

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний, транспортний
(повне найменування інституту, факультету)

«Транспортні технології»
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

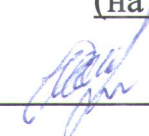
магістра
(ступінь вищої освіти)

на тему АНАЛІЗ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ПАСАЖИРІВ ЗАПОРІЗЬКОГО
МІЖНАРОДНОГО АЕРОПОРТУ

Виконала: студентка ІІ курсу, групи T-310м

Спеціальності 275 Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Транспортні технології
(на автомобільному транспорті)


Ілона СВИНЦИЦЬКА
(прізвище та ініціали)

Керівник  Олена ОСТРОГЛЯД
(прізвище та ініціали)

Рецензент  Андрій ЩЕРБИНА
(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет _____ машинобудівний, транспортний
 Кафедра _____ «Транспортні технології»
 Ступінь вищої освіти _____ магістр
 Спеціальність _____ 275 Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (код і найменування)
 Освітня програма (спеціалізація) _____ Транспортні технології
 _____ (на автомобільному транспорті)
 _____ (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

«Транспортні технології»

Сергій ТУРПАК

«05» 10 2021 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Свинцицької Ілони Олександрівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Аналіз системи доставки пасажирів Запорізького міжнародного аеропорту

керівник проєкту (роботи) Острогляд Олена Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «05» листопада 2021 р. №426

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30.11.2021 р.

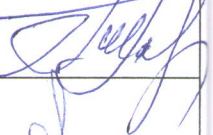
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) існуючі автобусні маршрути, добовий пасажиропотік, відстань перевезень

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. 2. Основна частина. 2.1 Розробка структури імітаційної моделі взаємодії повітряного транспорту з автомобільним та залізничним в системі обслуговування ЗМА 2.2 Удосконалена структура моделі взаємодії повітряного транспорту із залізничним та автомобільним 2.3 Дослідження процесів взаємодії повітряного, автомобільного та залізничного транспорту на імітаційній моделі 2.4 Аналіз отриманих результатів дослідження на моделі 2.5 Розрахунок параметрів автобусного маршруту

3. Економічна частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Презентація магістерської роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Аналітична частина	Острогляд О.О., доц.		
Основна частина	Острогляд О.О., доц.		
Економічна частина	Харченко Т.В., ст. викл.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Лазуткін М.І., доцент		

7. Дата видачі завдання «05» жовтня 2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	18.10-30.10	
2	Основна частина	01.11-13.11	
3	Економічна частина	15.11-20.11	
4	Охорона праці	22.11-26.11	
5	Оформлення МР	27.11-30.11	
6	Перевірка МР на плагіат	01.12-10.12	
7	Отримання зовнішніх рецензій	13.12-18.12	
8	Захист магістерських робіт	20.12-24.12	

Студент(ка)

(підпис)

Ілона СВИНЦИЦЬКА

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис)

Олена ОСТРОГЛЯД

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 77 с., 42 рис., 15 табл., 15 джерел.

АЕРОПОРТ, ПАСАЖИРОПОТІК, ЗАЛІЗНИЧНА КОЛІЯ, АВТОБУС,
МОДЕЛЬ, МАРШРУТ, РОЗКЛАД, ТРАНСПОРТ, РЕЙС, ГРАФІК, ПРОБІГ,
ЗУПИНКА, ВОКЗАЛ, ПЕРЕВІЗНИК, АВТОСТАНЦІЯ, ПЛАТФОРМА

Об'єкт дослідження – транспортна система обслуговування Запорізького міжнародного аеропорту.

Мета роботи – аналіз та розробка імітаційної моделі з удосконалення технології транспортного обслуговування Запорізького міжнародного аеропорту.

Методи дослідження – аналітичний аналіз імітаційної моделі взаємодії повітряного транспорту з автомобільним та залізничним в системі обслуговування Запорізького міжнародного аеропорту; імітаційне моделювання транспортного обслуговування, графоаналітичний розрахунок режимів роботи автобусів на маршруті №98.

В роботі виконується моделювання та аналізуються отримані результати, розробляються найбільш ефективні рекомендації з удосконалення технології транспортного обслуговування Запорізького міжнародного аеропорту.

ЗМІСТ

	с.
Завдання на проєкт.....	2
Реферат.....	4
Зміст	5
Вступ	7
1 Аналітична частина.....	8
1.1 Загальна характеристика Запорізького міжнародного аеропорту.....	8
1.2 Аналіз шляхів сполучення Запорізького міжнародного аеропорту з містом Запоріжжя та найближчими населеними пунктами.....	9
1.3 Аналіз автобусних маршрутів, які обслуговують Запорізький міжнародний аеропорт.....	13
1.4 Аналіз залізничного транспортного сполучення с позиції обслуговування Запорізького міжнародного аеропорту.....	18
1.5 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження.....	22
2 Основна частина.....	24
2.1 Розробка структури імітаційної моделі взаємодії повітряного транспорт з автомобільним та залізничним в системі обслуговування ЗМА.....	24
2.2 Удосконалена структура моделі взаємодії повітряного транспорту із залізничним та автомобільним.....	32
2.3 Дослідження процесів взаємодії повітряного, автомобільного та залізничного транспорту на імітаційній моделі.....	39
2.4 Аналіз отриманих результатів дослідження на моделі.....	44
2.5 Розрахунок параметрів автобусного маршруту.....	45
3 Економічна частина.....	51

3.1 Загальні відомості.....	51
3.2 Розрахунок тарифу на послуги пасажирського перевезення за базовим та проєктним варіантом.....	60
4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	73
Висновки	75
Перелік посилань	76

ВСТУП

Запорізький міжнародний аеропорт на сьогоднішній день є сучасним об'єктом такого типу в південно-східній частині України. Збудований нещодавно новий термінал площею понад 12 тисяч квадратних метрів входить до п'ятірки найкращих в нашій країні [1].

Злітно-посадкова смуга є бетонною, завдяки чому може приймати повітряні судна категорії 4С.

Серед авіакомпаній, які користуються послугами аеропорту, є представник Запоріжжя – «Мотор Січ».

Для виконання внутрішніх рейсів приймаються цифрові паспорти з додатку «Дія».

В зв'язку зі стрімким зростанням пасажиропотоку Запорізького аеропорту постає питання удосконалення його транспортного обслуговування міським та іншими видами транспорту.

Для цього необхідно виконати аналіз існуючої системи, виявити її слабкі та сильні сторони, з'ясувати можливі напрямки розвитку.

Магістерська робота виконується на базі кафедри «Транспортні технології», яка, на сьогоднішній день готує фахівців з транспортних технологій на залізничному, автомобільному транспорті, з наступного року планує розвивати також напрямок підготовки у сфері повітряного транспорту.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика Запорізького міжнародного аеропорту

У минулому році аеропорт забезпечив виконання понад двох тисяч рейсів, перевезено більше 300 тисяч пасажирів [1]. Навіть в умовах карантинних заходів обсяг перевезень був зменшений лише на 25%.

Аеропорт був створений у 1943 році, а вже з 1945 року розпочав виконувати регулярні цивільні рейси.

У 1965 році був створений аеровокзал, за рік до цього – збудована злітно-посадкова смуга. У наступні два десятиріччя обсяг перевезень пасажирів вимірювався 150 рейсами щодоби у межах колишнього СРСР, а на кінець його існування обслуговування зменшилось з 800 до 50 тис. людей на рік.

Новий етап розвитку припав на 2013 рік, коли було змінено форму власності Запорізького міжнародного аеропорту (далі – ЗМА) та він був переданий до місцевої територіальної громади. З цього часу зростає обсяг перевезень, оновлюється технологічне обладнання – інтроскопи та транспортер для багажу.

З 2015 року розширюється співпраця з крупними перевізниками України та світу. У наступному році було розроблено Програму розвитку летовища, ЗМА увійшов до переліку аеропортів, охоплених Державною цільовою програмою розвитку до 2023 року.

Надалі було капітально відремонтовано злітно-посадкову смугу. Рейси у західну Європу розпочались із моменту долучення у 2018 році крупного перевізника – LOT Polish Airlines. Також у цьому році додалась вітчизняна компанія SkyUp.

У цьому ж році ЗМА було отримано сертифікат відповідності міжнародному стандарту ISO 9001:2018, обсяг перевезень пасажирів сягнув позначки у 400 тисяч осіб на рік.

Останньою важливою подією у розвитку ЗМА є відкриття нового терміналу, будівництво якого тривало понад 2 роки.

ЗМА не зупиняється на досягнутому: планується збудувати аеромости, розширити перон для літаків, оновити спецтехніку, розширити сферу виконання польотів та ін.

1.2 Аналіз шляхів сполучення Запорізького міжнародного аеропорту з містом Запоріжжя та найближчими населеними пунктами

ЗМА має досить вдале розташування на території України, з огляду на актуальний на сьогоднішній час повітряний зв'язок південно-східної частини нашої країни з країнами західної Європи. На рисунку 1.1 наведено розташування найбільш потужних аеропортів України [2].



Рисунок 1.1 – Розташування найбільш потужних аеропортів України

Розглянемо розташування ЗМА на карті України (рисунок 1.2).

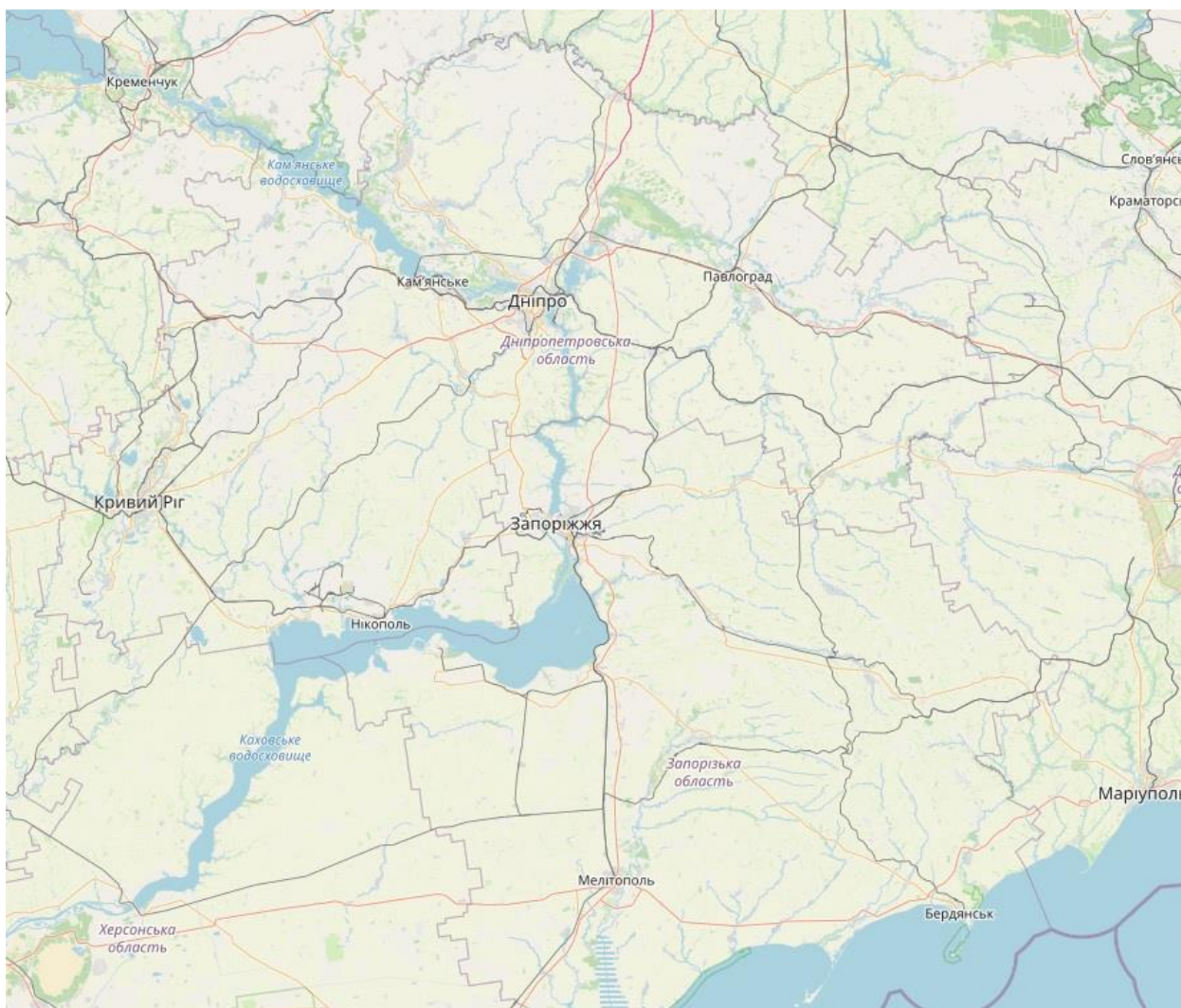


Рисунок 1.2 – Розташування ЗМА на карті України

З аналізу розташування міст та аеропортів на рисунках 1.1 та 1.2 можна зробити висновок щодо території обслуговування ЗМА, яка менш приваблива для аеропортів-конкурентів.

З півночі ця територія обмежується містом Дніпро, для лівобережної частини цього міста ЗМА навіть може бути більш привабливим.

Центр України знаходиться у приблизно рівнозначній віддаленості від крупних аеропортів; враховуючі автомобільні та залізничні шляхи сполучення, а також ситуацію з розташування аеропорту Дніпра на правому березі р. Дніпро, а Запоріжжя – на лівому, можна вважати місто Кривий Ріг межею очевидної привабливості ЗМА на заході.

З півдня та сходу вся територія є досить привабливою з огляду на користування послугами саме ЗМА.

Перелік достатньо крупних населених міст цієї території:

- Мелітополь;
- Бердянськ;
- Марганець;
- Нікополь;
- Токмак;
- Енергодар;
- Павлоград;
- Маріуполь.

Ці міста з'єднуються з містом Запоріжжя розвиненим залізничним та автомобільним сполученнями.

Сам ЗМА розташований безпосередньо поблизу траси Запоріжжя-Донецьк та залізничної лінії. Але, незважаючи на це факт, прямого виходу на ці лінії аеропорт не має.

Були цікаві пропозиції створення залізничної платформи для приміських поїздів та автобусної зупинки на трасі Запоріжжя-Донецьк (рисунки 1.3) навпроти ЗМА [3], проект руху рейкового автобусу «Дніпробуд-2» - ЗМА, який би поєднав обидві береги Дніпра без «пробок» та заторів [4]. Однак до реалізації таких планів діло поки що не дійшло, петиції авторів не набрали достатньої кількості голосів для розгляду. Крім того, це – достатньо коштовні проекти.



Рисунок 1.3 – Проєкт створення залізничної платформи для приміських поїздів та автобусної зупинки на трасі Запоріжжя-Донецьк

Загальна довжина маршруту рейкового автобусу «Дніпробуд-2» - аеропорт «Запоріжжя» за другим з вищезазначених проєктів – 34 км. На цьому маршруті передбачено 13 станцій зі стоянкою на кожній з них – 1 хвилину.

Розрахунковий час на шляху від станції: «Дніпробуд-2» до станції «Аеропорт «Запоріжжя» за цим проєктом – 1 година 10 хвилин:

- «Залізнична станція «Дніпробуд-2»;
- «Станція 166 км» (час у дорозі - 5 хв.);
- «Станція 168 км» (час у дорозі - 10 хв.);
- «Залізнична станція «Запорізька січ» (час у дорозі - 15 хв.);
- «Станція 172 км» (час у дорозі - 20 хв.);

- «Станція 174 км» (час у дорозі - 23 хв.);
- «Залізнична станція ім. Анатолія Алімова» (час у дорозі - 27 хв.);
- «Залізнична станція «Запоріжжя-2» (час у дорозі - 38 хв.);
- «Залізнична станція «Запоріжжя-1» (час у дорозі - 45 хв.) ;
- «Залізнична станція «Мотор» (час у дорозі - 52 хв.);
- «Залізнична станція «Іскра» (час у дорозі - 55 хв.);
- «Залізнична станція «Запоріжжя-Вантажне» (час руху - 1 год. 2 хв.);
- «Залізнична станція «Аеропорт «Запоріжжя» (час руху - 1 год. 10 хв.).

Очевидною є необхідність більш детальної пророблення усіх можливих проєктів із порівнянням їх економічних та соціальних показників.

1.3 Аналіз автобусних маршрутів, які обслуговують Запорізький міжнародний аеропорт

ЗМА обслуговують міські автобуси маршрутів №№ 4, 35, 37, 98. Останній з цього списку – розпочав свою роботу у 2020 році, це – муніципальний маршрут, який поєднує аеропорт з Шевченківським районом міста, автостанцією №1 (автовокзалом), залізничним вокзалом станції Запоріжжя I та з третім Південним мікрорайоном міста [5].

Схема маршрутного таксі №4 представлена на рисунку 1.4. Характеристики маршруту:

- довжина – 19,4 км;
- інтервал руху – 10-20 хв.;
- режим роботи – щоденний;
- час роботи – з 5:30 до 22:00;
- перевізник – «Запорізькі автомобільні лінії».

