	611,03	53,06
	липень	336,97	1,76	118,02	206,251	454,99	208,01	662,99	56,34
	серпень	342,54	1,93	127,24	207,875	469,78	209,81	679,59	60,21
	вересень	315,87	1,72	116,23	191,143	432,10	192,86	624,96	53,25
	жовтень	339,44	1,51	127,26	198,173	466,70	199,68	666,38	57,72
	листопад	-	-	-	-	-	-	-	-
	грудень	-	-	-	-	-	-	-	-
	загальне	3 180,88	990,65	1 230,26	1 860,99	4 411,14	2 851,64	7 262,79	558,38

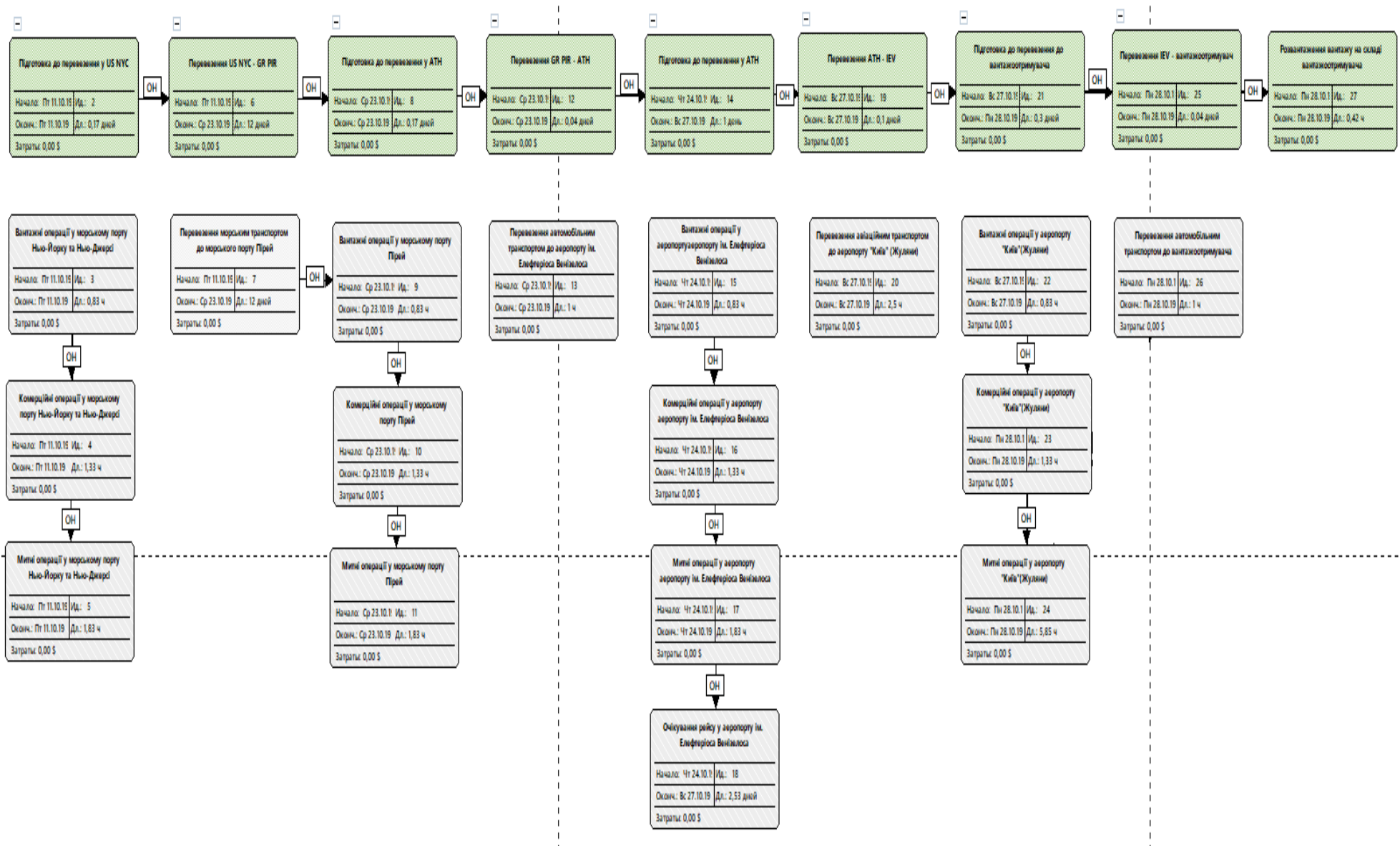
**Загальна таблиця вантажопотоків
морського порту Роттердаму**

