Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра Транспортні системи та логістика

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ПЕРЕСАДОЧНОГО ВУЗЛА В УМОВАХ ЗАЛІЗНИЧНОГО ШВИДКІСНОГО РУХУ

Пояснювальна записка і розрахунки
до кваліфікаційної роботи
УРПВЗ.300.00.00.ПЗ

Розробив студент 221- ОПУТ -Д23 (tempus)
спеціальності 275 / 275.02
(роботу виконано самостійно,
відповідно до принципів академічної доброчесності)


_____ Артем ШАПОВАЛОВ
(підпис)

Керівник професор, д-р. техн. наук
Ломотько Д.В.

Рецензент професор, д-р. техн. наук
Бутько Т.В.

2025

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 17 слайдів презентації, 130 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 35 рисунків, 8 таблиць, 41 літературних джерел.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЦЯ, ПАСАЖИР, ВИСОКОШВИДКІСНІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПЕРЕСАДОЧНИЙ ВУЗОЛ, ЗАЛІЗНИЧНИЙ ВОКЗАЛ.

Об’єктом дослідження є технологія залізничних пасажирських перевезень.

Метою дослідження є удосконалення технології залізничних пасажирських перевезень шляхом якісного задоволення потреб пасажирів.

У кваліфікаційній роботі запропоновано виконати аналіз роботи вокзалу, сервіс-центру і встановлення недоліків у їх роботі; встановлення необхідної технології обслуговування пасажирів на пасажирської станції в умовах швидкісних залізничних пасажирських перевезень; ознайомлення з особливостями пересадки пасажирів на вокзалі та в метрополітені; підтвердження запропонованих заходів по удосконаленню технології швидкісних пасажирських перевезень техніко-економічними розрахунками.

ABSTRACT

This qualification work includes 17 presentation slides, 130 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 35 figures, 8 tables, and 41 literature references.

Keywords: RAILWAY, PASSENGER, HIGH-SPEED PASSENGER TRANSPORTATION, TRANSPORT TECHNOLOGIES, TRANSFER HUB, RAILWAY STATION.

The object of the study is the technology of railway passenger transportation.

The purpose of the study is to improve the technology of railway passenger transportation by qualitatively meeting the needs of passengers.

The qualification work proposes to analyze the operation of the station, service center and identify shortcomings in their work; establish the necessary technology for servicing passengers at the passenger station in the conditions of high-speed railway passenger transportation; familiarize yourself with the features of passenger transfers at the station and in the subway; confirm the proposed measures to improve the technology of high-speed passenger transportation by technical and economic calculations.

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра Транспортні системи та логістика
Спеціальність 275-Транспортні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТСЛ д.т.н., проф.
(вчене звання)

_____ Д.В.Ломотько
(підпис) (ініціали і прізвище)

«___» ____02_____ 20 25 р.

Завдання на дипломний проект (роботу)

Шаповалову Артему Миколайовичу

1. Тема проекту (роботи): *Удосконалення роботи пересадочного вузла в умовах залізничного швидкісного руху*
Затверджена розпорядженням по факультету УПП УкрДУЗТ №04/25 від 24.02.2025 р.
2. Строк здачі закінченого проекту (роботи) «10» червня 2025 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи): Технологічний процес роботи вокзалу, що обслуговує пасажирів. Технологічний процес роботи центру сервісного обслуговування. Технологічний процес роботи пасажирської станції. Технологічний процес роботи станції метрополітену. Технічно-розпорядницький акт пасажирської станцій. Звітні дані про основні показники роботи за останні роки. Нормативна, навчальна і науково-технічна література за спеціальністю. Дані про технічні характеристики рухомого складу швидкісних залізничних пасажирських перевезеннях.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці): Техніко – експлуатаційна характеристика пасажирської станції, залізничного вокзалу, станції метрополітену. Аналіз вітчизняного і закордонного досвіду організації роботи залізничних станцій та вокзалів в умовах реалізації сучасних технологій функціонування. Техніко – експлуатаційна характеристика автовокзалу, залізничного вокзалу та центру транспортного сервісу. Організація роботи залізничної станції в умовах швидкісного руху. Розробка та обґрунтування методів аналізу та прогнозу показників роботи станції та вокзалу. Аналіз показників роботи станції та центру транспортного сервісу. Аналіз потреби у сервісних послугах та прогнозування їх динаміки. Моделювання роботи сервіс-центру вокзалу. Визначення можливості використання єдиного квитка при мультимодальних

залізничних пасажирських перевезеннях. Організація інформаційної взаємодії на базі системи прогнозу. Економічне обґрунтування запропонованих заходів.
5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: встановлюється слухачем у процесі виконання проекту (роботи) за узгодженням з керівником

6. Консультанти окремих розділів проекту (роботи)

Розділ роботи	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання одержав
Економічне обґрунтування запропонованих заходів	Доц. Гриценко Н.В.		

7. Дата видачі завдання «20» березня 2025 р.

Керівник д.т.н., професор
(вчене звання)

_____ Д.В. Ломотько
(підпис) (ініціали і прізвище)

Завдання одержав _____ А.М.Шаповалов
(підпис) (ініціали і прізвище)

Календарний план

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	Аналіз вітчизняного і закордонного досвіду організації швидкісного руху при перевезенні пасажирів	18.03.2025	
	Техніко – експлуатаційна характеристика пасажирської станції та рухомого складу швидкісних залізничних пасажирських перевезеннях. Характеристика станції метрополітену.	06.04.2025	
	Аналіз вітчизняного і закордонного досвіду організації роботи залізничних станцій в умовах реалізації швидкісного руху	25.04.2025	
	Техніко – експлуатаційна характеристика дільниці швидкісного руху. Визначення можливості використання єдиного квитка при мультимодальних залізничних пасажирських перевезеннях.	02.05.2025	
	Аналіз показників роботи залізничної станції в умовах реалізації швидкісного руху. Організація інформації про підході поїздів на базі системи прогнозу.	19.05.2025	
	Аналіз потреби у сервісних послугах та прогнозування їх динаміки. Моделювання і оптимізація роботи залізничної станції в умовах реалізації швидкісного руху	26.05.2025	
	Економічна оцінка заходів в умовах залізничного вокзалу, автовокзалу, станції метрополітену та сервіс-центру при реалізації швидкісного руху	04.06.2025	

Керівник проекту (роботи) _____ Д.В. Ломотько

Завдання одержав _____ А.М.Шаповалов

Зміст

Вступ 9

1 Організація технології швидкісних залізничних пасажирських перевезень 12

1.1 Аналіз системи організації пасажирських перевезень в сучасних умовах 12

1.2 Аналіз вітчизняного досвіду організації швидкісних пасажирських перевезень 16

1.3 Аналіз закордонного досвіду організації швидкісних пасажирських перевезень 21

Висновок з розділу 25

2 Технологія організації вітчизняних швидкісних пасажирських перевезень 27

2.1 Перспективні види швидкісного рухомого складу, що обслуговує пасажирів 27

2.2 Аналіз науково-прикладних розробок з удосконалення системи пасажирських перевезень 29