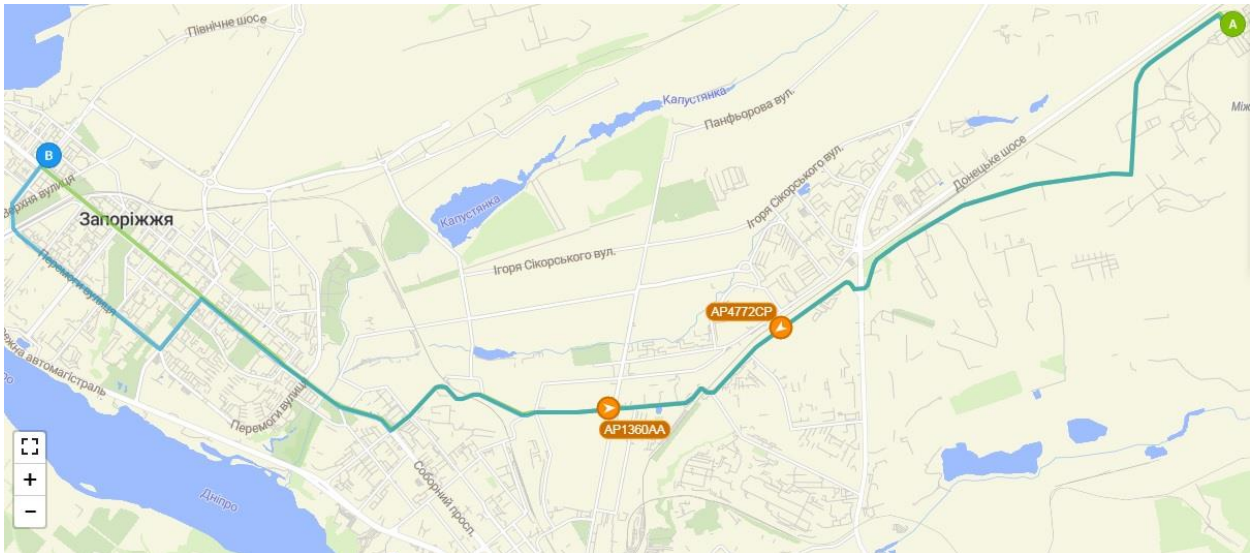


Рисунок 1.4 – Схема маршрутного таксі №4

Маршрут №4 пов'язує аеропорт із проспектом Металургів, де зручно можна здійснити пересадку на транспорт до районів правого берегу міста Запоріжжя. Маршрут створений як найкоротше з'єднання аеропорту через проспект Соборний (центральною автомобільною артерією міста) з кінцевою зупинкою поблизу пунктів пересадки до декількох інших районів.

Схема маршрутного таксі №35 представлена на рисунку 1.5. Характеристики маршруту:

- довжина – 19,44 км;
- інтервал руху – 30-45 хв.;
- режим роботи – щоденний;
- час роботи – з 6:00 до 19:00;
- перевізник – «Запорізькі автомобільні лінії».

Маршрут пролягає від ЗМА вздовж східної частини міста Запоріжжя, проходячи через південно-східну частину Шевченківського району та закінчується у Космічному мікрорайоні (вулиця Олімпійська).

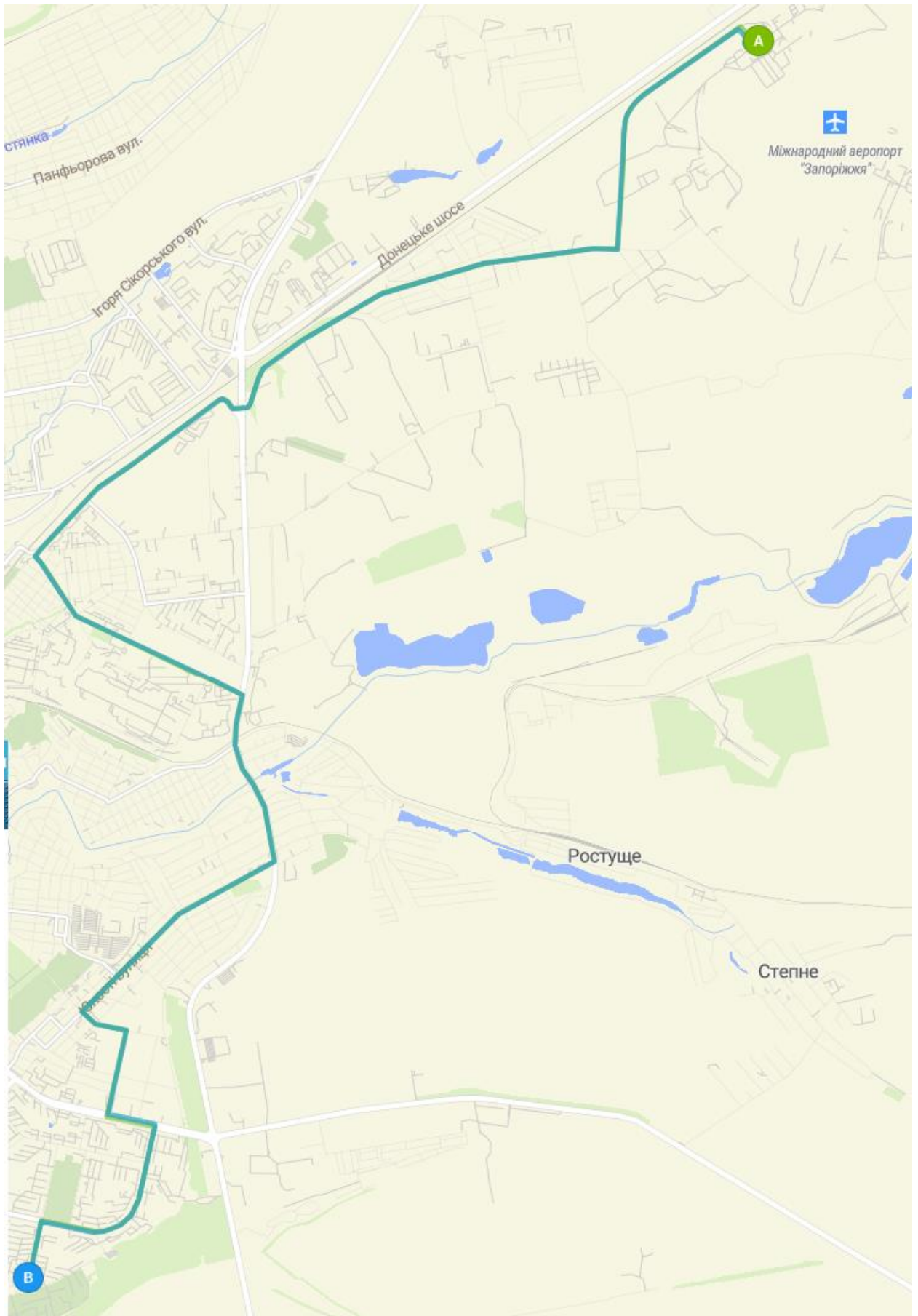


Рисунок 1.5 - Схема маршрутного таксі №35

Схема маршрутного таксі №37 представлена на рисунку 1.6.

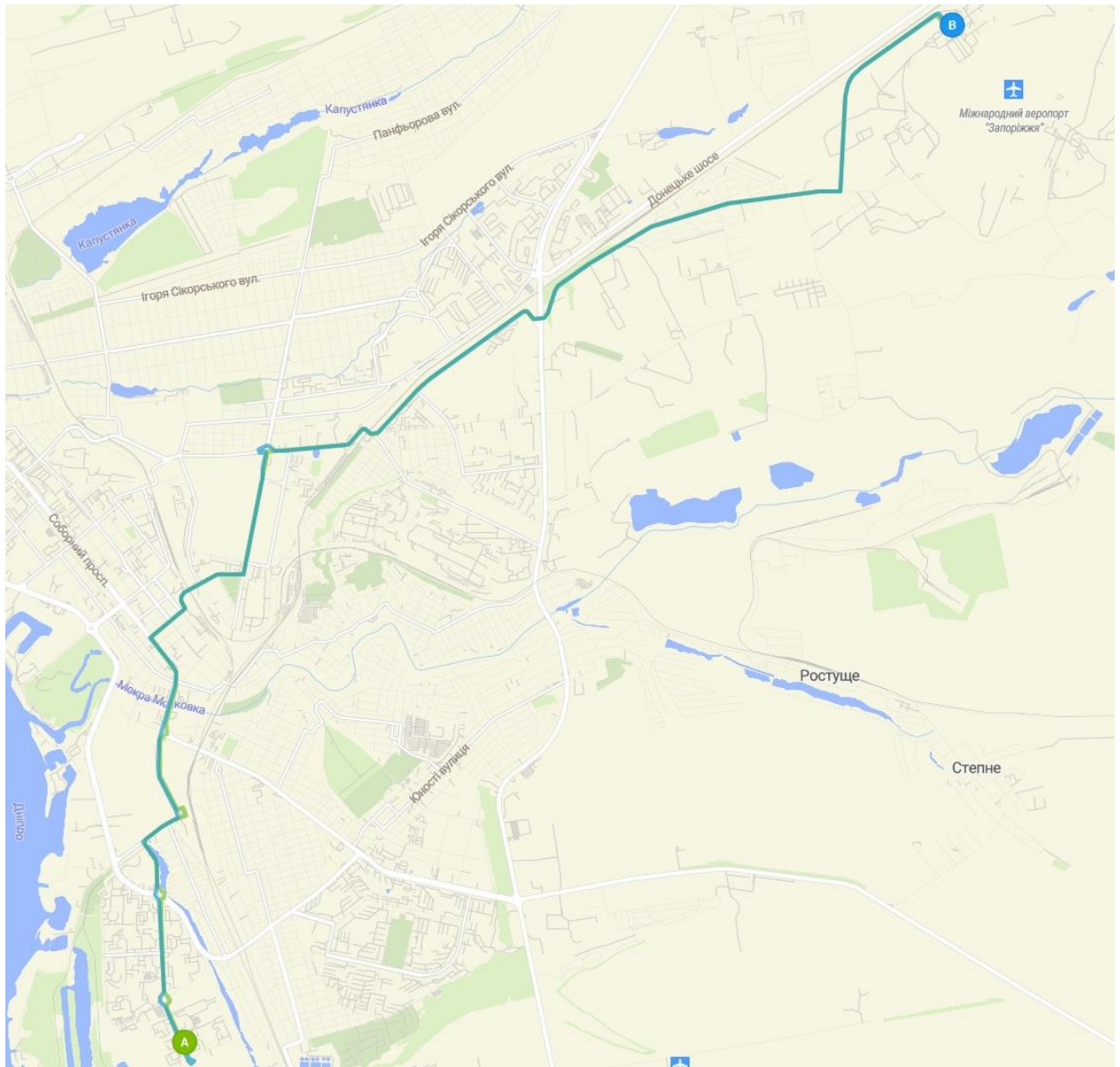


Рисунок 1.6 – Схема маршрутного таксі №37

Характеристики маршруту:

- довжина – 19,11 км;
- інтервал руху – 15-35 хв.;
- режим роботи – щоденний;
- час роботи – з 6:00 до 21:00;
- перевізник – «Запорізькі автомобільні лінії».

Перша половина маршруту від аеропорту – повторює таку ж частину маршруту №4, а далі – маршрут спрямовується не до правого берегу, а до Південного мікрорайону міста Запоріжжя, завершуючись на його окраїні. Цей маршрут проходить через центральний автовокзал та залізничний вокзал Запоріжжя І.

Маршрут №98 – є комбінацією маршруту №4 від аеропорту до проспекту Соборного та схожою частиною маршруту №37 – від проспекту Соборного до Південного мікрорайону, відрізняючись схемою руху в межах останнього (рисунок 1.7).

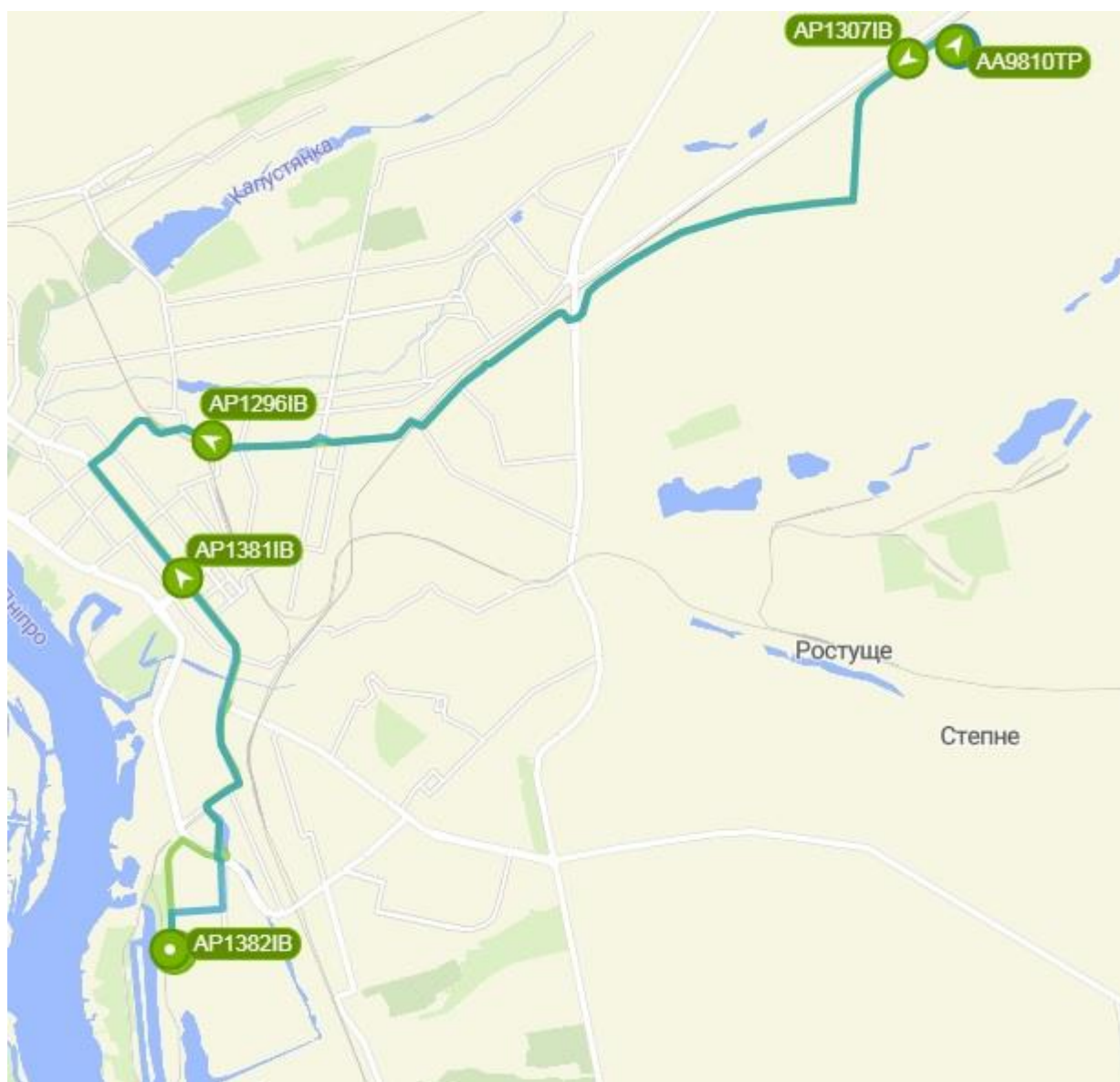


Рисунок 1.7 – Схема маршруту №98

Характеристики маршруту №98:

- довжина – 21,98 км;
- інтервал руху – 4-29 хв.;
- режим роботи – щоденний;
- час роботи – з 5:41 до 00:43;
- перевізник – КП «Запоріжелектротранс».

З огляду на існуючі автобусні маршрути, переміщення пасажирів до правобережної частини міста та прилягаючих до неї міст та селищ області міським транспортом не виглядає достатньо комфортним.

1.4 Аналіз залізничного транспортного сполучення с позиції обслуговування Запорізького міжнародного аеропорту

З огляду на наявні петиції щодо пропозицій по транспортному обслуговуванню ЗМА, формується певна концепція розвитку транспортної системи міста в цьому напрямку.

Дійсно, наявність шляхів залізничного сполучення у безпосередньої близькості до аеропорту (близько 250 метрів) спонукає щодо використання цієї переваги перед іншими аналогічними об'єктами. Тим паче, у аеропорту міста Бориспіль у 2018 році реалізовано подібну систему доставки пасажирів [6].

Зростання обсягів перевезень пасажирів теж актуалізує питання розвитку системи взаємодії повітряного транспорту з наземними видами (залізничним, автомобільним). Наразі це питання менш актуальне через зниження обсягів перевезень повітряним транспортом по усьому світові через карантинні обмеження. Але, в перспективі, результати досліджень в цій області транспортних технологій можуть стати у нагоді.

На рисунку 1.8 наведено схему зон приміського залізничного сполучення по місту Запоріжжя.



Рисунок 1.8 – Схема зон приміського залізничного сполучення по місту Запоріжжя

Якщо розглянути можливість розширення сфери залізничного транспорту, слід звернути увагу на наступні особливості його інфраструктури в місті Запоріжжя.

З рисунку 1.8 можна побачити, що до правобережної частини міста веде лише один напрямок – до станції Нікополь.