Вантажопотоки, млн тон	Рік							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	загальне
Руда та металобрухт	32,74	35,94	34,08	33,87	31,23	31,17	30,06	229,08
Вугілля	25,28	30,68	30,40	30,69	28,44	25,75	26,36	197,60
Агро	8,05	10,32	11,27	10,83	10,45	11,14	9,85	71,91
Біоматеріали	0,00	0,48	0,28	0,08	0,06	0,41	0,55	1,85
Інші сухі насипні вантажі	12,03	12,25	12,85	12,27	12,12	11,69	10,80	84,02
Загалом	78,10	89,66	88,87	87,74	82,30	80,17	77,62	584,46
Нафта	98,32	91,05	95,39	103,09	101,86	104,18	100,29	694,19
Мінеральні олії	81,81	81,61	75,01	88,50	88,76	79,11	77,67	572,47
Інші рідкі насипні вантажі	34,08	34,14	32,11	33,05	32,90	30,90	33,87	231,04
Загалом	214,21	206,80	202,50	224,64	223,52	214,18	211,84	1 497,69
Загальна кількість насипних вантажів	292,32	296,46	291,37	312,38	305,82	294,35	289,46	2 082,15
Глибоководний вантаж	81,27	78,04	82,65	90,94	81,32	89,17	93,06	596,45
Фрахт	21,61	18,65	18,99	19,27	20,47	25,39	27,64	152,02
Каботажні	22,55	24,56	25,95	26,04	25,27	28,08	28,41	180,87
Контейнери	125,43	121,25	127,60	126,25	127,06	142,64	149,11	919,34
Вантажі "Roll-on/roll-off"	17,92	18,51	20,01	22,03	22,41	23,81	24,06	148,74
Інші загальні вантажі	5,87	4,72	6,04	5,71	5,88	6,46	6,36	41,03
Штучні вантажі	23,78	23,23	26,04	27,74	28,29	30,26	30,42	189,77
Загалом	149,21	144,48	153,64	153,98	155,36	172,90	179,53	1 109,11
Загальний вантажопотік	441,53	440,94	445,01	466,36	461,18	467,26	468,99	3 191,26