2.3 Аналіз сучасних інформаційних систем залізничних пасажирських перевезень 34

Висновок з розділу 36

3 Аналіз роботи вокзалу станції Х 38

3.1 Загальна характеристика вокзалу станції Х 38

3.2 Технічна характеристика вокзалу 40

3.3 Основні послуги, що надаються пасажирам на вокзалі 42

3.4 Характеристика та основні об'ємні показники роботи структурних підрозділів вокзалу 43

3.5 Аналіз технології роботи Сервіс-центру вокзалу 44
3.6 Основні напрямки удосконалення обслуговування пасажирів на вокзалі 47
Висновок з розділу 48
4 Аналіз технології експлуатації метрополітену міста 50
4.1 Характеристика обраних об'єктів метрополітену міста Х 50
4.2 Характеристика основних служб метрополітену 53
4.3 Техніко-експлуатаційна характеристика дослідної станції М метрополітену 56
4.4 Засоби оплати проїзду в КП «Метрополітен» 58
Висновок з розділу 59
5 Розвиток технології надання сервісу в умовах транспортно - пересадочних вузлів при швидкісних залізничних перевезеннях 61
5.1 Аналіз основних напрямків швидкісних перевезень пасажирів 61
5.2 Підвищення комерційної привабливості сучасних залізничних транспортно-пересадочних вузлів 62
Висновок з розділу. 66
6 Удосконалення технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю метрополітену 68
6.1 Нормативне регулювання в сфері мультимодальних пасажирських перевезень 68
6.2 Аналіз особливостей застосування мультимодальних пасажирських перевезень в умовах ТПВ станції Х 69
6.3 Аналіз основних показників мультимодальних пасажирських перевезень в умовах ТПВ Х 73
Висновок з розділу 75
7 Моделювання мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю мтрополітену в умовах ТПВ Х 77

7.1 Створення математичної моделі мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю метрополітену 77
7.2 Моделювання технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю метрополітену в умовах ТПВ Х 78
Висновок з розділу 81
8 Імітаційне моделювання пасажиропотоків в умовах пересадки на ТПВ станції Х 82
8.1 Використання пакету AnyLogic для моделювання пасажиропотоку 82
8.2 Розробка заходів з автоматизації обслуговування пасажирів при мультимодальних пасажирських перевезеннях 87
Висновок з розділу 89
9 Техніко-економічні розрахунки ефективності сервісного обслуговування пасажирів при мультимодальних швидкісних залізничних пасажирських перевезеннях 91
9.1 Вибір методу техніко-економічних розрахунків ефективності сервісного обслуговування пасажирів на ТПВ 91
9.2 Техніко-економічні розрахунки ефективності роботи сервіс-центру на вокзалі 94
Висновок з розділу 97
Висновки 99
Список використаних джерел 104
Додаток А Об'ємні показники по пасажирських перевезень по вокзалу станції Х 108
Додаток Б Перелік послуг, які надаються на вокзалі станції Х 110
Додаток В Інформація про основні пристрої станції М 116
Додаток Г Використання пакету AnyLogic для моделювання пасажиропотоку між ТПВ та станцією метрополітену М 117
Додаток Д Вихідні дані для визначення ефективності з надання сервіс-послуг на ТПВ 130

Вступ

Реформування залізничного транспорту, що проводиться на залізницях України, ставить нові вимоги до процесу управління перевезеннями та потребує раціональної організації транспортного обслуговування пасажирів і транспортних процесів. Транспортна стратегія України на період до 2020 року [2] визначає одним із своїх основних напрямків – поліпшення інвестиційного клімату шляхом забезпечення швидкої доставки пасажирів, а одним із очікуваних результатів – забезпечення високого рівня транспортного сервісу.

Сучасні технології експлуатації швидкісних та високошвидкісних магістралей (ВШМ) вимагають від залізниці надання не тільки основної послуги - перевезення, але також створення необхідного рівня сервісу на шляху прямування та в місцях прибуття та відправлення пасажирів. Одна з найважливіших незручностей великих міст визначається необхідністю комплексної модернізації та створенням нової структури транспортних мереж шляхом формування або розвитку транспортно-пересадочних вузлів (ТПВ). Вони забезпечують найбільш ефективну взаємодію всіх елементів транспортної системи ВШМ з надання основних та сервісних послуг

Актуальність. В умовах ринку необхідно розширювати асортимент сервісних транспортних послуг в кооперації з іншими видами транспорту, а також у взаємодії з індустрією туристичного, готельного, екскурсійного, ресторанного бізнесу, що в умовах ринку збільшує ефективність використання існуючих потужності і прибутків за рахунок системного ефекту.

Саме сервісне обслуговування пасажирів на вокзалах на сьогоднішній день є дуже актуальною темою. Так як, розвиток сервісу в пасажирських перевезеннях у перспективі стає основою для залучення користувачів залізничного транспорту і підвищення рентабельності перевезень незалежно від форм власності й характеру функціонування пасажирських компаній (дирекцій), мережі Сервіс-центрів. Послуги, які надаються впливають на кінцевий результат - величину доходів і рентабельність роботи транспортних компаній, організацій.

Методи дослідження. При дослідженні сервісного обслуговування пасажирів на ТПВ були використано комплекс взаємодоповнюючих загальнонаукових та

спеціальних методів: аналіз, синтез, системний аналіз рейсу та маршруту, методи емпіричного дослідження, методи математичної статистики, математичне моделювання, імітаційне моделювання та комп'ютерний експеримент, а також елементи теорії ймовірності та теорії розкладів.

У роботі об'єктом дослідження є: технології швидкісних залізничних пасажирських перевезень.

Предметом роботи є: технологія обслуговування пасажирів на пасажирській станції та на станції метрополітену в умовах залізничного швидкісного руху.

Мета робота: удосконалення технології задоволення потреб пасажирів та збільшення прибутків залізниці під час швидкісних пасажирських перевезень за участю міського транспорту (метрополітену).

До основних задач роботи відносяться: аналіз роботи вокзалу, сервіс-центру, багажного відділення і встановлення недоліків у їх роботі; перевірка виконання на вокзалі правил перевезень пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України; встановлення необхідної кількості квиткових кас та автоматів для попереднього продажу проїзних документів і для продажу проїзних документів у день відправлення; ознайомлення та удосконалення переліку послуг, які надаються пасажирам на вокзалі, в сервіс-центрі та інших підрозділах вокзалу; аналіз доходів, витрат, рентабельності від послуг, які надаються на вокзалі; аналіз можливості застосування технології єдиного квитка; підтвердження техніко-економічними розрахунками запропонованих заходів по удосконаленню послуг на вокзалі і в сервіс-центрі.

Практичне значення одержаних результатів. Розвиток індустрії послуг у країнах з високорозвиненою промисловістю й транспортом є одним із найважливіших явищ сучасного життя. Споживання послуг помітно переважає над споживанням численних матеріальних благ. Світова статистика показує, що частка послуг за минулі 25 років збільшилася у валовому національному продукті розвинених країн з 54 до 65 %, країн що розвиваються - з 40 до 50 %. По закордонним даним, кошти, що вкладено у сервіс, дають вдвічі більше прибутку, ніж вкладені у виробництво техніки. Сервісне обслуговування вносить істотний

вклад у місцеві бюджети міст, областей, країв. Важливе значення при цьому має створення робочих місць сервісними структурами. Для надання сервісного обслуговування населення може бути задіяне до 25 % від основного персоналу, яке забезпечує перевезення. Основні результати роботи апробовано в умовах станцій Харківського залізничного вузла.