Починаючи з Вільнянська, цей напрямок суттєво відхиляється від ЗМА, відповідно збільшується відстань до залізничної лінії. Зі станції Синельникове відправляється лише три приміські потяги [7], які досягають лише станції Запоріжжя-2 та дають можливість пересадки на приміські поїзди до станції Нікополь (рисунок 1.9).

beta

Розклад руху приміських поїздів між СТАНЦІЯМИ \ РЕГІОНАМИ

Відправлення:

Синельникове-1

Станція | ДН-1/Придн. | Дніпропетровська область » Синельникове

Прибуття:

Нікополь

Станція | ДН-2/Придн. | Дніпропетровська область » Нікополь

Всі дні

На дату

Показати

Прямі потяги			Синельникове Україна » Дніпропетровська область			Нікополь Україна » Дніпропетровська область			Час в дорозі	Термін дії		
№	Обіг	Маршрут прямування	приб.	Зупинка	відпр.	приб.	Зупинка	відпр.		км	з	по
Не знайдено маршрутів за вказаними параметрами												

Маршрути з пересадкою

Натисніть на час прибуття чи відправлення щоб передивитись маршрут детально - в якості окремого напрямку

Потяг		Синельникове Україна » Дніпропетровська область			Запоріжжя Україна » Запорізька область			Нікополь Україна » Дніпропетровська область			Потяг		Час в дорозі та км
Маршрут прямування	№ Обіг	приб.	Зупинка	відпр.	приб.	Пересадка	відпр.	приб.	Зупинка	відпр.	№ Обіг	Маршрут прямування	
Синельникове-1 – Запоріжжя-2	6583 ² щоденно	–	Синельникове-1	04:35	06:45	Запоріжжя-2	09:24	11:57	Нікополь	–	6491 щоденно	Запоріжжя-2 – Нікополь	7:22 149.1
Синельникове-1 – Запоріжжя-2	6545/6546 ¹ щоденно	–	Синельникове-1	08:30	10:35	Запоріжжя-2	17:19	19:40	Нікополь	–	6495 щоденно	Запоріжжя-2 – Нікополь	11:10 150.2
Синельникове-1 – Запоріжжя-2	6585 ² щоденно	–	Синельникове-1	15:15	17:11	Запоріжжя-2	17:19	19:40	Нікополь	–	6495 щоденно	Запоріжжя-2 – Нікополь	4:25 149.1

Рисунок 1.9 – Рух поїздів за напрямком
станція Синельникове-1 – станція Нікополь

Прямий шлях від аеропорту навіть до станції Вільнянськ відсутній, маршрут руху є лише з виїздом до перетину трас Харків-Сімферополь та Запоріжжя-Донецьк, його довжина – понад 24 км – за існуючих умов унеможливорює можливість розгляду включення Вільнянську до системи транспортного обслуговування аеропорту.

Лінія, яка проходить поблизу ЗМА, дає можливість руху через станцію Запоріжжя I, але порівняно незначна відстань до станції від аеропорту (13 км) та наявність двох автобусних маршрутів з достатньо високою інтенсивністю руху, створюють достатньо комфортні умови доставки до неї.

Проте, розглядаючи рух приміських поїздів по станції Запоріжжя-2, можна відмітити певні позитивні можливості використання цієї станції для системи обслуговування ЗМА.

На рисунку 1.10 наведено розклад руху приміських поїздів по даній станції [7].

ст. Запоріжжя-2  Запоріжжя / Запорізька область					Термін дії	
№	Обіг	Маршрут прямування	приб.	відпр.	з	по
6909/6907 ²	по пт., нд. 	Запоріжжя-2 – Сиваш	–	04:45	2021-02-02	2021-12-11
6909/6907 ²	крім пт., нд. 	Запоріжжя-2 – Новоолексіївка	–	04:45	2021-02-01	2021-12-11
6841 ²	щоденно 	Пологи – Запоріжжя-2	06:40	–	2021-03-28	2021-12-11
6583 ²	щоденно 	Синельникове-1 – Запоріжжя-2	06:45	–	2021-03-28	2021-12-11
6508/6507 ¹	щоденно 	Канцерівка – Мелітополь	07:21	07:26	2021-10-31	2021-12-11
6510	по сб., нд. 	Мелітополь – Запоріжжя-2	07:25	–	2021-10-31	2021-12-11
6510	крім сб., нд. 	Мелітополь – Запоріжжя-Ліве	07:25	07:27	2021-10-31	2021-12-11
6492	щоденно 	Нікополь – Запоріжжя-2	08:38	–	2020-12-13	2021-12-11
6586	щоденно 	Запоріжжя-2 – Синельникове-1	–	08:55	2021-10-31	2021-12-11
6554	щоденно 	Мелітополь – Запоріжжя-2	09:04	–	2021-10-31	2021-12-11
6556/6554	щоденно 	Новоолексіївка – Запоріжжя-2	09:08	–	2021-07-21	2021-12-11
6844	щоденно 	Запоріжжя-2 – Пологи	–	09:10	2020-12-13	2021-12-11
6491	щоденно 	Запоріжжя-2 – Нікополь	–	09:24	2021-07-21	2021-12-11
6545/6546 ¹	щоденно 	Синельникове-1 – Запоріжжя-2	10:35	–	2021-09-11	2021-12-11
6516	щоденно 	Мелітополь – Запоріжжя-2	14:40	–	2020-12-13	2021-12-11
6915	щоденно 	Запоріжжя-2 – Мелітополь	–	15:44	2021-10-31	2021-12-11
6915/6919	щоденно 	Запоріжжя-2 – Новоолексіївка	–	15:44	2021-10-31	2021-12-11
6585 ²	щоденно 	Синельникове-1 – Запоріжжя-2	17:11	–	2020-05-18	2021-12-19
6495	щоденно 	Запоріжжя-2 – Нікополь	–	17:19	2020-12-13	2021-12-11
6521	щоденно 	Запоріжжя-2 – Мелітополь	–	17:30	2020-12-13	2021-12-11
6849	щоденно 	Пологи – Запоріжжя-2	18:48	–	2020-12-13	2021-12-11
6496	щоденно 	Нікополь – Запоріжжя-2	19:40	–	2021-07-20	2021-12-11
6910	щоденно 	Мелітополь – Запоріжжя-2	20:07	–	2021-10-31	2021-12-11
6908/6910	по пт., нд. 	Сиваш – Запоріжжя-2	20:08	–	2021-10-31	2021-12-11
6908/6910	крім пт., нд. 	Новоолексіївка – Запоріжжя-2	20:08	–	2021-10-31	2021-12-11
6527	щоденно 	Запоріжжя-2 – Пришиб	20:29	20:35	2020-12-13	2021-12-11
6582 ¹	щоденно 	Запоріжжя-2 – Синельникове-1	–	20:30	2021-11-01	2021-12-11
6852	щоденно 	Запоріжжя-1 – Пологи	20:58	21:18	2021-07-02	2021-12-11

Рисунок 1.10 – Розклад руху поїздів по станції Запоріжжя-2

Наявність понад 10 поїздів з прибуття та відправлення дає підстави щодо роздумів над використанням цієї станції (два поїзди обертаються по Нікопольському напрямку).

Але всі існуючі автобусні маршрути, які обслуговують аеропорт, проходять відносно недалеко (1,5-2 км), але повз станцію, до якої є якісні автомобільні під'їзди.

1.5 Недоліки існуючого положення та постановка задач дослідження

В ході виконання аналітичної частини виявлені наступні недоліки існуючої системи транспортного обслуговування Запорізького міжнародного аеропорту:

- існуюча система доставки пасажирів, незважаючи на близько розташовані автомобільний шлях високої пропускної спроможності (траса Запоріжжя-Донецьк) та залізничну колію «Укрзалізниці», використовує лише тупикову в місці розташування ЗМА автомобільну дорогу місцевого значення;

- не зважаючи на потенціал аеропорту щодо можливості зростання пасажиропотоку, який стримується тимчасовими карантинними заходами, зміни інфраструктури, яка призначена для обслуговування ЗМА, не плануються (проблеми вирішені створенням додаткового автобусного маршруту, що, очевидно, є тимчасовим результатом);

- наявні петиції, які підтримані певною кількістю мешканців Запоріжжя, та, хоча й не набрали потрібної кількості голосів для розгляду, звертають увагу щодо необхідності формування комплексного підходу до вирішення задачі транспортного обслуговування ЗМА з огляду на перспективи його розвитку.

Для усунення цих недоліків пропонується:

- розробити імітаційну модель взаємодії повітряного транспорту з автомобільним та залізничним в системі обслуговування ЗМА;
- проаналізувати перспективні можливості залучення залізничного транспорту, як більш потужного, ніж автомобільний, для транспортного обслуговування аеропорту;
- виконати моделювання та проаналізувати отримані результати, розробити найбільш ефективні рекомендації з удосконалення технології транспортного обслуговування ЗМА.

2 ОСНОВНА ЧАСТИНА

2.1 Розробка структури імітаційної моделі взаємодії повітряного транспорту з автомобільним та залізничним в системі обслуговування ЗМА

Для розробки моделі може бути використана програма «Енілоджік». Основу моделі, вочевидь, буде складати система міського автомобільного транспорту, оскільки інших діючих систем в районі аеропорту немає.

З досліджень кафедри «Транспортні технології», виконаних у 2021 році, відомо, що значна частка перевезень виконується громадським транспортом (60% від загального).

В аналітичній частині були проаналізовані діючі автобусні маршрути, та в проєкті пропонується скорегувати рух одного з них таким чином, щоб встановити для пасажирів можливість автомобільно-залізничного сполучення не тільки через станцію Запоріжжя I, а також – через станцію Запоріжжя-2.

Саме через останню здійснюється рух залізничного транспорту до правобережної частини міста Запоріжжя та області. Але, на сьогодні, всі існуючі автобусні маршрути оминають цю станцію.

Як приклад, розглянемо можливість зміни маршруту №98. За схемою транспортної мережі автомобільних доріг міста Запоріжжя, найкращім рішенням було б здійснити рух не по з'єднанню вулиць Іванова та Стефанова, а через ділянку вулиця Іванова – вулиця Фортечна – вулиця Костянтина Великого – вулиця Дніпровська, а далі – за існуючою схемою маршруту руху по проспекту Соборному.

Але, с точки зору безпеки дорожнього руху, небезпечними є місце перетину вулиці Стефанова при здійсненні повороту з вулиці Іванова та район під залізничним мостом на вулиці Фортечна (рисунок 2.1).

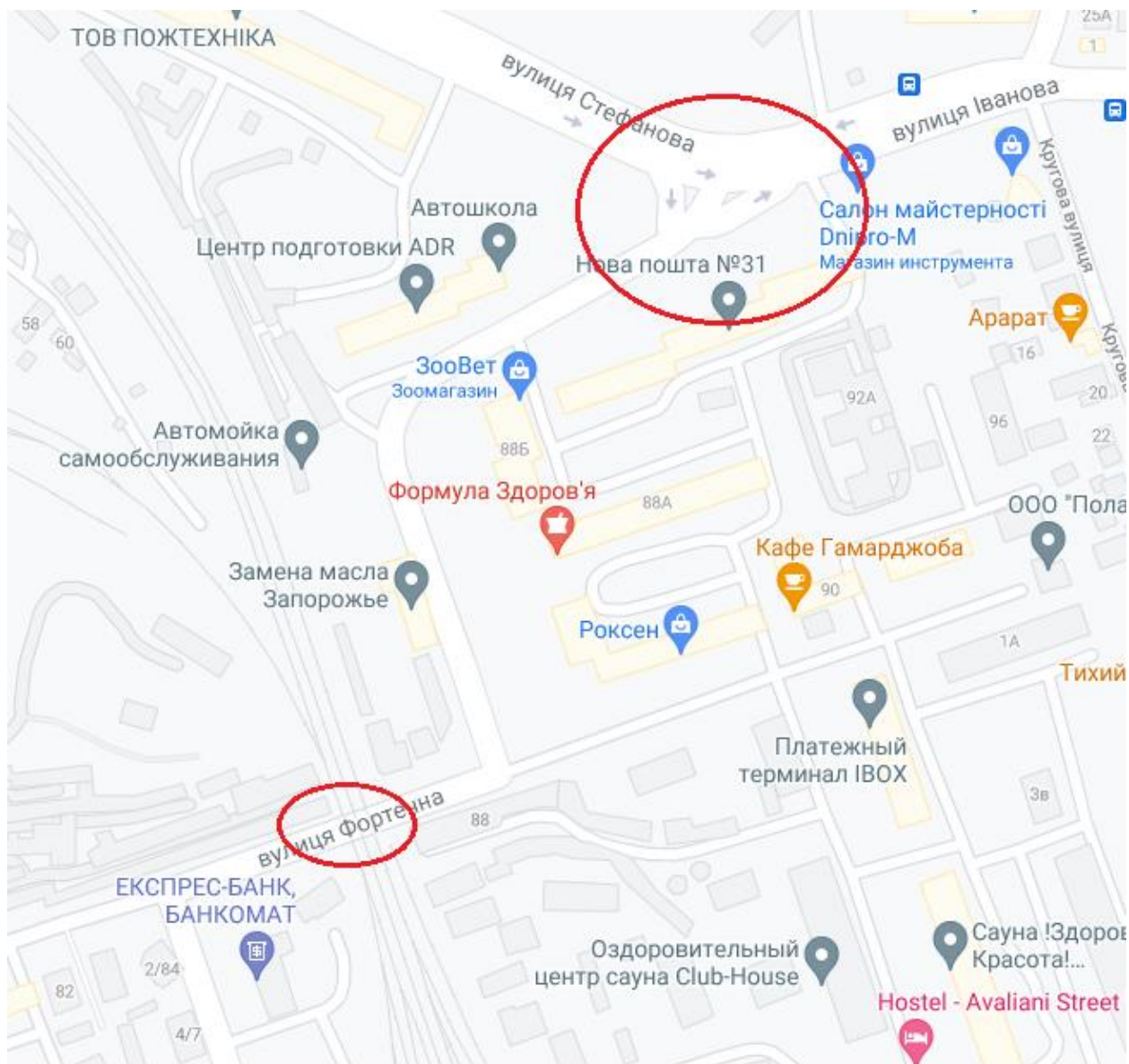


Рисунок 2.1 – Розгляд небезпечних місць при зміні маршруту руху

Тому пропонується змінити рух по маршруту від вулиці Іванова – проспект Моторобудівників – вулиця Червона – вулиця Залізнична – вулиця Троїцька – вулиця Гоголя – вулиця Дніпровська – станція Запоріжжя-2.

Тож схема транспортної мережі в імітаційній моделі виглядає наступним чином (рисунок 2.2).

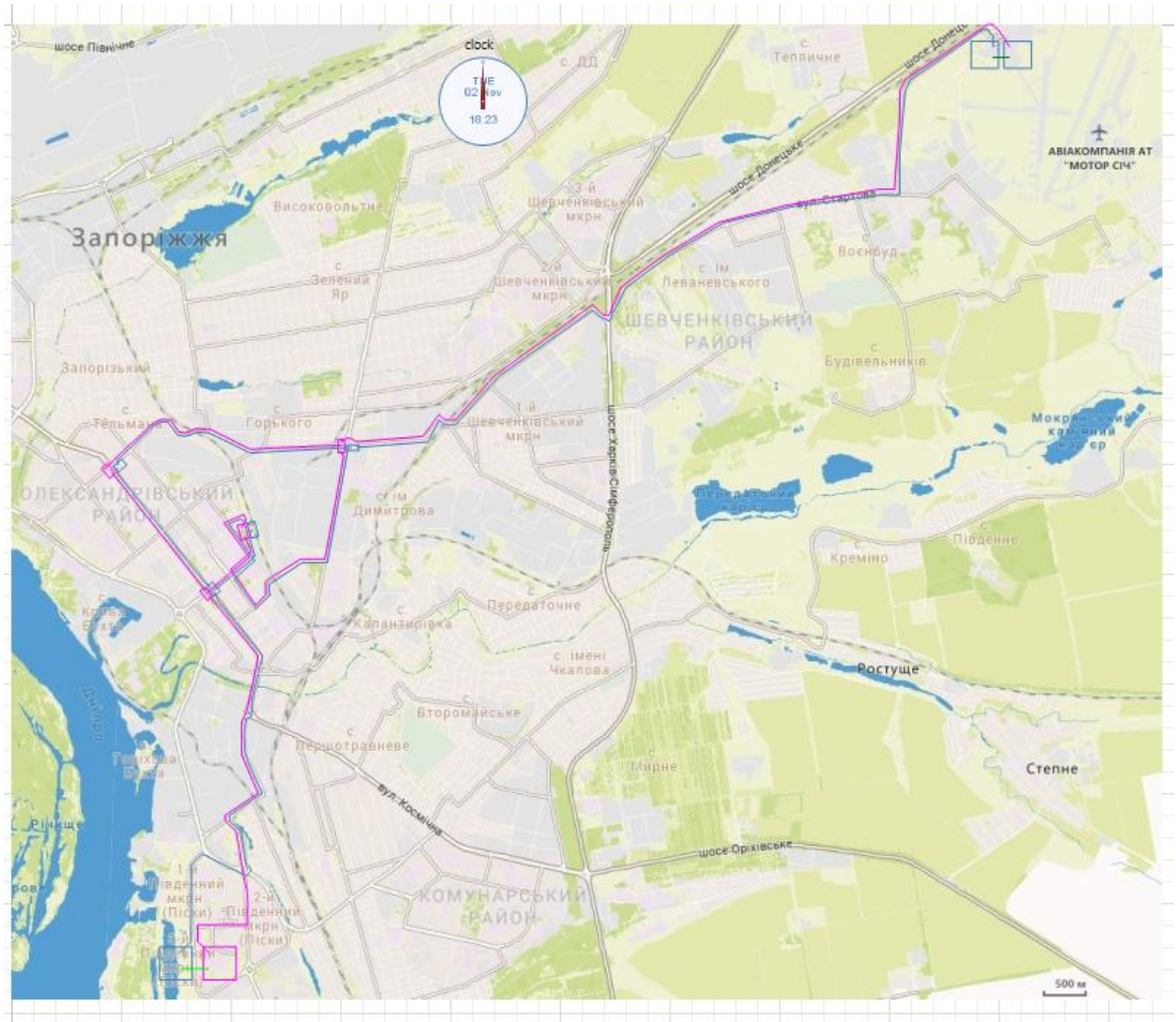


Рисунок 2.2 – Схема транспортної мережі в імітаційній моделі

Для можливості порівняльного аналізу існуючої та діючої схеми автобусного маршруту руху передбачаємо можливість їх «переключення» (рисунок 2.3) – квадрати синього та рожевого кольору.