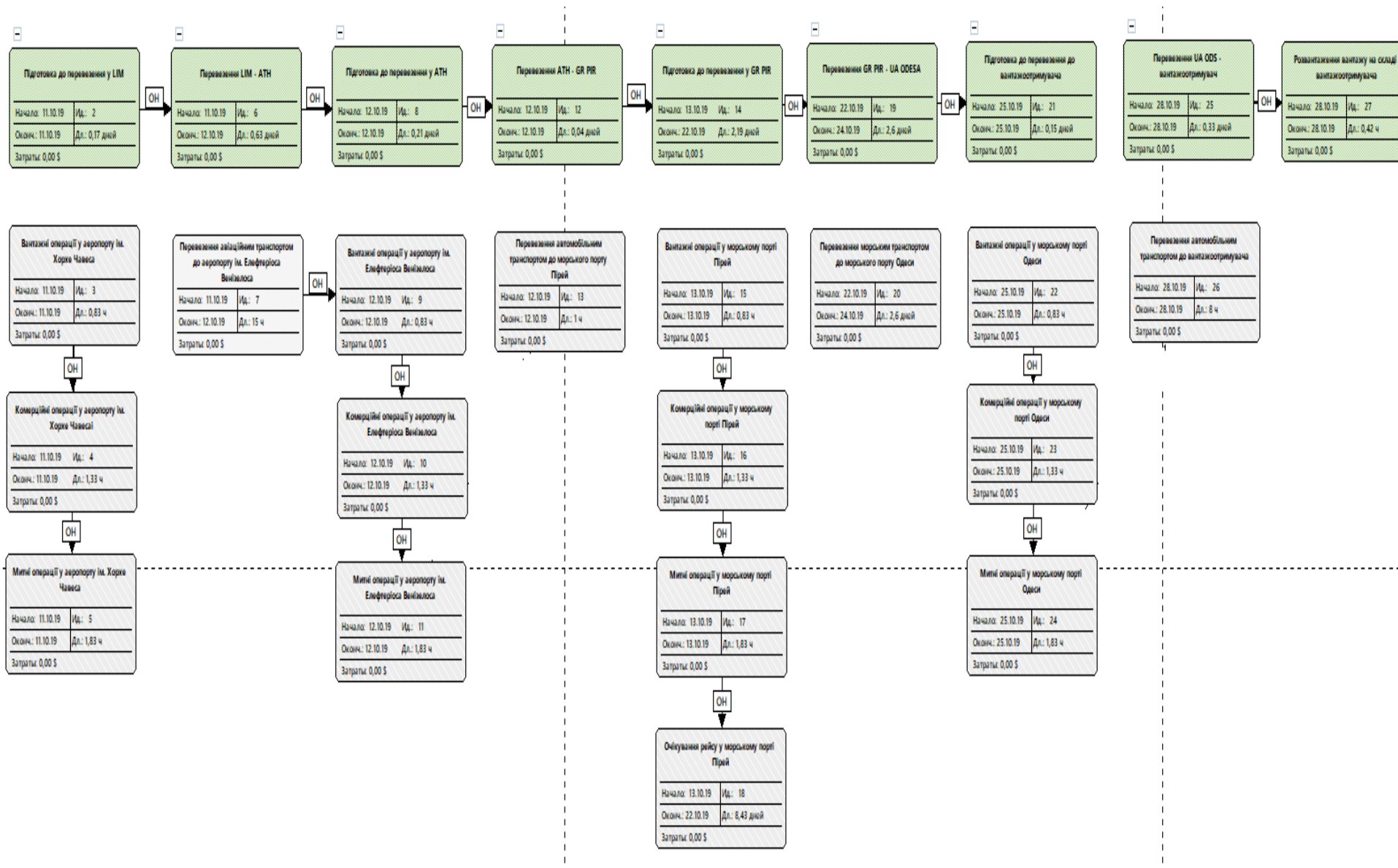
Мережевий графік маршруту MM1



Мережевий графік маршруту MM2



Мережевий графік маршруту ММЗ



Програмний алгоритм визначення оптимального маршруту за перевезенням за допомогою ПЗ «MatLab»

```

1 -   clc
2 -   clear all
3 -   % ВИХІДНІ ДАНІ
4 -   fcstPer = [0:1:365; 0:1:365; 0:1:365; 0:1:365; 0:1:365; 0:1:365; 0:1:365; 0:1:365];
5 -   disp('=====');
6 -   disp('1. ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ МОДЕЛІ');
7 -   disp(' ');
8 -
9 -   disp('1) Загальні вихідні дані моделі');
10 -  disp(' ');
11 -
12 -  % Внесення тривалості перевезення до моделі
13 -  numbRout = input('Введіть кількість маршрутів: ');
14 -  disp(' ');
15 -  for i = 1:numbRout
16 -      delTRout (i) = input('Введіть тривалість перевезення за маршрутом, год - ');
17 -  end
18 -  disp(' ');
19 -  delTRout = delTRout.';
20 -
21 -  % Внесення вартості перевезення до моделі
22 -  for i = 1:numbRout
23 -      costRout (i) = input('Введіть вартість перевезення за маршрутом, у.о. - ');
24 -  end
25 -  disp(' ');
26 -  costRout = costRout.';
27 -
28 -  % формування матриці маршрутів за перевезеннями
29 -  numbTranspR = input('Введіть кількість перевезень на маршруті: ');
30 -  for i = 1:numbRout
31 -      for j = 1:numbTranspR
32 -          matrxTranspRout(i,j) = input('перевезення за маршрутом: - ');
33 -      end
34 -  end
35 -  disp(' ');
36 -  disp('Матриця маршрутів за перевезеннями:');
37 -  matrxTranspRout = reshape(matrxTranspRout,numbRout,numbTranspR)
38 -
39 -  % формування матриці маршрутів за транспортними вузлами
40 -  numbPointR = input('Введіть кількість транспортних вузлів на маршруті: ');
41 -  for i = 1:numbRout
42 -      for j = 1:numbPointR
43 -          matrxRout(i,j) = input('транспортний вузол за маршрутом: - ');
44 -      end
45 -  end
46 -  disp(' ');
47 -  disp('Матриця маршрутів за транспортними вузлами:');
48 -  matrxRout = reshape(matrxRout,numbRout,numbPointR)
49 -
50 -  % Внесення значень вантажопотоків за транспортними вузлами
51 -  numbPoint = input('Введіть загальну кількість транспортних вузлів: ');
52 -  for i = 1:numbPoint
53 -      cargoVal (i) = input('Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - ');
54 -  end
55 -  disp(' ');
56 -  cargoVal = cargoVal.';
57 -
58 -  disp('2) Вихідні дані для розрахунку надійності транспортних вузлів');
59 -  disp(' ');
60 -
61 -  % Внесення значень періоду вивчення транспортних вузлів
62 -  for i = 1:numbPoint
63 -      stdPer (i) = input('Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - ');
64 -  end
65 -  disp(' ');
66 -  stdPer = stdPer.';
67 -
68 -  % Внесення значень періоду відновлення системи безпеки транспортних вузлів
69 -  for i = 1:numbPoint
70 -      rcvrPer (i) = input('Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - ');
71 -  end
72 -  disp(' ');
73 -  rcvrPer = rcvrPer.';
74 -
75 -  % Внесення інтенсивностей відмови
76 -  % систем забезпечення безпеки (СБЕ) транспортних вузлів
77 -  numbSecEl = input('Введіть кількість елементів системи забезпечення безпеки (СБЕ) транспортного вузла: ');
78 -  for i = 1:numbPoint
79 -      for j = 1:numbSecEl
80 -          failRateE (i,j) = input('Інтенсивність відмови елемента СБЕ за транспортним вузлом - ');
81 -      end
82 -  end
83 -  disp(' ');