Публікації. Три наукових праці за тематикою даної випускної роботи, що відповідає нормативним вимогам щодо присудження кваліфікації магістра.

Ломотько Д.В., Шаповалов А.М. Напрямки удосконалення технології роботи метрополітену. Сучасні інформаційні та комунікаційні технології на транспорті, в промисловості і освіті: Тези XVII Міжнародної науково-практичної конференції (Х, 13-14 грудня 2023 р.). – Д.: УДУНТ, 2023. –с 77.

Ломотько Д.В., Шаповалов А.М., Жуков А.М. Питання ефективної взаємодії високошвидкісної залізниці із міським транспортом. 5-а міжнародна науково-технічна конференція «Інтелектуальні транспортні технології», Харків, 25–27 листопада 2024 р.: Тези доповідей. – Харків: УкрДУЗТ, 2024. С. 210-212.

Ломотько Д. В., Шаповалов А. М., Ткаченко С. М., Золочевський О.Л. Організація мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю автотранспорту VIII Міжнародної науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт та інфраструктура», яка відбудеться 19-21 квітня 2025 р. НУБіП

1 Організація технології швидкісних залізничних пасажирських перевезень

1.1 Аналіз системи організації пасажирських перевезень в сучасних умовах

Ефективність управління пасажирськими перевезеннями залежить від наявності сучасних систем керування, які відповідають умовам транспортного ринку. Робота пасажирського комплексу України в умовах здійснення змішаного руху пасажирських і вантажних поїздів являє собою інтегрований процес, який вимагає управління та координації багатьох технологічних та експлуатаційних функцій і, як наслідок, є невід'ємною складовою загальної системи організації перевізного процесу. Безпосередньо пасажирські перевезення на залізницях України організують за вертикальною схемою, що наведено на рис 1.1.

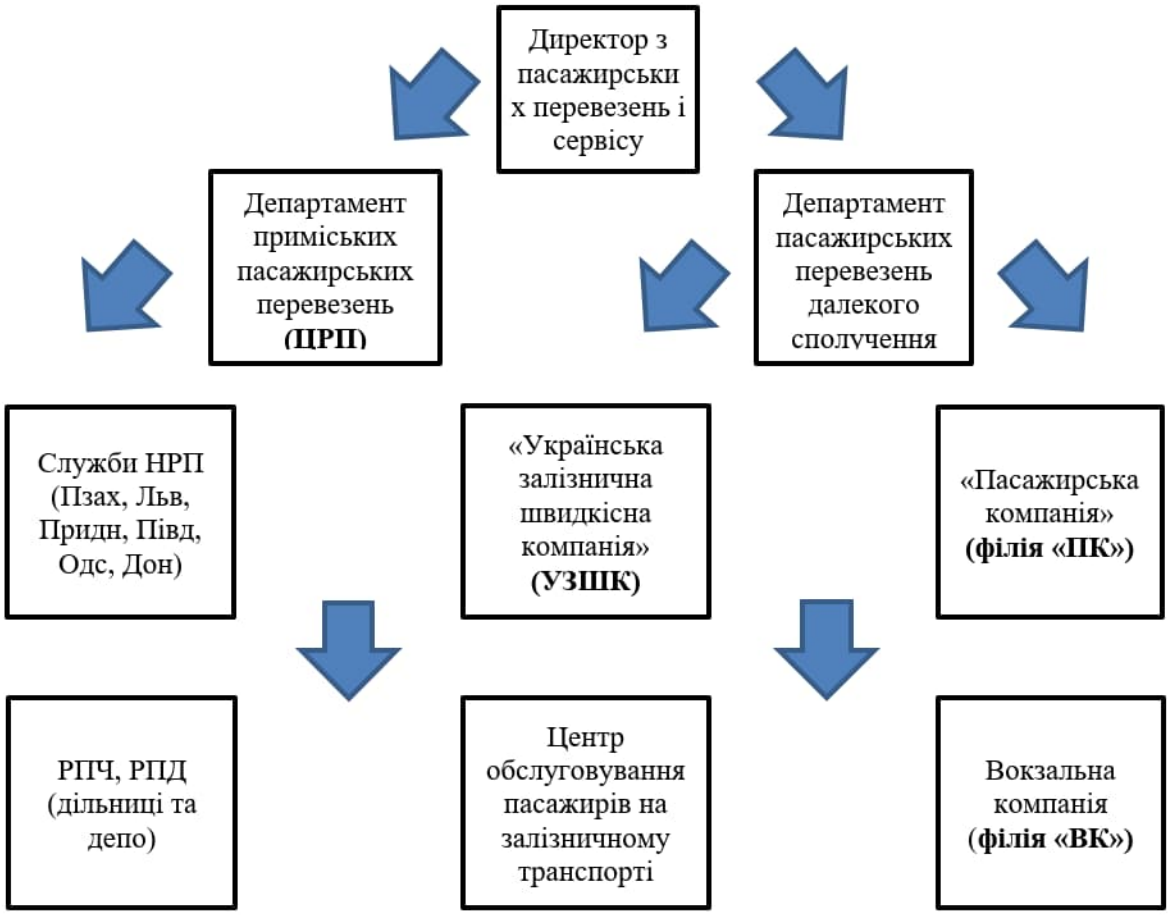


Рисунок 1.1 - Схема управління пасажирськими перевезеннями АТ «Укрзалізниця»

Розклад руху пасажирських і приміських поїздів сполученням у межах однієї регіональної філії - залізниці встановлюється начальником регіональної філії, у межах

двох і більше регіональних філій – АТ Укрзалізниця, у межах двох і більше держав - міжнародними угодами. Додаткова кількість поїздів і додаткова періодичність їх курсування, встановлення додаткових зупинок, а також потреба в будівництві додаткових зупинних пунктів встановлюються угодами між відповідними суб'єктами господарської діяльності та зацікавленими місцевими державними адміністраціями [6].

Сьогодні Україна має розвинену мережу залізниць, експлуатаційна довжина яких складає близько 20 тис. км. Характерною особливістю діючої моделі перевізного процесу є змішаний рух пасажирських і вантажних поїздів. Для пропускання пасажирських поїздів використовується до 30 % пропускної спроможності двоколійних ліній і близько 20 % – одноколійних. За таких умов пасажирський рух з фіксованим розкладом суттєво впливає на розміри вантажного руху. Характеристика основних елементів інфраструктури АТ «Українська залізниця» наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристика основних елементів інфраструктури АТ «Українська залізниця»

Статистичний показник	Значення
Експлуатаційна протяжність головних колій	19 790 км , електрифікованих колій — 9926 км (47,4 %), ширина колії — 1520 мм
Кількість залізничних станцій	1447 од.
Кількість залізничних вокзалів	106 од.
Кількість залізничних переїздів	4198 од.
Парк вантажних вагонів	82,5 тис. од. (з них робочий парк – 62,9 тис. од.)
Парк пасажирських вагонів	4,6 тис. од. (з них робочий парк – 3,1 тис. од.)
Парк тепловозів	2,2 тис. од.
Парк електровозів	1,7 тис. од.
Інвентарний парк дизель-поїздів	302 секції
Кількість фірмових пасажирських потягів	47 од.