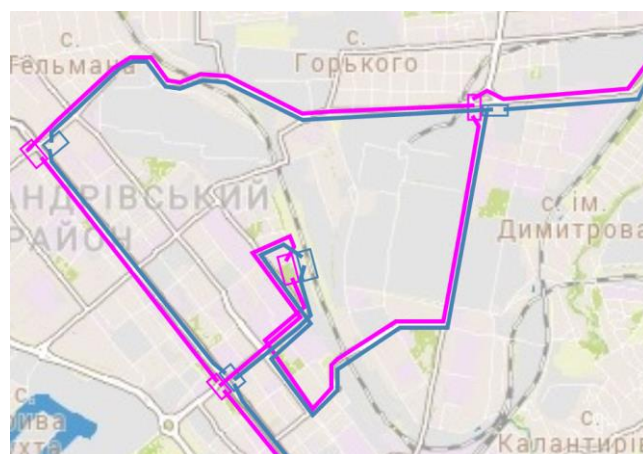


Рисунок 2.3 – Місця переходу на різні варіанти маршруту руху

Створюємо у першому наближенні імітаційну модель, у якій замовлення – це є заявка на перевезення за визначеним графіком, яка захоплює ресурс – автобус, який за логікою моделі, здійснить переміщення замовлення до кінцевого пункту.

Для виконання перевезень з аеропорту до кінцевої зупинки знадобиться наступний блок управління (рисунок 2.4).

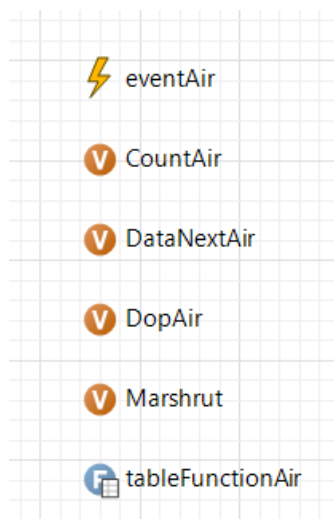


Рисунок 2.4 – Блок управління перевезеннями з аеропорту до Південного району міста Запоріжжя

Першим елементом блоку управління є елемент типу «подія». Його параметри наведені на рисунку 2.5.

eventAir - Событие

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне ☒ На презентации

Тип события: Режим:

Время первого срабатывания (абсолютное) ☒ ☐

Период:

Действие:

```
sourceAir.inject(1);
DopAir=0;
CountAir=CountAir+1;
if (CountAir>=30) {CountAir=1; DataNextAir=DataNextAir+1; DopAir=109; StopPivd.setBlocked(false);}
```

Рисунок 2.5 – Елемент EventAir

Тип події – «за таймаутом», режим – «циклічний», перша дія – відбувається у час, визначений табличною функцією `tableFunctionAir`, яка буде розглянута нижче.

Перелік дій:

- генерація замовлення на перевезення (`sourceAir.inject(1)`);
- присвоєння значення змінній, яка визначає додатковий час до переходу на початок нового робочого дня: `DopAir=0`;
- присвоєння змінній `CountAir`, яка визначає наступний час появи замовлення наступного значення з табличної функції `tableFunctionAir`, за виразом `CountAir=CountAir+1`;
- виконання переліку дій у разі надходження останнього на день замовлення за графіком: змінна `CountAir` встановлюється на початкове для наступного дня значення (`CountAir=1`) з табличної функції `tableFunctionAir`; фіксується номер чергового наступного дня `DataNextAir=DataNextAir+1`; визначається додатковий час з моменту останнього замовлення до наступного першого – `DopAir=109`; розблоковується рух автобусів зустрічного напрямку `StopPivd.setBlocked(false)`.

Остання умова обумовлена такими технічними особливостями використання програми Енілоджік. Ресурси захоплюються замовленнями, які з'являються в моделі. У разі, якщо ресурси є вільними в певний проміжок часу на кінцевому пункті транспортної мережі моделі, а замовлення з'явилося в початковому пункті – воно може захопити цей вільний ресурс. В результаті ресурс фактично повертається до пункту знаходження замовлення, тобто фактично – виконує повний холостий пробіг. Для цього в моделі передбачено блокування процесу вивільнення ресурсів до появи замовлень саме в зоні їх розташування.

Іншого виходу з позицій звичайного користувача програми немає.

Загальний вигляд логіки програми представлений на рисунку 2.6.

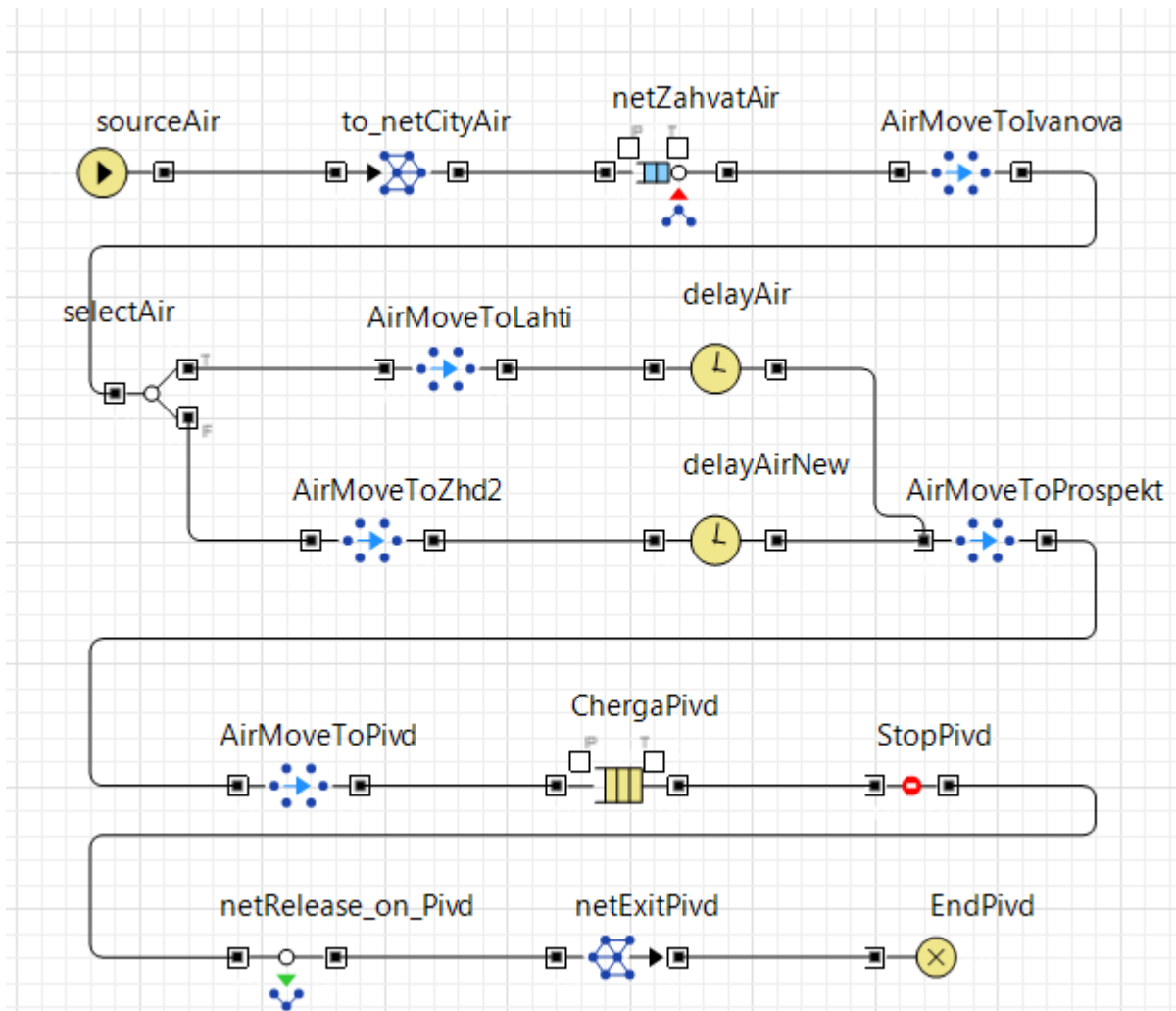


Рисунок 2.6 – Логіка програми

Елемент програми sourceAir (рисунок 2.7) відповідає за створення замовлень. Управління цим елементом здійснює об'єкт EventAir.

Имя:	sourceAir	☒ Отображать имя	☐ Исключить
Тип:	Source<T extends Entity>	Класс заявки:	Entity
Пакет:	om.xj.anylogic.libraries.enterprise		
Заявки прибывают согласно		☐ Интенсивности	☐ Времени межд
Ограниченное количество прибытий		☐	
Новая заявка ^D	new EntityStats(time())		
Действие при выходе ^D	StopAir.setBlocked(false)		

Рисунок 2.7 – Елемент sourceAir

Наступний елемент `to_netCityAir` вводить замовлення до транспортної мережі моделі. Елемент `netZahvatAir` приєднує ресурс до замовлення, за допомогою якого вона рухається за маршрутом, прокладеним у транспортній мережі.

Наступний елемент `AirMoveToIvanova` здійснює просування замовлення, рух якого забезпечується ресурсом, до наступного пункту.

За допомогою елементу `selectAir` встановлюється наступний ланцюг просування замовлення (рисунок 2.8).

Имя:	selectAir	☒ Отображать и
Тип:	SelectOutput<T extends Entity>	Кл
Пакет:	om.xj.anylogic.libraries.enterprise	
Выход true выбирается	☒ При выполнении усл	
Условие ^D	Marshrut == 1	
Действие при входе ^D		
Действие при выходе (true) ^D		
Действие при выходе (false) ^D		
Количество:		

Рисунок 2.8 – Елемент `selectAir`

Подальше просування замовлення здійснюється в залежності від встановленого дослідником (змінна `Marshrut`) згідно логіки, показаної на рисунку 2.9.

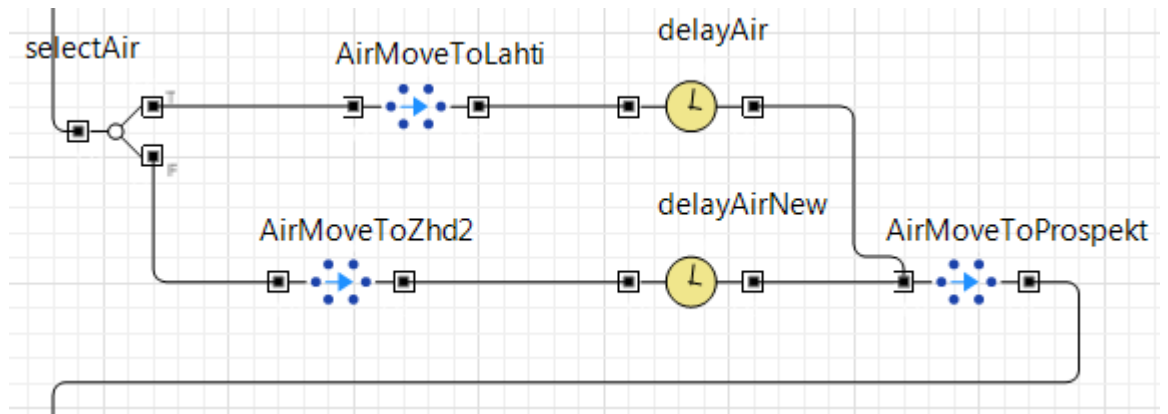


Рисунок 2.9 – Рух по різних варіантах транспортної мережі

Елементи затримки delay здійснюють затримку замовлень відповідно до реального характеру руху транспортних засобів через «пробки». На рисунку 2.10 показані реальні ситуації щодо руху транспортних засобів в районі перетинання вулиці Української та проспекту Соборного.

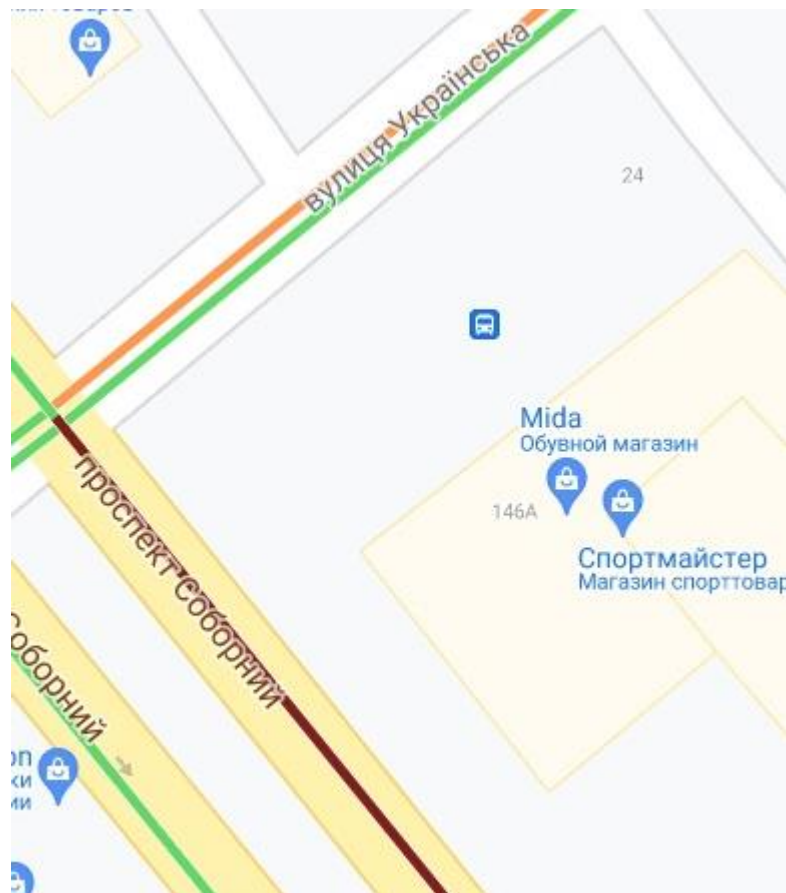


Рисунок 2.10 – Затримки руху транспортних засобів в районі перетинання вулиці Української та проспекту Соборного (темний колір)

Аналіз фактичного руху автобусів через сайт ewau.in.ua показує суттєву затримку у час пік автобусів на існуючому маршруті у порівнянні з запропонованим.

Тож приймаємо запропоновані зміни для подальшого дослідження. Структура програми потребує суттєвої принципової зміни через наступні недоліки:

- ресурси, які вивільняються у кінцевих пунктах маршруту, можуть бути захопленими будь-якими заявками, що призводить до холостих пробігів до місця знаходження цих замовлень, навіть тих, які розташовані на протилежному пункті мережі (що не відповідає реальному процесу);

- штучне затримання ресурсів в кінцевих пунктах до появи в них «своїх» замовлень виправляє вищезазначену ситуацію, але спотворює статистичну інформацію о вільності/зайнятості ресурсів [8;910].

Тож змінюємо структуру, не використовуючи ресурси взагалі.

2.2 Удосконалена структура моделі взаємодії повітряного транспорту із залізничним та автомобільним

Враховуючи складнощі створення імітаційної моделі максимально наближеного до реальності рівня та можливі прорахунки, які призведуть до необхідності докорінного її змінення, доцільним є обмежитись такою концептуальною моделлю взаємодії повітряного транспорту із залізничним та автомобільним (рисунок 2.11).

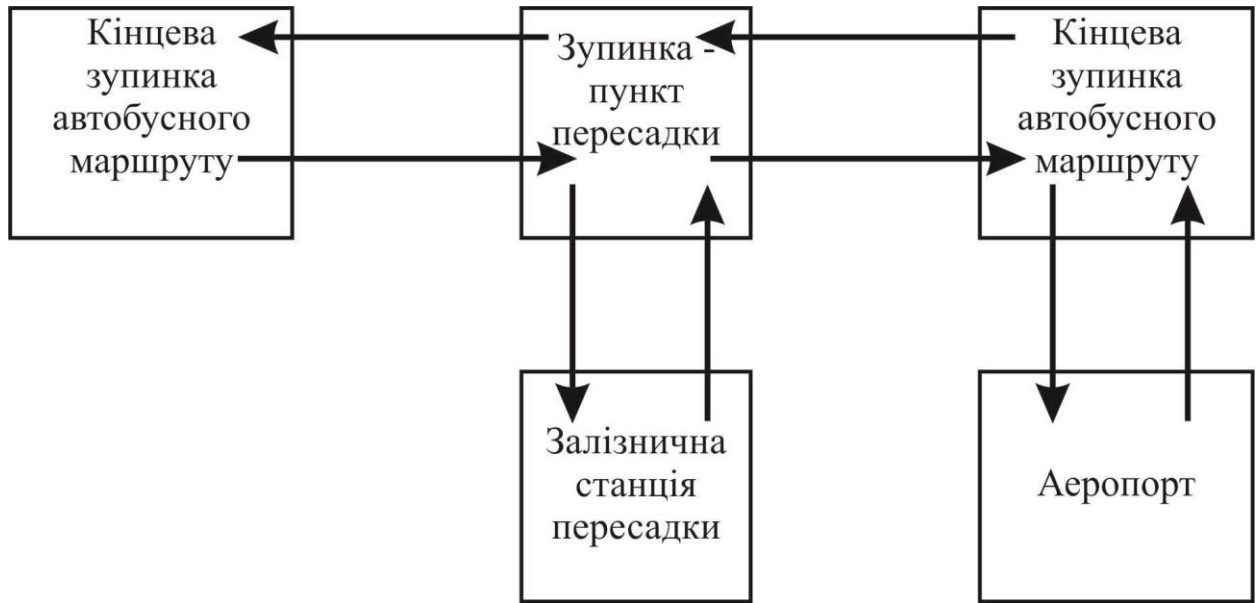


Рисунок 2.11 – Концептуальна модель взаємодії повітряного транспорту із залізничним та автомобільним

Доповнюємо мережу імітаційної моделі додатковим елементом, який відобразить роботу пункту пересадки (позначений зеленим кольором на рисунку 2.12).