84 -  disp('Інтенсивність відмов елементів СБЕ за транспортними вузлами:');
85 -  failRateE
86 -  failRateE = failRateE.';
87 -
88 -  disp('3) Вихідні дані для розрахунку аварійного ризику на маршрутах');
89 -  disp(' ');
90 -

```

```

91 - numbTransp = input('Введіть загальну кількість перевезень на маршрутах: ');
92 - disp(' ');
93 - parInc = input('Введіть кількість типів ушкодження ТЗ на маршрутах: ');
94 - disp(' ');
95 - for i = 1:numbTransp
96 -     for j = 1:parInc
97 -         numbInc(i,j) = input('Введіть кількість ушкоджень, що отримали ТЗ за типом під час перевезення - ');
98 -         end
99 -     end
100 -     disp(' ');
101 -     numbInc;
102
103 - for i = 1:numbTransp
104 -     numbVeh(i) = input('Введіть загальну кількість надзвичайних ситуацій, що потенційно можуть викликати відмову за перевезенням - ');
105 -     end
106 -     disp(' ');
107 -     numbVeh = numbVeh.';
108
109 - for i = 1:numbTransp
110 -     stdPerR(i) = input('Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - ');
111 -     end
112 -     disp(' ');
113 -     stdPerR = stdPerR.';
114
115
116 - for i = 1:numbTransp
117 -     expAs(i) = input('Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - ');
118 -     end
119 -     disp(' ');
120 -     expAs = expAs.';
121
122
123 - % РОЗРАХУНКИ
124 - disp('=====');
125 - disp('2. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ');
126 - disp(' ');
127 - rcvrInt = rcvrPer./(stdPer.*365);
128 - failRateS = sum(failRateE).';
129 - disp('1) Напряшвання на відмову, днів:');
130 - failTime = 1./failRateS
131 - disp('2) Середній час відновлення, днів:');
132 - rcvrTime = 1./rcvrInt
133 - disp('3) Коефіцієнт готовності:');
134 - Kr = failTime./(failTime + rcvrTime)
135
136 - KrT = rcvrInt./(failRateS + rcvrInt) + ((failRateS./(failRateS + rcvrInt)).^(2.721828.^(-(failRateS + rcvrInt).*fcstPer)));
137
138 - for i = 1:size(KrT,1)
139 -     for j = 1:size(KrT,2)
140 -         if KrT(i,j) < (Kr(i)+0.0001)
141 -             KrTl(i,j) = KrT(i,j);
142 -             else KrTl(i,j) = 0;
143 -             end
144 -         end
145 -     end
146 -     KrTl = KrTl.';
147
148 -     disp('4) Час перехідного процесу, дні:');
149 -     [trsP, trsPl] = find(KrTl == max(KrTl));
150 -     trsP
151
152 - for i = 1:size(KrT, 1)
153 -     plot(fcstPer(1,:), KrT(i,:), 'r', 'lineWidth', 1.5)
154 -     xlabel ('ДНІ')
155 -     ylabel ('КОЕФІЦІЄНТ ГОТОВНОСТІ')
156 -     hold on
157 -     plot(trsP(i), Kr(i), 'xk', 'lineWidth', 2, 'MarkerSize', 10)
158 -     title('функція готовності системи безпеки транспортних вузлів до роботи у будь-який момент часу T', 'fontSize', 14)
159 -     legend ('Коефіцієнт готовності T/B', 'Кінець перехідного процесу')
160 -     grid on
161 - end
162
163 - disp('=====');
164 - disp('3. РОЗРАХУНОК АВАРІЙНОГО РИЗИКУ НА МАРШРУТАХ');
165 - disp(' ');
166 - for i = 1:numbTransp
167 -     for j = 1:size(numbInc, 2)
168 -         P(i, j) = numbInc(i,j)./(numbVeh(i).*stdPerR(i));
169 -         if P(i, j) > 0
170 -             riskRout(i,j) = expAs(i).*(1 - exp(-P(i, j).*stdPerR(i)));
171 -             else
172 -                 riskRout(i,j) = (expAs(i))./parInc;
173 -             end
174 -         end
175 -     end
176 - end
177 - disp(' ');
178 - disp('Оцінка аварійного ризику перевезення: ');
179 - riskRout = riskRout.';
180 - riskRout = sum(riskRout).';
181