Основною продукцією залізничного пасажирського транспорту є транспортна послуга – перевезення пасажирів та їх ручної поклажі в усіх категоріях пасажирських

поїздів і перевезення багажу, вантажобагажу в багажних вагонах. Як наслідок, до додаткової послуги залізницями належать послуги, пов'язані з основною транспортною послугою, що надаються пасажирам під час оформлення проїзду, приймання багажу чи вантажобагажу, перебування в поїзді чи на вокзалі під час повернення невикористаних проїзних і перевізних документів.

Головним об’єктом залізничних пасажирських перевезень є пасажир – фізична особа, яка перевозиться залізничним транспортом на підставі проїзного документа, у тому числі електронного, або є членом організованої групи осіб, яка проїздить на підставі групового проїзного документа. Ці особи вважаються пасажирами з моменту прибуття на вокзал для здійснення поїздки (чи пересадки на інший поїзд) до моменту завершення поїздки. Термін «пасажир(и)» застосовується також до осіб, що перебувають у пунктах продажу проїзних документів, пунктах обслуговування з метою скористатися послугами цих пунктів щодо проїзду залізничним транспортом, перевезення ручної поклажі, багажу, вантажобагажу, отримання довідки тощо [2].

Для обліку особливостей різних груп пасажирів і правил тарифікації пасажирські перевезення на регіональних філіях АТ Укрзалізниця розрізняють за видами сполучення [2, 4]:

- міжнародне залізничне сполучення - перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти між Україною та іноземними державами. Іноді виділяють міждержавне залізничне сполучення - перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти між Україною і країнами СНД та Балтії;

- сполучення пасажирське внутрішнє - перевезення пасажирів, багажу та вантажобагажу в пасажирських, швидких, швидкісних, високошвидкісних поїздах, регіональних поїздах та інших категоріях пасажирських поїздів (вагонів) у межах України між пунктами, розташованими:

а) на мережі однієї залізниці - місцеве;

б) на мережі двох і більше залізниць – пряме;

- сполучення приміське - перевезення пасажирів у межах приміської зони приміськими і місцевими електропоїздами та дизель-поїздами, поїздами,

сформованими з класних вагонів з локомотивною тягою без нумерації місць у вагонах за приміськими тарифами;

- сполучення міське – перевезення пасажирів міськими поїздами в транспортних системах великих міст та їх агломерацій і до першої або другої станції за їх межами.

Приміські перевезення є найбільш масовими: питома вага приміських пасажирів становить близько 75 %. У той же час на приміські перевезення припадає тільки близько 30 % загального обсягу виконаної роботи, яка характеризується невеликою дальністю поїздки приміських пасажирів (у середньому по мережі близько 25 км).

Аналіз стану та розвитку залізничних пасажирських перевезень у країні показав, що на сьогоднішній день, пасажирські перевезення в Україні забезпечуються лише автомобільним та залізничним транспортом. Зокрема, система залізничних перевезень стала критично важливою після подій лютого 2022 року, коли зміни в транспортній системі відбулися внаслідок введення воєнного стану.. В цей непростий час залізниця виявилася надійним і важливим засобом для забезпечення мобільності та безпеки громадян. На сьогоднішній день в Україні всі залізничні перевезення проводяться єдиним оператором АТ УЗ, в якому безпосередньо за організацію пасажирських перевезень відповідають філії ПК та УЗШК.

Проведено аналіз основних показників поїздів категорії Intercity, а також дальнього та регіонального сполучення, який показав, що кількість перевезених пасажирів під час військового стану скоротилася порівняно з попередніми роками, але залишалася на досить високому рівні, а також досягла рекордних показників у напрямку до країн ЄС (рис. 1.2). Середня кількість перевезених пасажирів за період склала 1841 тис. пас./міс (62 тис. пас/добу), з мінімумом 416,5 тис. пас./міс. та максимумом 3451 тис. пас./міс.

Згідно аналізу, зміни в пасажиропотоці та рівні населеності пасажирських поїздів були відзначені, проте залізниця зуміла адаптуватися та відновити певну стабільність до кінця звітного періоду. Це свідчить про високий рівень організаційної та технічної підготовленості залізничного транспорту України навіть

у надзвичайних умовах. Виконано прогноз обсягів перевезень методом потрійного експоненційного згладжування, який показав, що до кінця 2025 року тенеденція у обсягах пасажирських перевезень буде зберігатись, а середньомісячна прогнозна кількість пасажирів складе 1703 тис. пас./міс (56,7 тис. пас/добу).

Також, було визначено основні фактори, що мають вагому роль у формуванні пасажиропотоків, до яких відносяться: сезонність перевезень, доходність перевезень та середня заробітна плата, кількість населення, а також можливі фактори небезпеки, такі як епідеміологічні чи військові обставини.



Рисунок 1.2 - Динаміка кількості перевезених пасажирів поїздами далекого сполучення по Україні, тис. пас. (без евакуаційних поїздів)

1.2 Аналіз вітчизняного досвіду організації швидкісних пасажирських перевезень

Згідно [2, 7] поїзд пасажирський - поїзд, сформований з вагонів, призначених для перевезення пасажирів, багажу та вантажобагажу. Крім того, до пасажирських поїздів належать також поштово-багажні поїзди, що здійснюють перевезення пошти, багажу та вантажобагажу.

Залежно від дальності прямування пасажирські поїзди поділяють на категорії за видами сполучення [7]:

- дальні поїзди, що курсують на відстань більше 500 км;

- місцеві поїзди, що курсують на відстань від 150 до 500 км;

- приміські поїзди, що обертаються на приміських лініях відстанню до 150 км;

- міські поїзди.

Залежно від швидкості поїзди поділяють так [8]:

1 Інтерсіті+ (ІС+) - денний швидкісний поїзд, який курсує у прямому сполученні. Вимоги: маршрутна швидкість 90 км/год і більше при допустимій швидкості до 200 км/год.

2 Інтерсіті (ІС) – денний швидкісний поїзд, який курсує у прямому сполученні. Вимоги: маршрутна швидкість 80 км/год і більше при допустимій швидкості до 160 км/год.

3 Регіональний експрес (РЕ) – денний швидкісний поїзд, який курсує в прямому та місцевому сполученні. Вимоги: маршрутна швидкість 70 км/год і більше при допустимій швидкості до 140 км/год.

4 Регіональний поїзд (Р) – денний швидкий поїзд, який курсує в прямому та місцевому сполученні. Вимоги: маршрутна швидкість 50 км/год і більше при допустимій швидкості до 120 км/год.

Регіональний поїзд – поїзд, сформований із вагонів, обладнаних місцями для сидіння 1, 2 та 3 класів з індивідуальною нумерацією та призначений для перевезення пасажирів у дальньому та місцевому сполученнях.

5 Приміський поїзд (П) – поїзд, сформований з вагонів, призначених для перевезення пасажирів і ручної поклажі (багажу) у приміському сполученні.

6 Міський поїзд (М) – поїзд, сформований з вагонів, призначених для перевезення пасажирів і ручної поклажі (багажу) у міському сполученні з визначеною кількістю місць для сидіння.