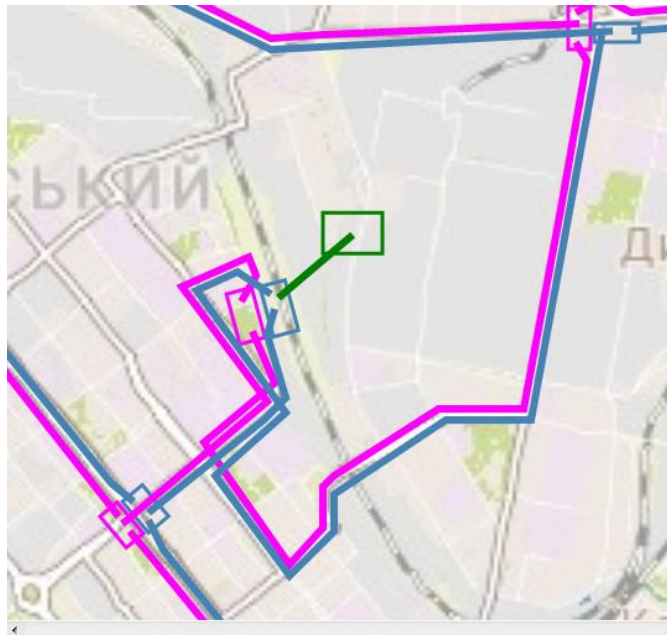


Рисунок 2.12 – Доповнення елемента пункту пересадки на залізничний транспорт

Блок програми, який імітує роботу пункту пересадки пасажирів із залізничного транспорту на станції Запоріжжя-2 з подальшим рухом автобусним маршрутом 98 до ЗМА наведено на рисунку 2.13.

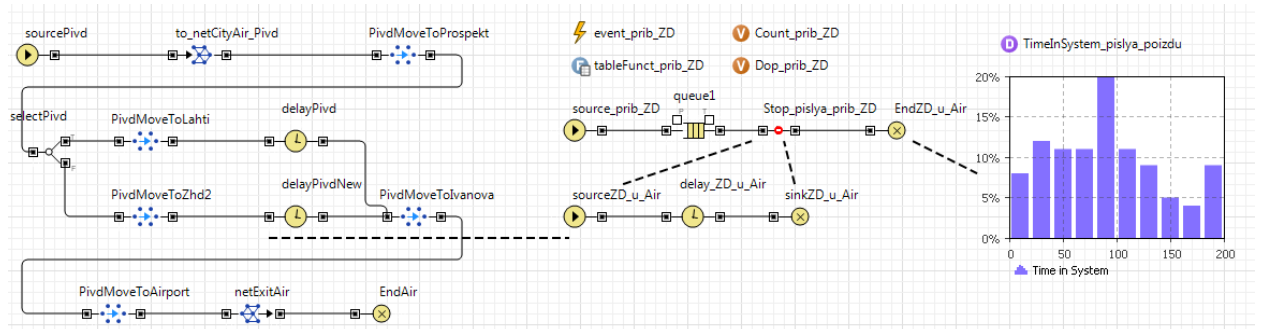


Рисунок 2.13 – Блок імітації роботи пункту пересадки пасажирів із залізничного транспорту на станції Запоріжжя-2 з подальшим рухом автобусним маршрутом 98 до ЗМА

Пунктирною лінією показаний зв'язок елементів, які взаємодіють між собою в процесі роботи програми. Це елементи delayPivdNew, sourceZD_u_Air, Stop_pislya_prib_ZD, що показано на рисунку 2.14.

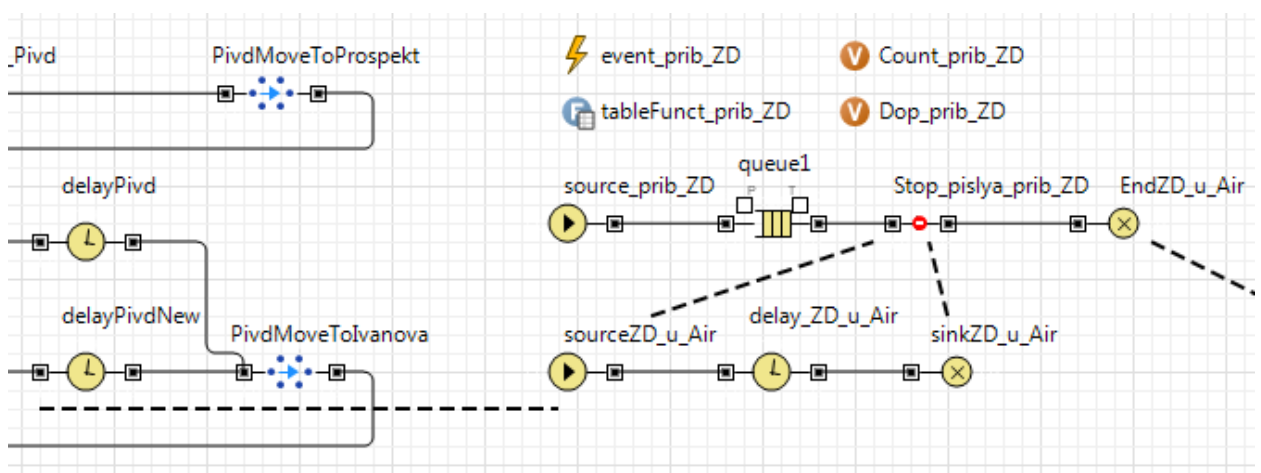


Рисунок 2.14 – Елементи програми delayPivdNew, sourceZD_u_Air, Stop_pislya_prib_ZD

Окрім часу затримки руху замовлень на перехрестях, в елементі delayPivdNew здійснюється виклик замовлень в елементі sourceZD_u_Air шляхом використання методу inject (рисунок 2.15).

Консоль Свойства delayPivdNew - Delay

Основные

Имя: delayPivdNew ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐

Тип: Delay<T extends Entity> Класс заявки: Entity

Пакет: om.xj.anylogic.libraries.enterprise

Задержка задается ☒ Явно ☐ Как длина пути/скорость

Время задержки^D 5

Максимальная вместимость ☒

Действие при входе^D sourceZD_u_Air.inject(1);

Действие при выходе^D

Рисунок 2.15 – Элемент программы delayPivdNew

Одразу після створення нового замовлення в елементі sourceZD_u_Air розблоковується рух заявок у ланцюжку, який відображає переміщення пасажирів, які прибули до станції Запоріжжя-2 та очікували автобус до аеропорту (рисунок 2.16).

Консоль Свойства sourceZD_u_Air - Source

Основные

Имя: sourceZD_u_Air ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем ур

Тип: Source<T extends Entity> Класс заявки: Entity

Пакет: om.xj.anylogic.libraries.enterprise

Заявки прибывают согласно ☐ Интенсивности ☐ Времени между прибытиями

Ограниченное количество прибытий ☐

Новая заявка^D new EntityStats(time())

Действие при выходе^D Stop_pislya_prib_ZD.setBlocked(false)

Рисунок 2.16 – Элемент программы sourceZD_u_Air

Після входу замовлень до елементу sink_ZD_u_Air, здійснюється відновлення блокування, що імітує затримку пасажирів з моменту їх прибуття на залізничний вокзал в очікуванні автобусу до аеропорту (рисунок 2.17).

The screenshot shows the configuration window for the 'sinkZD_u_Air - Sink' element. On the left, there is a sidebar with tabs: 'Основные' (selected), 'Параметры', 'Статистика', and 'Описание'. The main area contains the following fields:

- Имя:** sinkZD_u_Air
- Отображать имя:** ☒
- Исключить:** ☐
- Н:** ☐
- Тип:** Sink<T extends Entity>
- Класс заявки:** Entity
- Пакет:** om.xj.anylogic.libraries.enterprise
- Действие при входе:** Stop_pislya_prib_ZD.setBlocked(true);
- Количество:** (empty input field)

Рисунок 2.17 – Элемент программы sink_ZD_u_Air

Управління системою надходження замовлень – пасажирів поїзду здійснюється елементом типу «подія» event_prib_ZD (рисунок 2.18).

The screenshot shows the configuration window for the 'event_prib_ZD - Событие' element. On the left, there is a sidebar with tabs: 'Основные' (selected) and 'Описание'. The main area contains the following fields:

- Имя:** event_prib_ZD
- Отображать имя:** ☒
- Исключить:** ☐
- На верхнем:** ☐
- Тип события:** По таймауту
- Режим:** Циклический
- Время первого срабатывания (абсолютное):** ☒ tableFuncnt_prib_ZD(Count_p
- Ноябрь 19, 2021** **17:41:58**
- Период:** tableFuncnt_prib_ZD(Count_prib_ZD)+Dop_prib_ZD
- Действие:**

```

source_prib_ZD.inject(1);
Dop_prib_ZD=0;
Count_prib_ZD=Count_prib_ZD+1;
if (Count_prib_ZD>16) {Count_prib_ZD=1; Dop_prib_ZD=182; }

```

Рисунок 2.18 – Элемент программы event_prib_ZD

Період виклику замовлення встановлюється табличною функцією `tableFuncnt_prib_ZD` (рисунок 2.19) відповідно до графіку прибуття поїздів, а саме – шляхом визначення інтервалів між їх послідовним прибуттям.

Виклик здійснюється функцією `source_prib_ZD.inject`, встановлюється значення додаткового часу `Dop_prib_ZD` рівним нулю (ця змінна використовується для переходу на нову добу), лічильник `Count_prib_ZD` встановлюється на наступне значення (`Count_prib_ZD+1`) аргументу функції `tableFuncnt_prib_ZD`. Після одержання останнього значення цієї функції – за умови «`if (Count_prib_ZD>16)`» лічильник встановлюється на перше значення аргументу та додається додатковий час до кінця доби `Dop_prib_ZD` (дії `Count_prib_ZD=1, Dop_prib_ZD=182`) [10].

Одиниці модельного часу (встановлюються елементом `Simulation`) у програмі вираховується хвилинами.

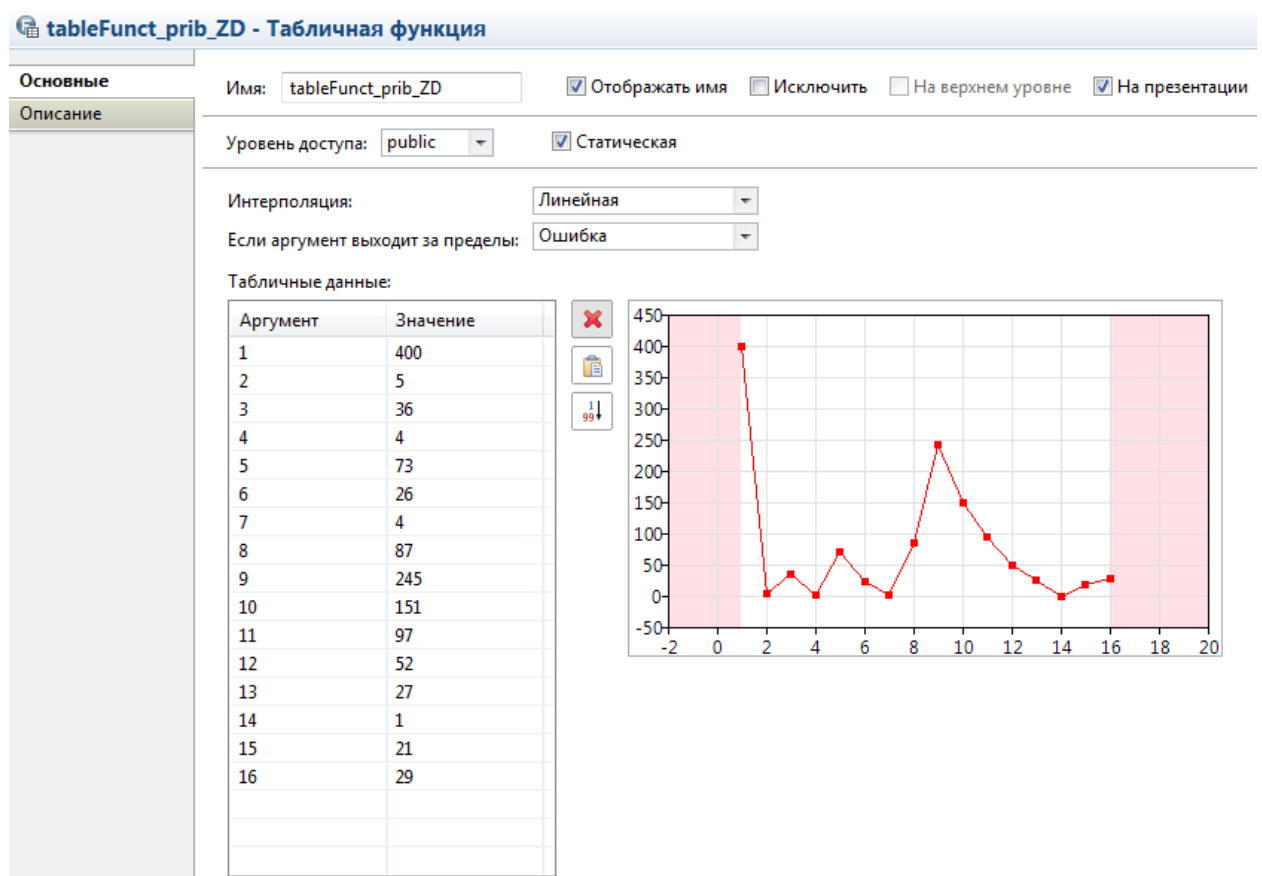


Рисунок 2.19 – Функція `tableFuncnt_prib_ZD`

Аналогічним чином доопрацьовано блок програми, який імітує рух пасажирів з аеропорту по автобусному маршруту №98 до залізничної станції Запоріжжя-2 з пересадкою на приміські поїзди (рисунок 2.20).

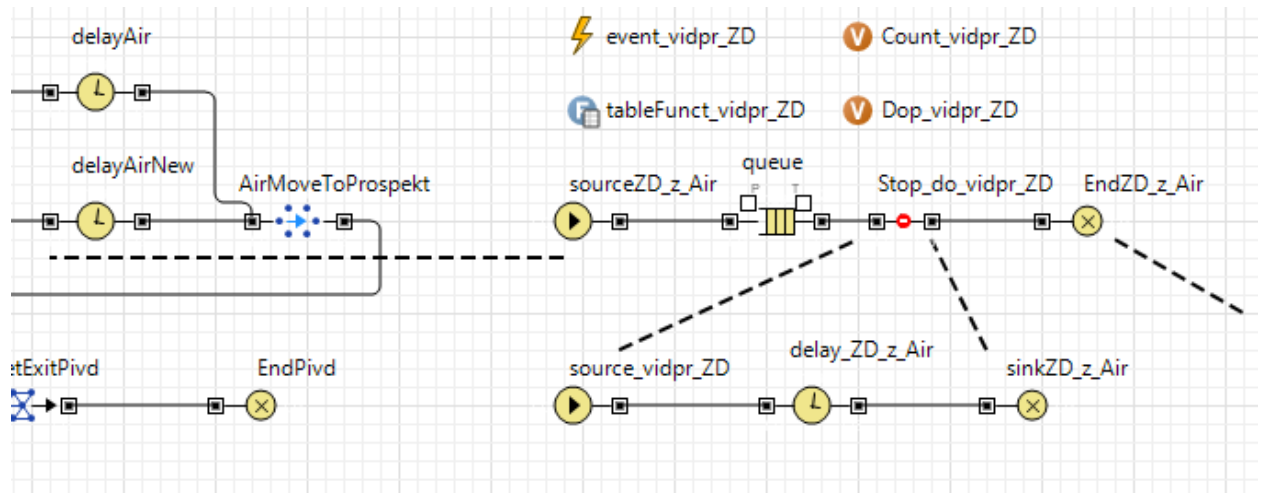


Рисунок 2.20 – Блок програми, який імітує рух пасажирів з аеропорту по автобусному маршруту №98 до залізничної станції Запоріжжя-2

Відмінність полягає у тому, що пасажери затримуються не в очікуванні автобусу, а, навпаки, - в очікуванні поїзду. Управління викликом замовлень – поїздів здійснюється елементом event_vidpr_ZD (рисунок 2.21).

event_vidpr_ZD - Событие

Основные

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верх

Тип события: Режим:

Время первого срабатывания (абсолютное) ☒ ☐

Период:

Действие:

```
source_vidpr_ZD.inject(1);
Dop_vidpr_ZD=0;
Count_vidpr_ZD=Count_vidpr_ZD+1;
if (Count_vidpr_ZD>12) {Count_vidpr_ZD=1; Dop_vidpr_ZD=162; }
```

Рисунок 2.21 – Элемент event_vidpr_ZD

Функція, яка визначає інтервали між послідовним відправленням поїздів зі станції Запоріжжя-2, показана на рисунку 2.22.