```

```

182 -
183 - disp('=====');
184 - disp('4. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ЗА 4-МА ПОКАЗНИКАМИ');
185 - disp('');
186 -
187 - disp('1) Показник тривалості перевезення за маршрутами (T -> min):');
188 - disp('');
189 - delTRout
190 -
191 - disp('2) Показник вартості перевезення за маршрутами (C -> min):');
192 - disp('');
193 - costRout
194 -
195 - disp('3) Порівняльний показник небезпеки маршрутів на транспортних вузлах (1-Kr -> min):');
196 - disp('');
197 - for i = 1:size(cargoVal,1)
198 -     cargoVall(i) = cargoVal(i)/sum(cargoVal);
199 - end
200 - Kr = Kr.';
201 - sftMarkP = 1 - Kr.*cargoVall;
202 - sftMarkP = sftMarkP.';
203 -
204 - y = find(sftMarkP);
205 - for i = 1:size(matrxRout, 1)
206 -     for j = 1:size(matrxRout, 2)
207 -         for k = 1:length(y)
208 -             if matrxRout(i,j) == y(k)
209 -                 sftMarkPl(i,j) = sftMarkP(k);
210 -             end
211 -         end
212 -     end
213 - end
214 - sftMarkR = sftMarkPl.';
215 - sftMarkR = (sum(sftMarkR)./numbRout).';
217 - disp('4) Показник аварійного ризику на маршрутах (R -> min):');
218 - disp('');
219 -
220 - x = find(riskRout);
221 - for i = 1:size(matrxTranspRout, 1)
222 -     for j = 1:size(matrxTranspRout, 2)
223 -         for k = 1:length(x)
224 -             if matrxTranspRout(i,j) == x(k)
225 -                 riskRouts(i,j) = riskRout(k);
226 -             end
227 -         end
228 -     end
229 - end
230 - riskRouts = riskRouts.';
231 - riskRouts = sum(riskRouts).';
232 -
233 -
234 - disp('5) Визначення оптимального маршруту:');
235 - disp('');
236 -
237 - disp('Сформована матриця абсолютних значень критеріальних показників маршрутів:');
238 - disp('');
239 -
240 - critMatrx = [delTRout costRout riskRouts sftMarkR]
241 -
242 - disp('Сформована матриця відносних значень критеріальних показників маршрутів:');
243 - disp('');
244 -
245 - for i = 1:size(critMatrx, 1)
246 -     delTRout1(i) = delTRout(i)/max(delTRout);
247 -     costRout1(i) = costRout(i)/max(costRout);
248 -     riskRouts1(i) = riskRouts(i)/max(riskRouts);
249 -     sftMarkR1(i) = sftMarkR(i)/max(sftMarkR);
250 - end
251 -
252 - critMatrx1 = [delTRout1.' costRout1.' riskRouts1.' sftMarkR1.'];
253 -
254 - disp('Критерій Лапласа:');
255 - critLapl = (sum(critMatrx1.').') ./ size(critMatrx1, 1)
256 - disp('Оптимальний маршрут за критерієм Лапласа:');
257 - [critLapl, ind1] = min(critLapl);
258 - ind1
259 -