7 Нічний експрес (НЕ) – нічний швидкісний поїзд, який курсує в прямому та місцевому сполученні. Вимоги: маршрутна швидкість 70 км/год і більше при допустимій швидкості до 200 км/год, вагони СВ та купейні.

8 Нічний швидкий (НШ) – нічний швидкий поїзд, який курсує у прямому та місцевому сполученні. Вимоги: маршрутна швидкість 50 км/год і більше при допустимій швидкості до 140 км/год, вагони СВ, купейні та плацкартні.

9 Нічний пасажирський (НП) – нічний поїзд, який курсує у прямому та місцевому сполученні. Вимоги: маршрутна швидкість до 50 км/год при допустимій швидкості до 140 км/год, вагони купейні та плацкартні, СВ.

Залежно від рівня комфорту пасажирським поїздам може присвоюватись категорія фірмового або підвищеного комфорту. Присвоєння поїзду категорії фірмового з видачою відповідного свідоцтва здійснює АТ «Українська залізниця» відповідно до положення [9] на підставі заяви начальника регіональної філії-залізниці. Фірмовий поїзд - поїзд, сформований з вагонів, яким присвоєна категорія фірмових. У разі потреби до складу фірмового поїзда можуть включатись нефірмові вагони.

Мережу сполучень поділено на напрямки. Під напрямком розуміється лінійна ув'язка визначеного числа залізничних дільниць, по яких без пересадок прямує значна частина пасажирів прямого сполучення. Напрямки лінійно взаємопов'язані з дільницями, по яких прямують потоки пасажирів середньої та малої потужності, називаються лініями [5]. Основні напрямки курсування швидкісних поїздів АТ «Укрзалізниця» представлено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Схема основних напрямків відправлення і прибуття швидкісних поїздів

Важливим поняттям, що описує процес переміщення пасажирів у транспортній системі залізничних пасажирських перевезень, є пасажиропотік – кількість пасажирів, що перевозяться у визначеному напрямку маршруту або дільниці за одиницю часу (година, доба, місяць, рік). Пасажиропотік обчислюється в прямому та зворотному напрямках [8].

Однією з основних особливостей організації перевізного процесу на залізницях є високий рівень нерівномірності пасажирських потоків. Ці тенденції визначають змінне навантаження на транспортну систему залізниць України, ускладнюють технологію роботи та управління пасажирським комплексом.

Нерівномірність перевезень прийнято класифікувати на просторову і часову складові. Просторова нерівномірність характеризується змінною кількістю пасажирів, перевезених за напрямками (туди і назад) та простежується на незначному рівні в місцевому сполученні порівняно з дальнім, оскільки слабшим є вплив сезонного фактору. Так, у дальньому сполученні особливо значного навантаження на початку літа зазнають залізничні напрямки до Південних районів країни, де розташовані основні курортні бази, та навпаки, з другої декади серпня великий потік пасажирів спрямовується у зворотному напрямку.

Нерівномірність у часі для дальнього та місцевого сполучення визначається зміною інтенсивності пасажиропотоку відповідно до сезонів року, місяців і днів тижня. Слід зазначити, що для дальніх пасажиропотоків характерною є значна сезонна та місячна нерівномірність (літні перевезення, святкові дні, канікули) і менш значними, але присутніми, коливання по днях тижня, тоді як у місцевому сполученні простежується нерівномірність протягом тижня (ефект вихідного дня) і незначний вплив сезонного фактору протягом року.

Виконання швидкісних пасажирських перевезень здійснює Українська залізнична швидкісна компанія (УЗШК). Українська залізнична швидкісна компанія була заснована 22 лютого 2012 року для організації швидкісного руху на теренах

України. Це є перша в Україні компанія з перевезення пасажирів денними швидкісними поїздами ІНТЕРСІТІ+. Сучасні швидкісні поїзди на залізницях України – це кардинально інший погляд на рівень якості перевезення пасажирів та надання сервісних послуг.

На сьогоднішній день Українська залізнична швидкісна компанія — єдиний державний оператор пасажирських залізничних перевезень, в експлуатації якого знаходиться новітній рухомий склад:

• 10 електропоїздів виробництва компанії «Hyundai Rotem» (Республіка Корея)

• 2 поїзда локомотивної тяги виробництва АТ«Крюківський вагонобудівний завод» (АТ«КВБЗ»)

• 2 двосистемні електропоїзди Екр-1 виробництва АТ «КВБЗ»

• 2 електропоїзди виробництва Skoda Vagonka.

Українська залізнична швидкісна компанія створена з метою розширення та покращення комплексу послуг, що надаються пасажирам під час поїздки у швидкісних поїздах. Мережа маршрутів Української залізничної швидкісної компанії має дуже широкий спектр, об'єднані Київ з найбільшими промисловими центрами України, як Запоріжжя, Хпетровськ, Харків, Одеса, а також культурними центрами історичного регіону Галичини: Львовом та Тернополем.

Основними перевагами послуг, які надаються пасажирам швидкісних поїздів Української залізничної швидкісної компанії, є:

• час подорожі (час подорожі денними швидкісними поїздами ІНТЕРСІТІ+ є співрозмірним із аналогічним та не набагато більшим, ніж під час подорожі літаком;

• вартість перевезень (прямими конкурентами за вартістю перевезень є організації, які надають аналогічні за функціональним призначенням послуги, – це авто- та авіатранспорт);

• надійність (залізничний транспорт — найбезпечніший транспорт у світі. Запорукою надійності швидкісних поїздів ІНТЕРСІТІ+ є ще і комплекс систем безпеки руху нового покоління);

• комфорт (подорожі швидкісними поїздами ІНТЕРСІТІ+ є комфортними та зручними для пасажирів за рахунок сучасного рухомого складу із затишним інтер'єром, який створено з урахуванням всіх законів ергономіки);

• зручний розклад руху (розклад руху розроблено з урахуванням максимального попиту пасажирів з відправленням поїздів вранці та ввечері, що дозволяє пасажирам більш оптимально спланувати свій день і здійснити поїздку туди/зворотно протягом доби);

• сервіс (Українська залізнична швидкісна компанія вперше в Україні запровадила концептуально новий підхід в обслуговуванні пасажирів під час перевезень залізничним транспортом, який полягає в наданні комплексу матеріальних і нематеріальних послуг для забезпечення комфортної, швидкої та приємної подорожі).

Основними напрямками розвитку та стратегією компанії є поліпшення умов проїзду пасажирів за рахунок комфортабельних поїздів і висококваліфікованого персоналу.

1.3 Аналіз закордонного досвіду організації швидкісних пасажирських перевезень

Світовий досвід впровадження швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів базується на двох напрямках розвитку, так званих японському та французькому [10, 11]. У першому варіанті розвиток топології мережі орієнтовано на високий попит, при якому реалізуються перевезення близько 100 000 пасажирів на день завдяки високій густоти населення та концентрації економічної діяльності уздовж залізничних ліній (Японія, Китай, Південна Корея, Тайвань). Другий варіант розвитку ґрунтується на мінімізації вартості, тобто орієнтований на більш низькі капітальні та експлуатаційні витрати (Франція, Німеччина, Італія).