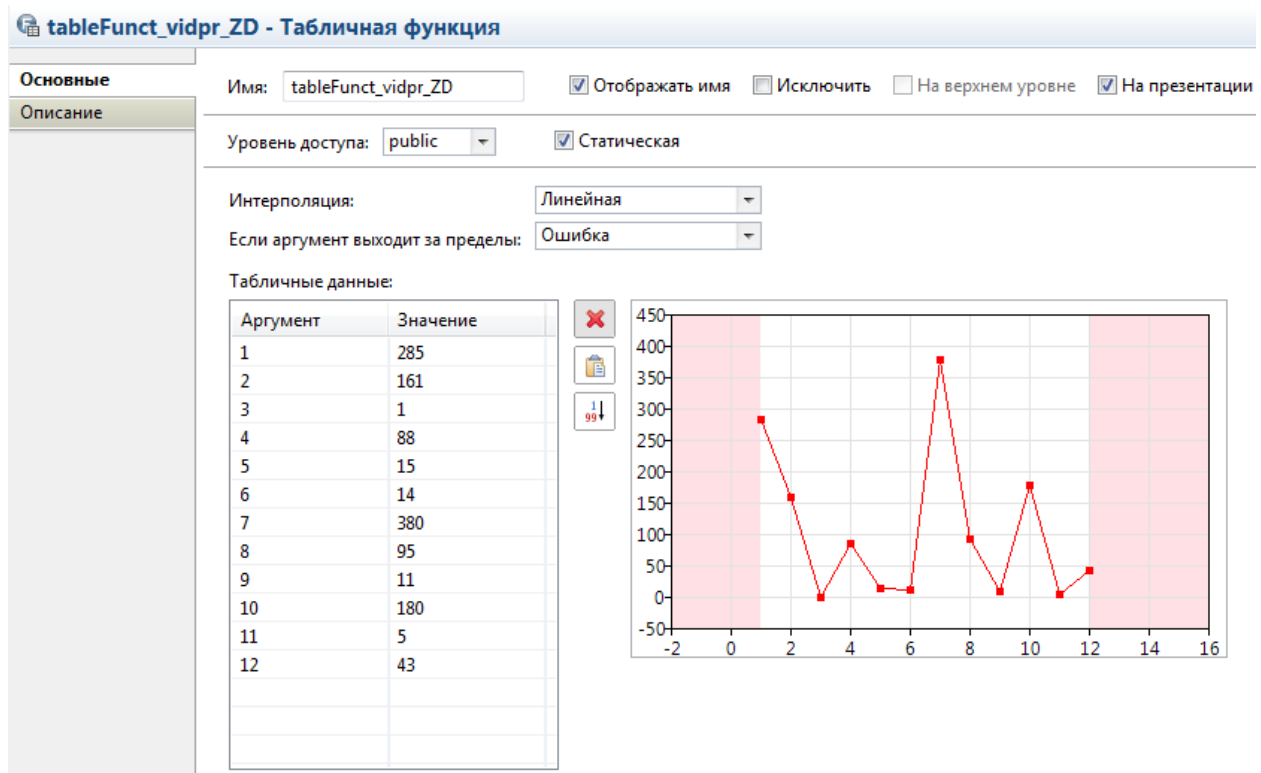


Рисунок 2.22 – Функція інтервалів між послідовним відправленням поїздів зі станції Запоріжжя-2

2.3 Дослідження процесів взаємодії повітряного, автомобільного та залізничного транспорту на імітаційній моделі

Здійснимо аналіз часу очікування пасажирями транспорту в пункті пересадки на станції Запоріжжя-2.

Для цього використовуємо елементи типу «дані гістограми» TimeInSystem_do_vidpr_ZD та TimeInSystem_pislya_poizdu; «гістограма» – histogram1 та histogram2 (рисунки 2.23 – 2.26).

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне ☒ На презентации

Значение:

Кол-во интервалов:

Диапазон значений:

☒ Фиксированный Минимум: Максимум:

Рисунок 2.23 – Элемент TimeInSystem_pislya_poizdu

Имя: ☐ Отображать имя ☐ Исключить ☒ На верхнем уровне

☒ Отображать плотность вер-ти ☐ Отображать ф-ю распределения ☐ Отображать среднее

Заголовок:

Данные:

Рисунок 2.24 – Элемент histogram1

Имя: ☒ Отображать имя ☐ Исключить ☐ На верхнем уровне ☒ На презентации

Значение:

Кол-во интервалов:

Диапазон значений:

☒ Фиксированный Минимум: Максимум:

Рисунок 2.25 – Элемент TimeInSystem_do_vidpr_ZD

Имя: ☐ Отображать имя ☐ Исключить ☒ На верхнем уровне

☒ Отображать плотность вер-ти ☐ Отображать ф-ю распределения ☐ Отображать среднее

Заголовок:

Данные:

Рисунок 2.26 – Элемент histogram2

Результаты моделирования представлено на рисунках 2.27 та 2.28.

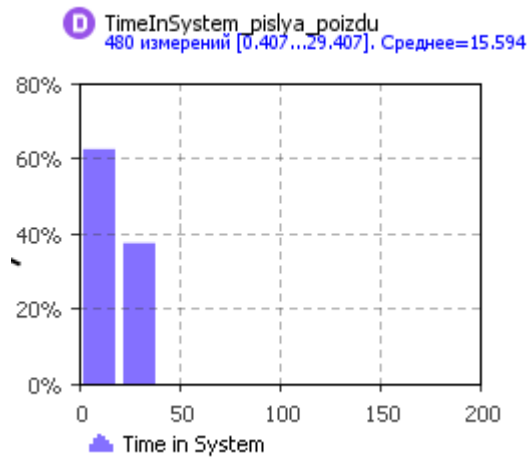


Рисунок 2.27 – Розподіл щільності ймовірності часу очікування автобусу пасажирями на зупинці біля станції Запоріжжя-2 після прибуття приміського поїзду

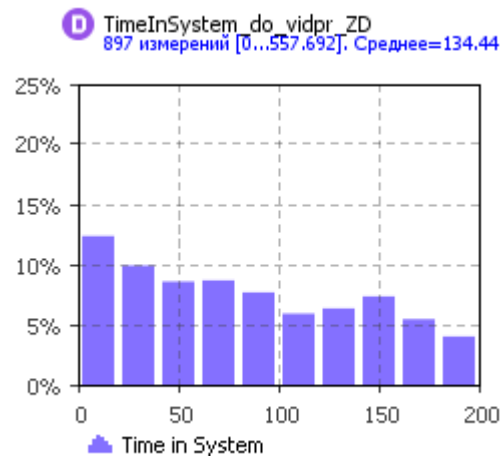


Рисунок 2.28 – Розподіл щільності ймовірності часу очікування автобусу пасажирями на станції Запоріжжя-2 до прибуття приміського поїзду

Тривалість моделювання – один календарний місяць. Як бачимо, середня тривалість очікування автобусу пасажирями на зупинці біля станції Запоріжжя-2 після прибуття приміського поїзду набагато менше, ніж очікування автобусу пасажирями на зупинці біля станції Запоріжжя-2 після прибуття приміського поїзду. Це обумовлюється низькою інтенсивністю

руху поїздів на станції. Але, у разі впровадження додаткових поїздів, ситуація може суттєво змінитись.

В нашому випадку ми можемо управляти часом затримки автобуса на станції Запоріжжя-2 в очікуванні пересадки пасажирів з поїздів, які надходять. Для якісного аналізу результатів змінимо масштаб гістограми.

На рисунку 2.29 наведено отримані вище результати в новому масштабі.

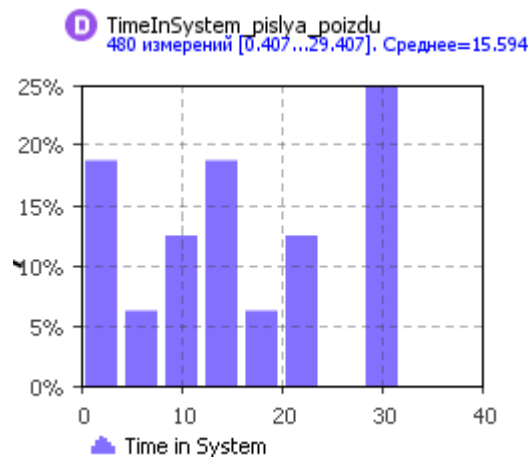


Рисунок 2.29 – Розподіл щільності ймовірності часу очікування автобуса пасажирами на зупинці біля станції Запоріжжя-2 без додаткової затримки

На рисунку 2.30 наведено результати моделювання при додатковому часі затримки автобуса – 1 хвилина.

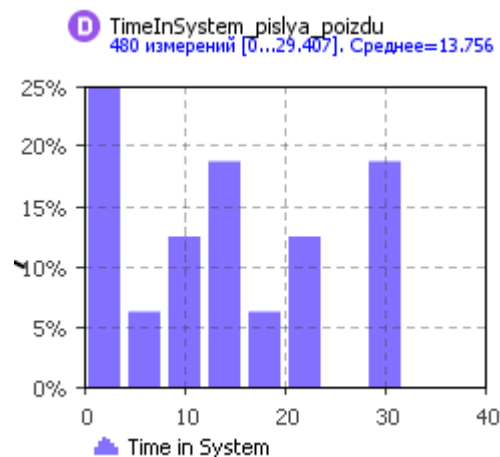


Рисунок 2.30 – Розподіл щільності ймовірності при додатковій затримці автобуса – 1 хвилина

На рисунку 2.31 наведено результати моделювання при додатковому часі затримки автобусу – 2,3 та 4 хвилини (зміни розподілу при цьому не відбуваються).

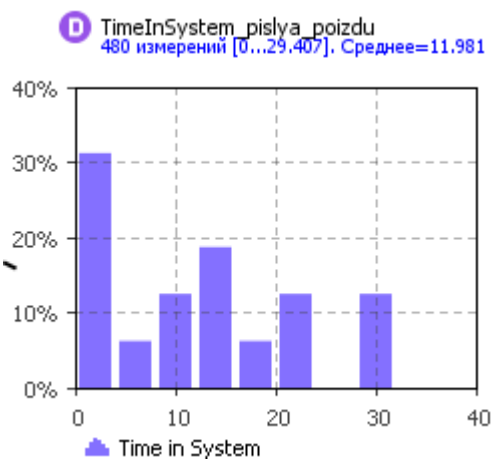


Рисунок 2.31 – Розподіл щільності ймовірності при додатковій затримці автобусу від 2 до 4 хвилин

Незначні зміни у розподілі відбуваються лише при 5 хвилинах додаткової затримки автобусу (рисунок 2.32).

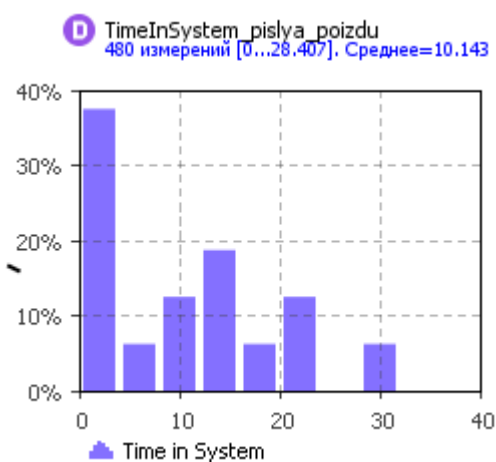


Рисунок 2.32 – Розподіл щільності ймовірності при додатковій затримці автобусу 5 хвилин

Таким чином, можна зробити висновок щодо доцільності затримки автобусу у розмірі 2 хвилини, що забезпечить пересадку до нього більшої кількості пасажирів.

2.4 Аналіз отриманих результатів дослідження на моделі

В ході дослідження було розглянуто транспортну систему обслуговування пасажирів ЗМА в процесі взаємодії повітряного, автомобільного та залізничного транспорту.

Розроблено імітаційну модель взаємодії вищезазначених видів транспорту. Встановлено, що загальна задача дослідження є занадто масштабною для її повної реалізації в даній магістерській роботі, тож її було обмежено із залишенням можливості подальшого розвитку.

На початковому етапі запропоновано змінити один з автобусних маршрутів №98 таким чином, щоб пасажирів мали можливість скористатись зручною можливістю пересадки на приміські поїзди на станції Запоріжжя-2.

Протяжність маршруту скорочується на 0,1 км, автобус уникає найбільш проблемних ділянок з насиченим потоком руху транспортних засобів, особливо – у час пік. Завдяки цьому з'являється можливість збільшення часу затримки автобусу в очікуванні пасажирів на зупинці біля станції Запоріжжя-2 при русі до аеропорту, що сприяє наповнюваності автобусу [8].

Середню тривалість очікування автобусу при пересадці з залізничного транспорту скорочено з 14 до 12 хвилин. При цьому відсоток пасажирів, які будуть очікувати автобус до 5 хвилин збільшено з 18% до 32%, а відсоток тих, хто очікує до 30 хвилин, навпаки, зменшено з 25% до 13%.

Було розроблено нові зручні процедури аналізу роботи пункту пересадки.

Надалі виконаємо корегування графіку руху автобусів на маршруті №98 та розрахунки потрібної кількості рухомого складу для проведення економічного аналізу запропонованих рішень [8;910].

2.5 Розрахунок параметрів автобусного маршруту

В магістерській роботі впровадження проєктних рішень дозволило збільшити пасажиропотік приблизно на 15%. Розглянемо базовий (початковий) пасажиропотік в прямому та зворотному напрямку та на підставі зведеної максимальних значень, визначимо потрібну кількість автобусів на кожну годину роботи.

Таблиця 2.1 – Результати обстеження добового пасажиропотоку

Час роботи	Кількість пасажирів (прямий напрямок)	Кількість пасажирів (зворотний напрямок)	Зведена максимальних значень
1	2	3	4
6.00-7.00	10	60	60
7.00-8.00	25	110	110
8.00-9.00	375	118	375
9.00-10.00	370	100	370
10.00-11.00	255	120	255
11.00-12.00	200	100	200
12.00-13.00	200	90	200
13.00-14.00	125	60	125
14.00-15.00	40	90	90
15.00-16.00	115	55	115

Кінець таблиці 2.1

1	2	3	4
16.00-17.00	120	242	242
17.00-18.00	125	340	340
18.00-19.00	375	160	375
19.00-20.00	300	160	300
20.00-21.00	150	263	263
21.00-22.00	90	190	190
22.00-23.00	40	145	145
23.00-24.00	10	40	40

Визначаємо потрібну кількість автобусів за формулою:

$$N_t = \frac{P_t \cdot t_{об} \cdot K_{ВН}}{q \cdot T \cdot K_{НАД}} \quad (2.1)$$

де P_t – кількість пасажирів, які перевозяться по максимально завантаженому перегону при відправленні автобусів з кінцевого пункту маршруту в годинному інтервалі від t до $t + 1$;

$t_{об}$ – час оборотного рейсу;

t_0 – час на нульові пробіги;

I_{max} – максимально допустимий інтервал руху;

K_d – коефіцієнт дефіциту автобусів в даному АТП;

q_n, q_d – номінальна допустима місткість рухомого складу;

$K_{ВН}$ – коефіцієнт надійності надійності роботи транспортних засобів

$K_{\text{НАД}}$ - коефіцієнт, який визначається відношенням кількості рухомих одиниць, що фактично відробили на лінії без випадків браку до планового добового випуску розглянутого виду транспорту за останній місяць або квартал.

В результаті отримуємо кількість пасажирів на кожну годину роботи. Отримані дані для наочності зводимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахункова кількість автобусів МАЗ

Час роботи	Кількість автобусів
1	2
6.00-7.00	1
7.00-8.00	3
8.00-9.00	5
9.00-10.00	5
10.00-11.00	4
11.00-12.00	4
12.00-13.00	4
13.00-14.00	3
14.00-15.00	2
15.00-16.00	2
16.00-17.00	5
17.00-18.00	5

Кінець таблиці 2.2

1	2
18.00-19.00	5
19.00-20.00	4
20.00-21.00	4
21.00-22.00	4
22.00-23.00	3
23.00-24.00	1

Враховуючи те, що максимально допустимий інтервал руху між автобусами складає 30 хв, розраховуємо мінімальну кількість автобусів за формулою:

$$N_{\min} = \frac{t_{\text{об}}}{I_{\max}}, \quad (2.2)$$

$$N_{\min} = \frac{60}{30} = 2 \text{ автобуса.}$$

Максимальну кількість автобусів приймаємо без врахування коефіцієнту дефіциту – 5 одиниць.

Наступним кроком визначаємо тривалість роботи на маршруті (з врахуванням того, що мінімальна кількість автобусів на маршруті – 2 одиниці)

$$T_M = 2 + 3 + 5 + 5 + 4 + 4 + 4 + 3 + 2 + 3 + 5 + 5 + 5 + 4 + 4 + 4 + 3 + 2 = 67$$

автомобіле-годин.

Для раціонального розподілення автомобіле-годин необхідно визначити кількість автомобіле-змін та розрахувати скільки автобусів буде працювати в одну, а скільки в дві зміни.

$$d = \frac{T_M + t_n \cdot N_{\max}}{\Delta t}, \quad (2.3)$$

де T_M - потрібна кількість машино-годин роботи автобусів протягом доби;
 t_n - час на нульові пробіги однієї одиниці рухомого складу;
 Δt - середня тривалість робочої машино-зміни, год.

При роботі на маршруті №98 транспортних одиниць МАЗ $T_M = 67$ машино-годин; $t_n = 1,1$ год.; $N_{\max} = 5$ од.; $\Delta t = 8$ год., тому кількість машино-змін згідно формули (2.3) складає:

$$d = \frac{67 + 1,1 \cdot 5}{8} = 10 \text{ автомобіле-змін.}$$

Розподіляємо їх $2 \cdot n_{\max} - d = 0$. Це означає, що всі автобуси працюють у дві зміни.

Час обідів складає 1 година.

Графоаналітичний розрахунок, зазначений вище, доцільно застосовувати, коли на маршруті працюють більше 5 одиниць рухомого складу. Тому епюри складати не обов'язково, а результати представити у вигляді розкладу.