```

```

260 - disp(' ');
261 - disp('Критерій Вальда:');
262 - critVald = max(critMatrx1.').';
263 - disp('Оптимальний маршрут за критерієм Вальда:');
264 - [lCrit, ind2] = min(critVald);
265 - ind2
266 -
267 - disp(' ');
268 - disp('Критерій Гурвіца:');
269 - a = input('Введіть коефіцієнт оптимізму = ');
270 - critGyr = (a.* max(critMatrx1.').') - (1 - a).* min(critMatrx1.').';
271 - disp('Оптимальний маршрут за критерієм Гурвіца:');
272 - [critGyr, ind3] = max(critGyr);
273 - ind3
274 -
275 - disp(' ');
276 - disp('Критерій Севіджа:');
277 - critSev = (critMatrx1.').' - min(critMatrx1.').';
278 - critSev = max(critSev.').';
279 - disp('Оптимальний маршрут за критерієм Севіджа:');
280 - [critSev, ind4] = max(critSev);
281 - ind4
282 -
283 - ind = [ind1 ind2 ind3 ind4];
284 -
285 - for i = 1:length(ind)
286 -     n = 0;
287 -     m = 1;
288 -     p = 1;
289 -     for j = 1:length(ind)
290 -         if ind(i) == ind(j)
291 -             n = n+1;
292 -         end
293 -     end
294 -     if n > m
295 -         m = n;
296 -         p = i;
297 -     end
298 - end
299 - disp(' ');
300 - disp('ОПТИМАЛЬНИЙ МАРШРУТ - ');|
301 - ind(p)
302 -

```


Результат розрахунку оптимальності мультимодального маршруту за програмним алгоритмом

```

=====
1. ФОРМУВАННЯ ВИХІДНИХ ДАНИХ МОДЕЛІ
1) Загальні вихідні дані моделі
Введіть кількість маршрутів: 3
Введіть тривалість перевезення за маршрутом, год - 15.62
Введіть тривалість перевезення за маршрутом, год - 17.4
Введіть тривалість перевезення за маршрутом, год - 17.45
Введіть вартість перевезення за маршрутом, у.о. - 4012.69
Введіть вартість перевезення за маршрутом, у.о. - 3833.55
Введіть вартість перевезення за маршрутом, у.о. - 4117.41
Введіть кількість перевезень на маршруті: 4
перевезення за маршрутом: - 1
перевезення за маршрутом: - 2
перевезення за маршрутом: - 3
перевезення за маршрутом: - 4
перевезення за маршрутом: - 5
перевезення за маршрутом: - 6
перевезення за маршрутом: - 7
перевезення за маршрутом: - 4
перевезення за маршрутом: - 8
перевезення за маршрутом: - 6
перевезення за маршрутом: - 9
перевезення за маршрутом: - 10
Матриця маршрутів за перевезеннями:
matrixTranspRout =
      1      2      3      4
      5      6      7      4
      8      6      9     10
Введіть кількість транспортних вузлів на маршруті: 4
транспортний вузол за маршрутом: - 1
транспортний вузол за маршрутом: - 2
транспортний вузол за маршрутом: - 3
транспортний вузол за маршрутом: - 4
транспортний вузол за маршрутом: - 1
транспортний вузол за маршрутом: - 6
транспортний вузол за маршрутом: - 5
транспортний вузол за маршрутом: - 4
транспортний вузол за маршрутом: - 7
транспортний вузол за маршрутом: - 6
транспортний вузол за маршрутом: - 5
транспортний вузол за маршрутом: - 8
Матриця маршрутів за транспортними вузлами:
matrixRout =
      1      2      3      4
      1      6      5      4
      7      6      5      8
Введіть загальну кількість транспортних вузлів: 8
Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - 84.962
Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - 468.985
Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - 1.786
Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - 0.19
Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - 95.234
Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - 92.573
Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - 0.296
Введіть вантажопотік за транспортним вузлом, млн тон - 21.7
2) Вихідні дані для розрахунку надійності транспортних вузлів
Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - 5
Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - 5
Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - 13
Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - 5
Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - 5
Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - 5
Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - 5
Введіть період вивчення системи транспортного вузла, роки - 5
Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - 150
Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - 150
Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - 150
Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - 150
Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - 150
Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - 150
Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - 150
Введіть значення періоду відновлення системи безпеки транспортного вузла, дні - 150