У 1964 році була відкрита лінія між містами Осака і Токіо - перша комерційна високошвидкісна залізнична мережа була створена в Японії [12].. Мережа Сінкансен належить компанії Japan Railways Group, ширина її колії європейська - 1435 мм.

Топологія мережі складається з шести спеціалізованих ВШМ ліній і двох ліній, що відомі як “Міні-сінкансен”, що з’єднують міста країни з Токіо. За годину між Токіо і Осакою знаходиться в обороту до 10 составів поїздів, що складаються з 16 вагонів кожний місткістю 1300 місць.

На концептуальному рівні розвиток мереж високошвидкісних магістралей (ВШМ, англ. High Speed Rail або HSR) можна виділити декілька підходів. До першого можна віднести відокремлений розвиток топології мережі, тобто лінії ВШМ повністю ізольовано від загальної залізничної мережі (Японія, Іспанія). Другий напрямок передбачає розвиток розгалуженої мережі спеціалізованих ліній, на яких поїзди здатні розвивати швидкість 250-300 км/год з можливістю часткової взаємодії зі звичайною мережею (Франція). Останній напрямок найбільш економічний – передбачає змішаний варіант розвитку мережі швидкісних сполучень на підставі модернізації існуючих залізничних ліній для можливості руху пасажирських поїздів до 200 км/год (Німеччина, Італія). Даний підхід передбачає застосування пасажирських поїздів, що здатні рухатися коліями звичайної залізничної мережі.

У 1981 році почала свій розвиток французька мережа ВШМ TGV (фр. Train à Grande Vitesse) [13]. Принциповим моментом мережі TGV є використання спеціалізованих ліній, так званих LGV (фр. Ligne à Grande Vitesse – високошвидкісна лінія), на яких поїзд може розвивати швидкість до 320 км/год. У той же час, широко використовуються і звичайні лінії. Цікавими особливостями ліній LGV є горизонтальний профіль колій з ухилом до 40 ‰ та встановлена огорожа вздовж колії. Мережа TGV охоплює міста на півдні, заході та північному сході Франції. Деякі сусідні країни, у тому числі Бельгія, Італія і Швейцарія, побудували свої лінії TGV і включили їх до складу французької мережі. У Німеччині та Нідерландах діє аналогічна і сумісна з TGV залізнична мережа Thalys, а у Велик Британії – Eurostar (рис. 1.4).

На сьогодні мережа знаходиться під управлінням компанії - оператора SNCF, що володіє парком приблизно із 400 составів TGV. Поїзди – багатосистемні і формуються з головних моторних вагонів і проміжних причіпних. Наприклад, состави TGV POS можуть бути сформовані з двох головних моторних вагонів і

певного числа (до 8) причіпних. Системи, аналогічні TGV, діють у Південній Кореї (KTX), Іспанії (AVE) і Сполучених Штатах Америки (Acela).



Рисунок 1.4 - Високошвидкісні магістралі ВШМ в Європі

Високошвидкісна залізнична мережа в Іспанії AVE (ісп. Alta Velocidad Española – Іспанський високошвидкісний) є спеціалізованою мережею колії 1435 мм на якій здійснюються перевезення зі швидкістю до 330 км/год (звичайні іспанські залізниці мають ширину колії 1668 мм). Мережа знаходиться під управлінням компанії-оператора Renfe. В експлуатації перебувають поїзди різних розробників, зокрема поїзди іспанської фірми Talgo, французької Alstom (TGV), німецької Siemens (Velaro).

На відміну від більшості ВШМ мереж, які, як правило, розходяться променями від одного основного пункту (у TGV від Парижа, у Сінкансен - від Токіо), мережа ICE (англ. Intercity-Express – Міжміський експрес) через поліцентричну схему розподілу населення в Німеччині характеризується шістьма гілками, що прямують з півночі на південь, і двома - зі сходу на захід [10]. Мережа ICE не розроблялась як спеціалізована система, і тому широко використовується змішаний рух поїздів як по звичайних лініях зі швидкістю до 160 км/год, так і по спеціалізованих – до 350 км/год. Окрім міст Німеччини, поїзди ICE мають кінцеві пункти зупинки в Амстердамі, Базелі,

Брюсселі, Відні, Парижі та інших містах поруч розташованих держав. Залежно від значущості різні дільниці обслуговуються поїздами раз у півгодини, раз у годину або раз у дві години, за так званим циклічним або періодичним графіком руху поїздів [10].

Відомі рішення, які спрямовані на загальну задачу підвищення популярності швидкісного залізничного транспорту, найбільш часто відносять до наступних основних напрямів розвитку сервісу пасажирських перевезень на транспортно-пересадочних вузлах (ТПВ), зокрема:

- розвиток нових швидкісних магістральних видів транспорту;
- розвиток елементів інтелектуальних транспортних систем за рахунок встановлення детекторів руху, адаптивних інформаційних табло, засобів дистанційної діагностики, прогнозування транспортних ситуацій;
- впровадження інтеграційних рішень в області проїзних документів, створення комплексної тарифної політики, використання єдиного інтермодального квитка та автоматизація системи продажів;
- створення системи «перехоплюючих» автопаркінгів або терміналів міського транспорту;
- розширення міської транспортної мережі для перевезень транзитних пасажирів та розширення мережі метрополітену;
- збільшення провізної і пропускної спроможності міських та міжміських магістралей;
- впровадження сучасних науково-обґрунтованих методів, техніки і технологій для аналізу і
- створення системи прискореної доставки дрібних вантажів і багажу швидкісним залізничним транспортом.

Враховуючи економічний розвиток України, прийнятним є впровадження концепції руху пасажирських поїздів зі швидкостями до 160 км/год на базі існуючої модернізованої інфраструктури з можливістю в перспективі збільшення швидкості. Важливою фазою розвитку пасажирського сектора залізниць в Україні є створення міжнародних швидкісних пасажирських коридорів поряд з експлуатацією сучасних

міжрегіональних денних поїздів, зокрема Hyundai Rotem Electric Multiple Unit (EMU) та Skoda Vagonka.

Висновок з розділу

Актуальність завдання удосконалення швидкісних перевезень полягає в тому, що, по-перше, розвиток сервісу в швидкісних пасажирських перевезеннях стає основою для залучення користувачів залізничного транспорту і підвищення рентабельності перевезень; по-друге, робота залізничного транспорту в умовах старіння пасажирського вагонного парку вимагає розвитку ремонтної бази, що неможливо без залучення додаткових інвестицій і контингенту працівників на залізничний транспорт. Це завдання може бути вирішено за рахунок надання додаткових сервісних послуг і зміни форм обслуговування на вертикальну. На сьогоднішній день, сервісне обслуговування пасажирів при швидкісних перевезеннях є дуже актуальною проблемою для всіх її структурних підрозділів АТ Укрзалізниця та УЗШК.

Проведене дослідження існуючої системи організації швидкісних пасажирських перевезень на вітчизняних залізницях та в передових країнах Європи. За результатами дослідження було встановлено, що застосування логістичної концепції управління залізничним пасажирським комплексом за умови максимального задоволення платоспроможного попиту пасажирів на перевезення дозволить вирішити найбільш важливі задачі організації швидкісних пасажирських перевезень та підвищити рівень транспортного сервісу. В тому числі це дозволить удосконалити існуючу технологію перевезень, надавши їй властивості адаптації, оптимізувати розробку та уточнення плану формування, схем обігу та графіку руху пасажирських поїздів, і на цій основі суттєво підвищити якість перевізного процесу, знизивши при цьому експлуатаційні витрати на нього.