Таблиця 2.3 – Розклад руху автобусів

№№ виходів	№№ змін	Початок роботи	Обід (відстій)	Закінчення роботи
1	1	6:00	10:00 – 11:00	14:00
	2	14:00	20:00 – 21:00	23:00
2	1	6:00	11:00 – 12:00	15:00
	2	15:00	20:00 – 21:00	23:00
3	1	7:00	12:00 – 13:00	16:00
	2	16:00	21:00 – 22:00	23:00
4	1	8:00	13:00 – 14:00	17:00
	2	17:00	22:00 – 23:00	24:00
5	1	8:00	13:00 – 14:00	17:00
	2	17:00	22:00 – 23:00	24:00

Для економічної частини в магістерській роботі добовий пасажиропотік за базовим варіантом приймаємо 5358 пасажирів, за проєктним варіантом – 6161 пасажир.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Загальні відомості

В даній частині магістерської роботи розраховується економічне обґрунтування проєктних рішень. В якості покращеного варіанту, завдяки впровадженню проєктного рішення пасажиропотік на маршруті №98 збільшиться 15 %. Це дасть змогу при однаковій загальних експлуатаційних витратах та однаковій кількості автобусів, збільшити прибуток та рентабельність.

Для цього розрахуємо: витрати, тарифи на перевезення, дохід, прибуток і собівартість перевезень за базовим та проєктним варіантом.

За базовим варіантом зробимо розрахунки за декількома варіантами кількості рухомого складу (згідно пункту 2.3 проєктної частини).

На маршруті працюють 5 автобусів МАЗ пасажиромісткістю 90 пасажирів.

Для визначення доходу, прибутку і собівартості перевезень необхідно визначити рівень тарифу на пасажирські перевезення.

Тарифи на послуги пасажирського транспорту загального користування визначається на перевезення одного пасажирів.

Рівень тарифу на маршруті загального користування повинен забезпечувати перевізнику:

- відшкодування обґрунтованих поточних витрат;
- прибутковість роботи;
- можливість оновлення рухомого складу.

Величина тарифу на послугу пасажирського транспорту розраховується грн, за формулою [11;12]:

$$T = S \cdot (1 + R), \quad (3.1)$$

де S - собівартість перевезень одного пасажир, грн;

R – коефіцієнт рентабельності перевезень, який дозволяє врахувати рівень прибутковості роботи перевізника.

Собівартість перевезення одного пасажир визначається в грн, за формулою [11]:

$$S = \frac{S_{1\text{км}} \cdot l_{\text{сер}}}{q \cdot \gamma \cdot \beta} \quad (3.2)$$

де $S_{1\text{км}}$ - собівартість виконання 1 км пробігу, грн/км;

$l_{\text{сер}}$ – середня відстань поїздки 1 пасажир, км (встановлюється за даними обстеження пасажиропотоків) складає 7 км;

q – загальна пасажиромісткість одиниці рухомого складу ($q = 50$; 75- базовий варіант; максимальна місткість – 75 пас.);

β – коефіцієнт використання пробігу (для всіх варіантів $\beta = 0,85$);

γ – коефіцієнт використання пасажиромісткості (приймаємо 0,85).

Коефіцієнти пасажиромісткості, пробігу та середня відстань поїздки пасажир відображають реальні умови експлуатації автобусів на маршруті.

Транспортна робота одиниці рухомого складу в пас. км на 1 км пробігу визначається за формулою 3.3:

$$T_p = q \cdot \beta \cdot \gamma \quad (3.3)$$

Розрахунок рівня тарифів, обґрунтування та їх величини здійснюється за такими статтями калькуляції:

1. Заробітна плата.
2. Відрахування на соціальні заходи.
3. Паливо.

4. Мастильні матеріали.
5. Автомобільні шини.
6. Ремонт і технічне обслуговування автомобілів.
7. Амортизація автотранспорту.
8. Загальновиробничі витрати.

До складу витрат для визначення тарифів не включається: страховий платіж з пасажирів за страхування від нещасних випадків на транспорті, податок на додану вартість.

Розрахунок собівартості перевезення визначається на основі економічно обґрунтованих величин статей витрат на 1 км:

1. Заробітна плата.

До статті «Заробітна плата» належать пов'язані з введенням господарської діяльності витрати на виплату основної і додаткової заробітної плати, обчислені згідно із системою оплати праці, прийнятою суб'єктом господарювання, включаючи будь-які виплати у грошовій або натуральній формі.

Основна заробітна плата – це винагорода за виконану роботу відповідно до встановлених норм праці. Вона встановлюється у вигляді тарифних ставок (окладів), годинних розрахункових ставок, кілометрових та інших відрядних розцінок для робітників, посадових окладів для службовців.

Додаткова заробітна плата – винагорода за працю понад установлені норми, за трудові успіхи та винахідливість і за особливі умови праці. Вона включає доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені чинним законодавством, премії, пов'язані з виконанням виробничих завдань і функцій [12].

Заробітна плата (ЗП) включає три складові:

- а). ЗП водіїв та кондукторів.

Заробітна плата водіїв розраховується грн, за формулою [12]:

$$ЗП_{вод1км} = \frac{ЗП_{водія / год} \cdot (1 + K_1 + K_2 + \dots + K_n)}{V_e}, \quad (3.4)$$

де $ЗП_{водія/год}$ – годинна тарифна ставка водія, грн./год. Годинні тарифні ставки і оклади визначаються згідно Галузевої угоди між Міністерством транспорту та зв'язку України, Всеукраїнським об'єднанням організації роботодавців автомобільного транспорту і спільним представницьким органом профспілки працівників автомобільного транспорту та шляхового господарства України і Всеукраїнською незалежною профспілкою працівників транспорту по підгалузі автомобільного транспорту на 2016 рік (зміни та доповнення до галузевої угоди №1/2016);

$K_1, K_2, \dots, K_n$ – коефіцієнти, які враховують мінімальні розміри доплат і надбавок до тарифних ставок водіїв у відносних величинах, згідно з угодою між Міністерством транспорту України і профспілками працівників автомобільного транспорту по галузі автомобільного транспорту, яка укладається на визначений період.

б). $ЗП$ ремонтних робітників.

$ЗП$ ремонтних робітників включається до статті «Ремонт і технічне обслуговування автомобілів» та визначається в грн на один км пробігу автотранспортних засобів за виразом [11]:

$$ЗП_{рем.р1км} = \frac{ЗП_{рем.р}}{L_p} \quad (3.5)$$

де $ЗП_{рем.р}$ – річна заробітна плата ремонтних робітників, які забезпечують підтримання роботи здатності стану рухомого складу, грн;

L_p – річний пробіг рухомого складу, км.

Розрахунок $ЗП_{рем.р}$ базується на трудомісткості робіт з технічного обслуговування і ремонту їх тарифні годинні ставки та визначаються в грн за формулою:

$$ЗП_{рем.р} = \sum T_p \cdot ЗП_{рем.р} \cdot (1 + \sum K) \quad (3.6)$$

де T_p - трудомісткість робіт з технічного обслуговування і ремонту, люд./год.;

$ЗП_{рем.р./год.}$ - годинна тарифна ставка ремонтних робітників, грн/год.;

$\sum K$ - коефіцієнти, які враховують мінімальні розміри доплат і надбавок до тарифних ставок.

Трудомісткість робіт з ТО і Ремонту (визначаються з «Норм витрат на ТО і ПР по базових марках автомобілів») конкретних марок автобусів розраховується люд. год., за формулою:

$$\sum T_{p.ТОіР} = АД_p \cdot T_{p.ЩО} + T_{p.ТО1} \cdot N_{ТО-1} + T_{p.ТО2} \cdot N_{ТО-2} + \frac{L}{1000 \cdot T_{p.ПР}}, \quad (3.7)$$

де $АД_p$ - кількість днів роботи рухомого складу за L пробігу (кількість щоденних обслуговувань), днів;

$T_{p.ЩО}$, $T_{p.ТО-1}$, $T_{p.ТО-2}$, $T_{p.ПР}$ - трудомісткість робіт відповідно одиниці щоденного обслуговування, ТО-1, ТО-2, поточного ремонту (на 1000 км), люд./год.;

$N_{ТО-1}$, $N_{ТО-2}$ - кількість обслуговувань ТО-1, ТО-2 рухомого складу за пробіг L, од.

Кількість $N_{ТО-1}$, $N_{ТО-2}$ розраховується на основі річного пробігу рухомого складу L та нормативів ТО ДТЗ.

- ЗП інших категорій працюючих (інженерно-технічних працівників, службовців, тощо).

ЗП інших категорій включаються до статті «Загальновиробничі витрати» та розраховується в процентному відношенні, яке фактично склалось у суб'єкта господарювання, до ЗП водіїв, в грн [19]:

$$ЗП_{ік} = ЗП_{\epsilon} \cdot Y_{ік}, \quad (3.8)$$

де $Y_{ік}$ – частка $ЗП_{ік}$ по відношенню до $ЗП_{\epsilon}$ за попередній період ($Y_{ік} = 10\%$).

Витрати на оплату праці визначають в грн, як суму по категоріях працюючих:

$$ЗП_{Ікм} = ЗП_B + ЗП_{p.p} + ЗП_{ік}, \quad (3.9)$$

2. Відрахування на соціальні заходи.

До цієї статі відносяться відрахування на державне (обов'язкове) пенсійне страхування (до Пенсійного фонду України), до фонду соціального страхування на випадок безробіття, до Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

Відрахування здійснюються за встановленими законодавством нормами та порядком від витрат на оплату праці та розраховується в грн., за формулою:

$$B_{сз} = K_{см} \cdot ЗП_{Ікм}, \quad (3.10)$$

де $K_{см}$ – ставка відрахувань на соціальні заходи у відносних величинах, яка визначається згідно з чинним законодавством ($K_{см} = 22,00\%$).

3. Паливо та мастильні матеріали.

До цих статей включається вартість усіх видів пально-мастильних матеріалів (включаючи транспортно-заготівельні витрати), що використані як безпосередньо на виконання перевезень (робіт, послуг), так і на технологічні операції в процесі підготовки рухомого складу до експлуатації (витрати пально-мастильних матеріалів при виконанні робіт з технічного обслуговування і ремонту, внутрішньо гаражні роз'їзди, т. і.) [12].

Витрати на паливо $B_{\text{пал}}$, в грн на 1 км пробігу автобуса розраховується за виразом:

$$B_{\text{пал}} = 0,01 \cdot H_n \cdot (1 + 0,01 \cdot \sum K) \cdot C_n, \quad (3.11)$$

де H_n – базові лінійні норми витрат палива для автобусів, л/100 км ($\text{м}^3/100\text{км}$);

$0,01H_n$ – витрати палива на 1 км пробігу, л/км ($\text{м}^3/100 \text{ км}$);

$\sum K$ – сумарний коригуючий коефіцієнт до лінійної норми, яким враховується конкретні умови експлуатації, %;

C_n – ціна палива, грн/л (грн/м³).

Витрати на мастильні матеріали в грошовому виразі розраховується пропорційно до витрат палива в грн. на 1 км, за формулою:

$$B_M = 0,01 \cdot B'_n \cdot (N_M \cdot C_M + N_{TP} \cdot C_{TP} + N_{ПЛ} \cdot C_{ПЛ} + N_C \cdot C_C), \quad (3.12)$$

де B'_n – загальні нормативні витрати палива на 1 км пробігу за певних умов експлуатації, л/км.

Розрахунок B'_n здійснюється відповідно до визначень наведених у формулі 3.11 та розраховується л на 1 км, за формулою [11]:

$$B_{II} = 0,01 \cdot H_{II} \cdot (1 + 0,01 \cdot \sum K), \quad (3.13)$$

де N_m, N_{tr}, N_c, N_{nl} – норми витрат відповідно моторних, трансмісійних, спеціальних олив (л/100л палива) та пластичних мастил (кг/100л палива);

C_m, C_{tr}, C_c, C_{nl} – ціна відповідно моторних, трансмісійних, спеціальних олив (грн./л) та пластичних мастил (грн/кг).

4. Технічне обслуговування і ремонт.

До цієї статті включається такі витрати: витрати на всі види ремонту, технічний огляд і технічне обслуговування рухомого складу, що безпосередньо приймає участь у перевезеннях; витрати пов'язані з поліпшенням рухомого складу і/або забезпеченням відповідності його технічного складу експлуатаційним вимогам та вимогам безпеки руху; вартість запасних частин, матеріалів, які витрачаються для виконання ремонту власними підрозділами; витрати на оплату праці і відповідні відрахування від неї працівникам, які виконують ремонт і технічне обслуговування транспортних засобів; вартість ремонтних робіт і технічних послуг, виконаних сторонніми підприємствами.

Витрати на матеріали та запчастини розраховуються грн на 1 км, за формулою:

$$B_{м.зч.км} = \frac{1}{L} \left[N_{щО} \cdot H_{щО.м} + N_{ТО-1} \cdot H_{ТО-1.м} + N_{ТО-2} \cdot H_{ТО-2.м} + \frac{L \cdot (H_{р.м.} + H_{р.зч.})}{1000} \right], \quad (3.14)$$

де $N_{щО}, N_{то-1}, N_{то-2}$ – кількість ТО-1, ТО-2, ЩО за пробіг автобуса, од.;

$H_{щО.м}, H_{то-1.м}, H_{то-2.м}$ – нормативи витрат матеріалів на одне технічне обслуговування, грн.;

$H_{р.м}, H_{р.зч}$ – норми витрат на ремонт відповідно матеріалів і запасних частин, грн./100 км.

5. Автомобільні шини.

До цієї статті включається всі витрати пов'язані з експлуатацією автомобільних шин: витрати пов'язані зі зміною та встановленням автомобільних шин на колеса; транспортно-заготівельні витрати і націнка підприємств-постачальників у частині, що припадає на вартість автомобільних шин, виданих зі складу в поточному місяці; витрати, пов'язані з ремонтом автомобільних шин.

Витрати на автомобільні шини в грн на 1 км пробігу визначається за виразом [11]:

$$B_{шин} = \frac{Ц_{шин} \cdot K_{шин}}{H_{шин}}, \quad (3.15)$$

де $Ц_{шин}$ – ціна автомобільної шини, грн.;

$K_{шин}$ – кількість шин, встановлених на автомобілі, од.;

$H_{шин}$ – норма експлуатаційного пробігу шин, км.

6. Амортизація автотранспорту.

Амортизаційні відрахування автотранспорту нараховується згідно з порядком, нормами та умовами, встановленими чинним законодавством.

Суб'єкти господарювання самостійно визначають термін експлуатації рухомого складу і обирають метод нарахування амортизації відповідно до власних економічних інтересів.

Амортизаційні відрахування визначаються в грн. на 1 км, за виразом:

$$B_{ам} = \frac{Ц_{ам} \cdot N_{ам}}{100 \cdot L_p}, \quad (3.16)$$

де $Ц_{ам}$ – залишкова або первісна балансова вартість автобуса, грн;

$N_{ам}$ – річна норма амортизації, %;

L_p – річний пробіг автобуса, км.

7. Загальновиробничі витрати.

До цієї статті належать витрати, які включаються у собівартість перевезень і не враховані в наведених вище статтях, тобто витрати, пов'язані з управлінням та обслуговуванням виробничого процесу, а також податки, збори та інші передбачені законодавством обов'язкові платежі, що включаються до собівартості перевезень (валових витрат).

3.2 Розрахунок тарифу на послуги пасажирського перевезення за базовим та проєктним варіантом

Транспортним тарифом на перевезення називають ціну транспортної продукції. АТП визначають тарифи виходячи з структури ринку з врахуванням собівартості перевезень та лімітного рівня рентабельності 35%.

Тариф розраховується для кожної конкретної марки рухомого складу, виходячи з умов його ефективного використання і економічно обґрунтованих витрат на перевезення.

Розрахуємо тарифи на перевезення пасажирів для рухомого складу МАЗ, як за базовим, так і з а проєктним варіантом.

Розрахунки проведемо за формулами, які наведені в пункті 3.1, та зведемо у таблиці:

1. Витрати на заробітну плату водіїв (розрахунок зведений у табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Розрахунок витрат на заробітну плату водіїв

Моделі автобусів	Марка автобуса (МАЗ)
1. Годинна тарифна ставка (основна ЗП), коп./год.	3611,0
2. Додаткова заробітна плата, коп./год., в т.ч.:	
2.1 Надбавка за класність (25%)	902,8
2.2 Оплата відпусток, держобов'язків (9,5%)	343,05
3. Заробітна плата основна та додаткова, грн/год.	48,57
4. Експлуатаційна швидкість, км/год.	24
5. Заробітна плата, коп./км	202,4

Витрати на заробітну плату інженерно-технічних працівників, службовців, інших категорій працюючих:

Становить в відсотках від заробітної плати водіїв – 10 % (факт на 3 місяці 2021 р.):

$$\text{МАЗ} = 202,4 \cdot 0,10 = 20,2 \text{ коп./км.}$$

Заробітна плата (водіїв, ремонтних робітників, інших категорій працюючих):

$$\text{МАЗ} = 202,4 + 20,2 = 222,6 \text{ коп./км.}$$

2. Витрати на соціальні заходи:

Становить в відсотках від заробітної плати (водіїв, ремонтних робітників, інших категорій працюючих) – 22,00 %.

$$\text{МАЗ} = 222,6 \cdot 0,22 = 48,97 \text{ коп./км.}$$

3. Витрати на паливо та мастильні матеріали зведені у таблиці 3.2, 3.3.