```


Продовження додатку Л

```
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 7
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 3
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 7
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 2
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 7
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 3
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 7
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 7
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 7
Введіть період дослідження аварійності за перевезенням - 2

Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.003
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.0071
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.00001
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.0071
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.003
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.0071
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.00001
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.00001
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.003
Введіть експертну оцінку ризику виникнення НС за перевезенням - 0.0071
```

=====

2. РОЗРАХУНОК НАДІЙНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ВУЗЛІВ

1) Напрацювання на відмову, днів:

failTime =

```
18.2482
17.0561
 5.5552
55.2853
25.3485
13.5190
 6.6845
22.2519
```

2) Середній час відновлення, днів:

rcvrTime =

```
12.1667
12.1667
31.6333
12.1667
12.1667
12.1667
12.1667
12.1667
```

3) Коефіцієнт готовності:

Kr =

```
0.6000
0.5837
0.1494
0.8196
0.6757
0.5263
0.3546
0.6465
```

4) Час перехідного процесу, дні:

trsP =

```
62
61
44
76
68
56
39
66
```

=====

3. РОЗРАХУНОК АВАРІЙНОГО РИЗИКУ НА МАРШРУТАХ

Оцінка аварійного ризику перевезення:

riskRout =

```
0.0018
0.0005
0.0000
0.0002
0.0018
0.0004
0.0000
0.0000
0.0018
0.0001
```

 4. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТУ ЗА 4-МА ПОКАЗНИКАМИ

1) Показник тривалості перевезення за маршрутами (T -> min):

delTRout =

15.6200
 17.4000
 17.4500

2) Показник вартості перевезення за маршрутами (C -> min):

costRout =

1.0e+03 *
 4.0127
 3.8336
 4.1174

3) Порівняльний показник небезпеки маршрутів на транспортних вузлах (1-Kr -> min):

sftMarkR =

1.1918
 1.2619
 1.2780

4) Показник аварійного ризику на маршрутах (R -> min):

riskRouts =

0.0026
 0.0024
 0.0023

5) Визначення оптимального маршруту:

Сформована матриця абсолютних значень критеріальних показників маршрутів:

critMatrx =

1.0e+03 *

0.0156	4.0127	0.0000	0.0012
0.0174	3.8336	0.0000	0.0013
0.0175	4.1174	0.0000	0.0013

Сформована матриця відносних значень критеріальних показників маршрутів:

critMatrx1 =

0.8951	0.9746	1.0000	0.9326
0.9971	0.9311	0.9522	0.9874
1.0000	1.0000	0.9055	1.0000

Критерій Лапласа:

critLapl =

1.2674
 1.2893
 1.3018

Оптимальний маршрут за критерієм Лапласа:

ind1 =

1

Критерій Вальда:

critVald =

1.0000
 0.9971
 1.0000

Оптимальний маршрут за критерієм Вальда:

ind2 =

2

```
Критерій Гурвіца:  
Введіть коефіцієнт оптимізму = 0.3  
critGyr =  
    -0.3266  
    -0.3526  
    -0.3339  
Оптимальний маршрут за критерієм Гурвіца:  
ind3 =  
    1  
Критерій Севіджа:  
critSev =  
    0.1049  
    0.0661  
    0.0945  
Оптимальний маршрут за критерієм Севіджа:  
ind4 =  
    1  
ОПТИМАЛЬНИЙ МАРШРУТ| -  
ans =  
    1
```