Аналіз стану та розвитку залізничних пасажирських перевезень у країні показав, що зміни в пасажиропотоці та рівні населеності пасажирських поїздів були, але АТ Укрзалізниця зуміла адаптуватися та відновити певну стабільність до кінця звітного періоду. Це свідчить про високий рівень організаційної та технічної

підготовленості залізничного транспорту України навіть у надзвичайних умовах.

Середня кількість перевезених пасажирів в Україні залізницями за період склала 1841 тис. пас./міс (62 тис. пас/добу), з мінімумом 416,5 тис. пас./міс. та максимумом 3451 тис. пас./міс. Виконано прогноз обсягів перевезень методом потрійного експоненційного згладжування, який показав, що до кінця 2025 року тенеденція у обсягах пасажирських перевезень буде зберігатись, а середньомісячна прогнозна кількість пасажирів складе 1703 тис. пас./міс (56,7 тис. пас/добу).

Таким чином, саме розвиток сектора сервісних послуг підвищує привабливість основного виду обслуговування – швидкісних перевезень пасажирів. Такі сервісні послуги, як єдиний квиток на залізничне перевезення, зручна взаємодія з іншими видами транспорту, єдине залізничне-міське сполучення повинні підтримувати беззбиткове функціонування АТ Укрзалізниця.

2 Технологія організації вітчизняних швидкісних пасажирських перевезень

2.1 Перспективні види швидкісного рухомого складу, що обслуговує пасажирів

На сьогоднішній день основними видами швидкісного рухомого складу, що обслуговує пасажирів, є поїзди ЕКр1 і 1.5 - HRCS2. Схеми вагонів, які використовуються в перевезеннях представлені на рисунках 2.1 - ЕКр1 і 2.2 - HRCS2.



Рисунок 2.1 – ЕКр1 Тарпан. Виробник – Крюківський завод.

Технічна характеристика ЕКр1 Тарпан.

Рід струму і напруга в контактній мережі - постійний 3 кВ; змінний 25кВ;

Конструкційна швидкість – 200км/год;

Максимальна робоча швидкість – 160 км/год;

Число вагонів у складі – 9;

Пасажиромісткість – 612 чол.;

Довжина вагона – 26 696 мм.;

Ширина – 3 420 мм.;

Висота – 4 400 мм.;

Матеріал вагона - нержавіюча сталь;

Гальмування – електричне, електропневматичне, пневматичне;

Системи безпеки – КЛБУ, ТСКБМ, система поглиблення енергії при лобових зіткненнях до 2 МДж..

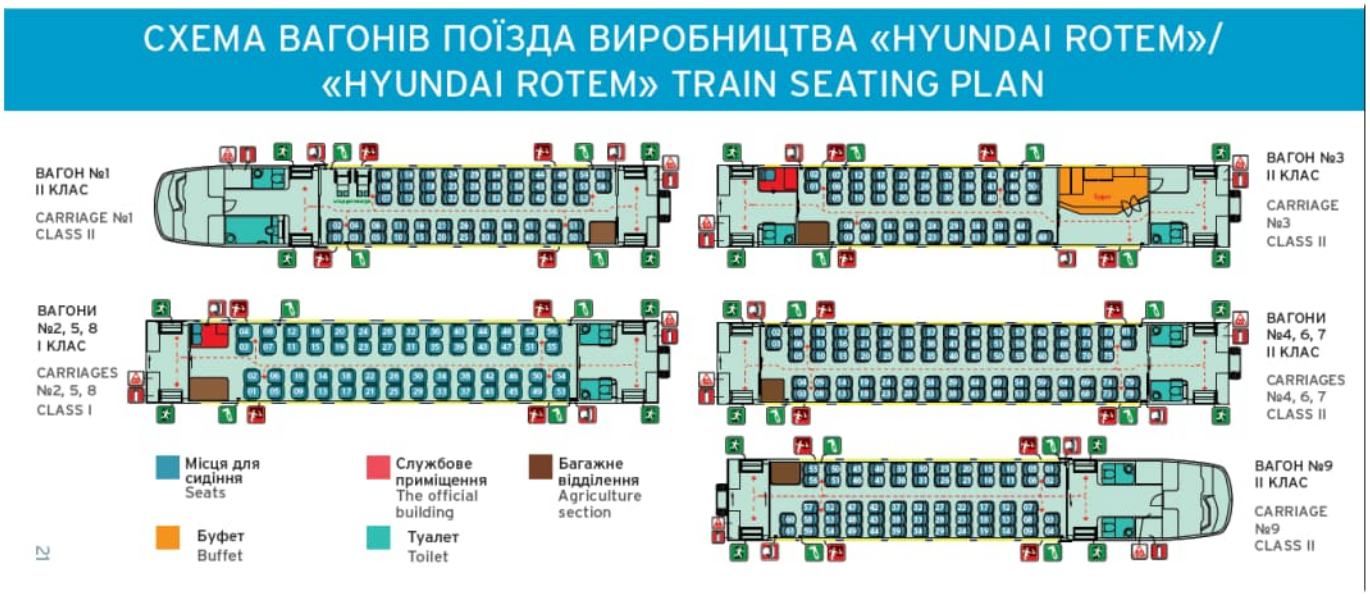


Рисунок 2.2 – HRCS2. Виробник – «Hyundai Rotem».

Технічна характеристика HRCS2.

Рід струму і напруга в контактній мережі - постійний 3 кВ; змінний 25кВ;

Конструкційна швидкість – 176км/год;

Прискорення – 0,7 м/с^2;

Число вагонів у складі – 9;

Пасажиромісткість – 579 чол.;

Довжина вагона – 21 700 мм.;

Ширина – 3 000 мм.;

Висота – 4 275 мм.;

Матеріал вагона - оцинкована сталь, алюміній;

Гальмування – електричне, електропневматичне, пневматичне.

Багажний вагон представлений на рисунку 1.4 і 1.5 призначенні для перевезення багажу у складі пасажирських поїздів.

Кузова виготовлені з нержавіючої сталі, встановлені жорсткі зчіпні пристрої, міжвагонні переходи герметичні. Поїзд має кліматичну систему нового зразка, буфет,

вакуумні туалети закритого типу, теплий тамбур, автоматичну діагностику всіх систем, у тому числі автоматичний контроль нагрівання букс.

Кожен вагон обладнаний потужною власної акумуляторної батареєю, що забезпечує тривале підтримання працездатності обладнання та систем безпеки в аварійних ситуаціях. Якщо в результаті аварійної ситуації акумуляторна батарея вийде з ладу, живлення систем безпеки у вагоні буде здійснюватися від сусіднього вагона, що значно підвищує живучість електропоїзди. У вагонах застосована електроповітряна система опалення пасажирських салонів, при цьому необхідну електричну потужність для цих цілей виробляють спеціальні трансформатори, розташовані в головних вагонах.

Вагон має 8 тягових двигунів, з загальною номінальною потужністю тягового приводу-4000 кВт, в режимі розгону потужність приводу досягає 5280 кВт, що забезпечує високі динамічні якості поїзда.