Таблиця 3.2 – Розрахунок заробітної плати ремонтних робітників

Стаття	МАЗ
1	2
1. Річний пробіг автобуса, км	80300
2. Періодичність видів технічного обслуговування, км:	
ТО-1	5000
ТО-2	20000
3. Нормативи трудомісткості	
ЩО, люд.-год. на одне обслуговування	0,8
ТО-1, люд.-год. на одне обслуговування	5,8
ТО-2, люд.-год. на одне обслуговування	24,0
ПР, люд.-год./1000км	6,2
4. Кількість обслуговувань на річний пробіг, одиниць:	
ЩО	320
ТО-1	16
ТО-2	4
5. Трудомісткість робіт з ТО та ПР, люд.-год.	
ЩО	256
ТО-1	93
ТО-2	96
ПР	498
Всього	943

Кінець таблиці 3.2

1	2
6. Трудомісткість робіт з ТО та ПР, люд.-год. на 1000 км.	11,74
7. Годинна тарифна ставка ремонтних робітників (Зразряд), коп./год.	3611
8. Розмір доплат та надбавок: за інтенсивний труд – 12%, за високу професійну майстерність – 12%	24%
9. Годинна тарифна ставка з врахуванням доплат та надбавок, коп./год.	4477,6
10. Оплата відпусток (9,5%)	425,4
11. Всього часова тарифна ставка з врахуванням доплат, надбавок та оплат відпусток, коп./год.	4903
12. Заробітна плата ремонтних робітників на 1 км пробігу, коп./км.	57,56

Витрати на соціальні заходи:

становить в відсотках від заробітної плати ремонтних робітників – 22,00 %.

$$МАЗ = 57,56 \cdot 0,22 = 12,66 \text{ коп./км.}$$

$$\text{Для усіх категорій робітників} = 48,97 + 12,66 = 61,64 \text{ коп./км}$$

Таблиця 3.3 – Витрати на паливо

Моделі автобусів	МАЗ
1	2
1. Лінійна норма витрат палива, л/100 км.	22
1.1. Коефіцієнт корегування, згідно з пр.№43 від 10.02.1998р.:	
- робота в умовах міста, % (п. 3.1.4)	10
- перевезення пасажирів мікроавтобуса (п.3.1.5)	10
1.2 Сумарний коригуючий коефіцієнт, %	20
2. Ціна палива грн./л (без ПДВ)	30
3. Витрати палива на 1 км пробігу:	
- л/км	0,264
- коп/км	792,0

Таблиця 3.4 – Витрати на мастильні матеріали

Моделі автобусів	МАЗ
1. Норми витрат мастильних матеріалів:	
1.1. моторні оливи, л/100 л	2,8
1.2. трансмісійні оливи, л/100 л	0,4
1.3. спеціальні оливи, л/100 л	0,1
1.4. пластичні мастила, кг/100 л	0,3
2. Ціна мастильних матеріалів, грн/л (кг):	
2.1. моторі оливи	150,00
2.2. трансмісійні оливи	120,00
2.3. спеціальні оливи	80,00
2.4. пластичні мастила	50,00
3. Витрати мастильних матеріалів на 1 км пробігу, коп./км	129,62

4. Витрати на технічні обслуговування наведено у таблиці 3.5:

Таблиця 3.5 – Витрати на технічне обслуговування

Моделі автобусів	МАЗ
1	2
1. Річний пробіг автобуса, км	80300
2. Кількість обслуговувань на річний пробіг,	
одиниць:	
2.1. ЩО	320
2.2. ТО-1	16
2.3. ТО-2	4
3. Нормативи витрат матеріалів і запасних частин на одне ТО, грн.:	
3.1. ЩО	12,2
3.2. ТО-1	28,7
3.3. ТО-2	86,95
4. Нормативи витрат на ремонт матеріалів і запасних частин, грн/1000 км	275,3
5. Витрати запасних частин і матеріалів на 1 км пробігу, коп./км	33,4

5. Витрати на автомобільні шини наведено у таблиці 3.6:

Таблиця 3.6 – Витрати на автомобільні шини

Моделі автобусів	МАЗ
1. Річний пробіг автобуса, км	80300
2. Кількість шин, одиниць	7
3. Розмір шин	8,25R20
4. Норми експлуатаційного пробігу автомобільних шин, тис. км	90,00
5. Витрати шин (“Континенталь”), грн	3500
6. Витрати на автомобільні шини на 1 км пробігу, коп./км	27,2

6. Витрати на акумуляторні батареї наведені в таблиці 3.7 та розраховуються за формулою:

$$C_a = \frac{100 \cdot C_{аб} \cdot n_{аб}}{H_{аб} \cdot I}, \quad (3.17)$$

де $C_{аб}$ - вартість акумуляторної батареї, грн;

$n_{аб}$ - кількість батарей, встановлених на автобусі, од.;

$H_{аб}$ - експлуатаційна норма середнього ресурсу акумуляторної батареї;

I - фактична інтенсивність експлуатації автомобільного транспортного засобу, км/місяць.

Таблиця 3.7 – Розрахунок витрат на акумуляторні батареї

Стаття	Еталон
1. Тип акумуляторної батареї	6СТ-90
2. Кількість акумуляторних батарей	2
3. Пробіг автобуса за місяць, км	6692
4. Норма середнього ресурсу акумуляторної батареї, місяців	18
5. Вартість акумулятора, грн.	5000
6. Витрати на акумулятори на 1 км пробігу, коп./км.	8,3

7. Витрати на амортизацію автотранспорту (таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 – Амортизація автотранспорту

Показники	Значення
Моделі автобусів	МАЗ
1. Річний пробіг автобуса, км	80300
2. Ціна нового автобуса, грн	-
3. Залишкова вартість автобуса, грн	1600000
4. Метод нарахування амортизації	налоговий
5. Річна норма амортизації	20%
6. Витрати на амортизацію автобуса на 1 км пробігу, коп./км	398,5

9. Загальновиробничі витрати зведені в таблиці 3.9.

Обсяг загально виробничих витрат складає 160 % по відношенню до фонду оплати праці водіїв (згідно фактичних даних за 3 місяців 2020 р. з включенням витрат на ТО-1, ТО-2).

Таблиця 3.9 – Загальновиробничі витрати

Моделі автобусів	ФОТ водіїв, коп./км	% до ФОТ водіїв	Загальновиробничі витрати, коп./км
МАЗ	202,4	1,6	323,8

В таблицях 3.9, 3.10 розрахована собівартість перевезень на маршруті за базовим варіантом та проектним варіантом відповідно.

Таблиця 3.10 – Собівартість виконання 1 км пробігу за базовим та проектним варіантами

Показники	
Моделі автобусів	МАЗ
1	2
1. Заробітна плата, всього	280,16
1.1. водіїв	202,4
1.2. ремонтних робітників	57,56
1.3. інших категорій	20,24
2. Відрахування на соціальні заходи	61,64
3. Витрати на акумуляторні батареї	8,3
4. Паливо	792,0
5. Мастильні матеріали	129,62
6. Автомобільні шини	27,2

Кінець таблиці 3.10

1	2
7. Ремонт і ТО автомобілів	33,4
8. Амортизація транспорту	398,5
9. Загальновиробничі витрати	323,8
Собівартість	2054,6

В таблицях 3.11 розраховані тарифи на послуги пасажирських перевезень за базовим та проектним варіантом.

Таблиця 3.11 – Розрахунок тарифу за базовим варіантом

Показники	
Моделі автобусів	МАЗ
1	2
1. Собівартість виконання 1 км пробігу, коп./км	2054,6
2. Транспортна робота одиниці рухомого складу в пкм на 1 км пробігу, пкм/км	54,2
3. Середня відстань поїздки 1 пасажир, км	9
4. Рівень рентабельності, %	20
5. Собівартість перевезень одного пасажир, коп.	341,17

Кінець таблиці 3.11

1	2
6. Тариф на перевезення одного пасажирів, коп. (без ПДВ)	409,4
7. Тариф на перевезення одного пасажирів з ПДВ, коп.	491,3

Розрахувавши собівартість та тариф на перевезення, визначимо річний дохід, собівартість перевезень, прибуток та рівень рентабельності підприємства при використанні базового та проектного варіантів.

Річний дохід підприємства від надання послуг по перевезенню пасажирів на маршруті розраховується грн., за виразом [17]:

$$D_{річ} = N_{пас.доб.} \cdot N_{р.дн.} \cdot Ц_б, \quad (3.17)$$

де $N_{пас.доб.}$ – середня кількість пасажирів перевезених за добу, пас. Приймаємо в розрахунках для базового варіанту – 5358 пас. та для проектного варіанту – 6161 пас.

$N_{р.дн.}$ – кількість робочих днів на рік, дн.;

$Ц_б$ – вартість проїзду, грн (за проектним варіантом №1 приймаємо вартість проїзду за реальним даними – 7,0 грн)

При розрахунках річного доходу був врахований коефіцієнт пільгових пасажирів – 0,88.

$$D_{річ} (база) = 5358 \cdot 7,0 \cdot 0,88 \cdot 365 = 12046927 \text{ грн};$$

$$D_{річ} (проект) = 6161 \cdot 7,0 \cdot 0,88 \cdot 365 = 13852394 \text{ грн.}$$

Прибуток підприємства розраховується в грн., за формулою [19]:

$$\Pi = D_{річн.} - C_{річн.}, \quad (3.18)$$

де $C_{річ.}$ – річна собівартість перевезень пасажирів на маршруті, грн.

Річна собівартість визначається в грн., за виразом [17]:

$$C_{річ} = C_{1км} \cdot L_{річ} \cdot n_{авто}, \quad (3.19)$$

де $L_{річ}$ – річний пробіг автомобіля, км;

$n_{авто.}$ – кількість рухомого складу на маршруті, од.;

$C_{1км}$ – собівартість виконання 1 км пробігу, грн/км.

$$C_{річ}^{пр1} = 20,55 \cdot 80300 \cdot 5 = 8250825 \text{ грн (база та проєкт).}$$

Прибуток, при всій важливості цього показника, не дає повного уявлення про ефективність роботи підприємства, та не може бути використана для показника діяльності підприємства у різні періоди діяльності. Тому для оцінки ефективності роботи підприємства використовується відносний показник – рентабельність. Він характеризує результативність, ефективність діяльності підприємства та дозволяє робити висновки про якість роботи підприємства.

Рентабельність перевезень розраховується в %, за формулою [17]:

$$R = \frac{\Pi}{C_{річ}} \cdot 100\% \quad , \quad (3.20)$$

Розрахуємо ці показники за базовим варіантом проєкту, результати розрахунків зведемо у таблицю 3.12.

Таблиця 3.12 – Показники роботи підприємства за базовим варіантом

Кількість рухомого складу	Показники	
1	2	
1. За базовим варіантом при використанні МАЗ 5 од.	1. Річний дохід, грн. 2. Річна собівартість, грн. 3. Прибуток, грн. 4. Рентабельність, %	12046927 8250825 3796102 46
2. За проектним варіантом при використанні МАЗ 5 од.	1. Річний дохід, грн. 2. Річна собівартість, грн. 3. Прибуток, грн. 4. Рентабельність, %	13852394 88250825 5601567 68

Таким чином, впровадження проектних рішень дозволило збільшити пасажиропотік на маршруті, що дозволило зробити перевізний процес більш рентабельним на 22%.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В даному розділі дипломного проекту Аналіз системи доставки пасажирів Запорізького міжнародного аеропорту розглядається аналіз потенційних небезпек, які можуть підстерігати дослідника під час збору статистичних даних. Розроблені заходи по їх усуненню. Дослідник знаходиться в небезпеках як і пасажирів. Тому розглядаємо небезпеки для всіх [14;15].

Аналіз потенційних небезпек:

- нервово-емоційне напруження при керуванні транспортом, яке виникає через постійну концентрацію уваги при роботі на міському маршруті, а саме: різке гальмування, обгін, об'їзд та ускладнений проїзд регульованих та нерегульованих перехресть, вхід в транспортний потік, виїзд з нього, прийняти гроші від пасажирів за проїзд, об'ява зупинок, а зараз доповнилася перевірка сертифікатів щеплень від Covid - 19 пасажирів;
- дорожньо–транспортні пригоди (ДТП), які викликані технічною несправністю транспортного засобу, недотримання Правил дорожнього руху, не інформованістю, щодо небезпечних перехресть, які призводять до травмування як водія, дослідника, пасажирів, так і інших громадян;
- не правові дії пасажирів і інших громадян під час виконання рейсу, можуть призвести до непередбачених подій, також і до створення ДТП;
- неправові дії пасажирів при перевірці сертифікатів при посадці в автобус, приводять до роздратованості водія і, як наслідки, можуть призвести до аварії вже на маршруті;
- підвищений шум в автобусі може впливати на водія й на пасажирів. Під впливом шуму знижується гострота зору, порушується рівновага нервових процесів, як збудження так і гальмування. Все це може призвести

до ДТП. Джерелами шуму є двигун з вентиляційною системою охолодження і випускними трубопроводами, ходова частина й кузов;

- в наслідок негерметичності відсіку двигуна наявність у повітрі салону автобуса вихлопних газів, які потрапляють в організм людини і можуть привести до небажаних результатів;

- скупчення на двигуні бруду і олії може призвести до короткого замикання електропроводки; застосування відкритого вогню при підігріві двигуна в холодний період - все це може призвести до пожежі;

- не дотримання правил залізничних переїздів, які знаходяться на маршруті перевезення пасажирів до аеропорту, може призвести до аварії, загибелі людей;

- при обробці статистичних даних в приміщенні, де є комп'ютер, можливе виникнення важкості та напруженості праці, та можуть діяти інші фактори санітарно-гігієнічного характеру (освітлення, мікроклімат, шум та інші) [14;15].

Заходи для усунення цих потенційних ризиків наведено у презентаційному матеріалі магістерської роботи.

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі вирішені питання, які були поставлені в аналітичній частині:

- існуюча система доставки пасажирів, незважаючи на близько розташовані автомобільний шлях високої пропускної спроможності (траса Запоріжжя-Донецьк) та залізничну колію «Укрзалізниці», використовує лише тупикову в місці розташування ЗМА автомобільну дорогу місцевого значення;

- не зважаючи на потенціал аеропорту щодо можливості зростання пасажиропотоку, який стримується тимчасовими карантинними заходами, зміни інфраструктури, яка призначена для обслуговування ЗМА, не плануються (проблеми вирішені створенням додаткового автобусного маршруту, що, очевидно, є тимчасовим результатом);

- необхідність формування комплексного підходу до вирішення задачі транспортного обслуговування ЗМА з огляду на перспективи його розвитку.

Для цього в роботі була розроблена імітаційна модель взаємодії повітряного транспорту з автомобільним та залізничним в системі обслуговування ЗМА; проаналізовані перспективні можливості залучення залізничного транспорту, як більш потужного, ніж автомобільний, для транспортного обслуговування аеропорту; завдяки моделюванню отримані ефективні рекомендації щодо транспортного обслуговування ЗМА.

Результати удосконалення дали рентабельність на 22% більшу, ніж у базовому варіанті.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. АЕРОПОРТ СЬОГОДНІ <https://ozh.aero/about-us/>
2. Які аеропорти були найбільш завантаженими у 2020 році – дані «Укряеропуруху» <https://www.epravda.com.ua/news/2021/01/14/669983/>
3. Поезда к Международному аэропорту «Запорожье» <https://ep.zp.gov.ua/uk/petitions/poezda-k-mezhdunarodnomu-a-roportu-zaporozhe>
4. «Рельсовый автобус: «ДНЕПРОСТРОЙ-2» - АЭРОПОРТ «ЗАПОРОЖЬЕ» <https://ep.zp.gov.ua/uk/petitions/obratyt-sya-k-zaporozhskomu-rukovodstvu-prydneprovskoj-zheleznoj-dorogy-s-pros-boj-prolozhyt-vsego-250-metrov-odnopusnoj-zh-d-vetky-k-a-roportu-y-po-prymeru-g-kyeva-realyzovat-unykal-n-j-proekt-rel-sov-j-avtobus-dneprostroy-2-a-roport-zaporozh-e>
5. З 1 серпня 2020 року розпочав працювати автобусний маршрут № 98. [iz.com.ua. Запорізька міська рада. 2020-08-01. https://zp.gov.ua/uk/articles/item/8212/u-zaporizhzhji-rozpochav-pracyuvati-novij-marshrut-z-velikimi-avtobusami](https://zp.gov.ua/uk/articles/item/8212/u-zaporizhzhji-rozpochav-pracyuvati-novij-marshrut-z-velikimi-avtobusami)
6. Kyiv Boryspil Express відправився у перший рейс <https://www.unn.com.ua/uk/news/1765255-kyiv-boryspil-express-vidpravivsya-u-pershiy-reys>
7. Розклад руху приміських поїздів між СТАНЦІЯМИ \ РЕГІОНАМИ <https://dp.uz.gov.ua/ukr/timetable>
8. «98 автобус» <https://www.eway.in.ua/ru/cities/zaporizhzhya/routes/319>
9. Турпак, С. М. Логістичні системи управління залізничним транспортом металургійних підприємств [Текст]: монографія / С. М. Турпак. – Херсон : Грін Д. С., 2015. – 264 с.
10. Вавилов, А. А. Імітаційне моделювання промислових систем/ А. А. Вавилов, Д. Х. Імаєв, Б. Ф. Фомін. – М.; Высш.шк., 1989. – 347 с.

11. Економіка залізничного транспорту [Текст]: підручник / за ред. Ю. В. Кулаєва, Ю. С. Бараша, М. В. Гненного; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2014. - 480 с.

12. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Основи економіки транспорту» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 275 «Транспортні технології» / Укл.: ст. викл. Харченко Т.В. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2018. – 36 с.

13. Лазуткін М. І., Журавель М. О. Дослідження шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, важкості і напруженості праці: методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі» : для студентів усіх спеціальностей та усіх форми навчання : Запоріжжя: ЗНТУ. Каф. ОП і НС.

14. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [На заміну ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002 ; чинний від 2014-05-30]. К. : МОЗ України, 2014. 37 с. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14>. (Державні санітарні норми та правила).

15. Демиденко Г.П. и др. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения: Справочник. – К.: Вища школа, 1989.