З метою забезпечення безпеки в кожному пасажирському салоні і кожному тамбурі встановлені відеокамери спостереження, зображення з яких записується на спеціальний сервер великої ємності, що дозволяє в разі необхідності переглянути всі події, що відбувалися в ході руху за кілька днів. У поїзді застосовані вхідні прислонно-зсувні двері, що забезпечують високу щільність, разом з тим вони обладнані функцією виключає защемлення пасажира. Всі операції, пов'язані з відкриттям і закриттям дверей супроводжуються голосовими повідомленнями.

2.2 Аналіз науково-прикладних розробок з удосконалення системи пасажирських перевезень

Останнім часом перспективним вважається розділення пасажирського та вантажного рухів, у цілому, позитивно вплине на якість перевезень пасажирів, які стануть більш комфортні та швидкі. Такі новації нададуть можливість населенню зекономити час на здійснення поїздок та пожвавити їх ділову активність у всіх сферах. Для запровадження швидкісного пасажирського руху проводиться комплекс

робіт для модернізації інфраструктури та подальше розділення залізничних ходів на вантажні та пасажирські.

Система організації пасажирських перевезень перебудовується за європейськими стандартами, серед яких є зменшення збитковості пасажирського сектора та зміна якості надання послуг пасажирам. Зокрема, для покращення обслуговування пасажирів, АТ Укрзалізниця здійснюється низка заходів: запровадження швидкісного пасажирського руху, придбання пасажирського рухомого складу нового покоління (електропоїздів Hyundai і Skoda), покращення сервісу тощо.

Досвід організації швидкісних пасажирських перевезень в сучасних умовах свідчить про планування руху на основі узагальнених маркетингових спостережень та експертного досвіду наближеним способом, визначаючи розміри руху рухомого складу, кількість, схеми обертання та склади пасажирських поїздів, виходячи із фактичних обсягів перевезень відповідного минулого періоду. В свою чергу, нові потреби у перевезеннях, що виникають після введення графіку руху, потребують проведення корегуючих заходів, які повинні забезпечити відповідність обсягів пасажирського руху структурі і параметрам пасажиропотоків.

Практика встановлення строків призначення та відміни швидкісних пасажирських поїздів, періодичності та схем їх курсування, оперативного регулювання композицією составів в залежності від коливань пасажиропотоків отримала назву системи оперативного регулювання пасажирськими перевезеннями [16].

Перші теоретичні та практичні дослідження можливості реалізації технологій оперативного регулювання пасажирськими перевезеннями на залізницях почалися вже на початку 70-х років минулого сторіччя, обґрунтовано важливість реалізації регулювальних заходів, що дозволяють забезпечити відповідність розмірів пасажирського руху попиту на перевезення в межах розвитку функцій систем резервування, що спрямовано на управління пасажирськими перевезеннями.

Проведені наукові дослідження в сфері організації пасажирських перевезень підтверджують ефективність і перспективність застосування на залізницях систем

оперативного планування та регулювання пасажирськими перевезеннями. Відповідно до сучасних розробок [20, 21, 22] необхідно забезпечувати реалізацію вище зазначених технологій на основі маркетингових досліджень з використанням сучасних інтелектуальних технологій.

Питання регулювання розмірів пасажирського руху розглядались у багатьох роботах [16, 23, 24, 25, 26, 27]. У всіх роботах підтверджується, що основний принцип формування системи регулювання пасажирськими перевезеннями всіх сполучень виходить з умов утримання ресурсів перевізного процесу в межах освоєння змінного попиту на перевезення за рахунок послідовного застосування регулювальних заходів на основі прогнозування. За таких умов система регулювання пасажирськими перевезеннями передбачає освоєння незначних коливань пасажиропотоку за рахунок зміни загальної місткості составів швидкісних пасажирських поїздів, що обертаються, а на стадії значної зміни попиту на перевезення – за рахунок зміни розмірів їх руху. До першої групи відносяться такі заходи, як перехід на літні схеми формування поїздів та оперативна зміна составів, до другої – відміна поїздів на напрямку або введення в обіг додаткових поїздів [16, 28].

Для оперативного регулювання перевезеннями на залізницях Німеччини (DBAG), Франції (SNCF), Англії (Virgin Trains), Eurostar, Thalys в Європі та Amtrak в США активно використовують системи управління доходами на основі регулювання тарифів на перевезення та аналізу доходів і збитків по кожному напрямку курсування поїзду [33, 34, 35]. Порівняння варіантів застосування регулювальних заходів виконується на основі аналізу даних системи резервування і управління доходами. В діючій системі RailCap (Франція) критерієм призначення додаткового вагону або поїзду є прибуток, оцінений на основі порівняння втрати доходів через брак місць з витратами по альтернативному варіанту додаткового призначення, у тому числі витрати на тягу, оплату праці бригади обслуговування, платню за користування пропускною спроможністю і по інших статтях, включаючи порожній зворотній рейс в основне депо або варіант відстою в очікуванні більш економічно вигідного зворотнього рейсу [36].

На основі досліджень [25, 37] та діючої методики на вітчизняних залізницях в якості основних критеріїв відміни і призначення пасажирських поїздів приймають показники їх населеності, визначені через коефіцієнт використання місткості. Нижній рівень використання місткості пасажирського поїзда визначають на основі техніко–економічних розрахунків за умови рівності витрат, що пов'язані з експлуатацією поїзда і доходів від реалізації проїзних документів з урахуванням заданої рентабельності перевезень. Максимальний рівень використання місткості залежить в основному від характеру розподілу густоти пасажиропотоків по дільницях проходження поїздів.

Аналіз організації системи оперативного регулювання перевезеннями в цілому по Укрзалізниці свідчить, що критерії мінімально та максимально припустимої населеності пасажирських поїздів залізниці визначають на середньомережевому рівні та приймають мінімальний рівень населеності поїзда у 80%, а максимальний – встановлюють експертним шляхом окремо для різних напрямків або зовсім не визначають. Не в усіх випадках враховується зміна вказаних показників по категоріях поїздів, періодах року та характеру пасажиропотоків.

Досвід сучасних технологій організації швидкісних пасажирських перевезень на залізницях Європейського Союзу вказує на необхідність та важливість застосування при вирішенні задач регулювання рухом сучасних методів математичного моделювання, на підставі яких є можливою швидка адаптація до змін попиту на перевезення в умовах конкуренції на ринку транспортних послуг. Передовими науковцями країн західної Європи досліджуються задачі визначення раціональних маршрутів прямування та розробки графіка руху пасажирських поїздів, а також вибору типу і періодичності їх курсування по кожному напрямку за допомогою розробки більш гнучких технологій на основі використання сучасних математичних методів, таких як теорія нечітких множин, нейронних мереж, генетичних алгоритмів, тощо [33, 38].

Процеси інтеграції до Європейської системи пасажирських перевезень та зростання конкуренції на ринку транспортних послуг України вимагають застосування якісно нових концепцій управління залізничним пасажирським

комплексом, які здатні реагувати на умови коливання ринкового середовища і на пріоритети споживачів, які постійно змінюються. В таких умовах застосування логістичних підходів до управління пасажиропотоками і супутніми їм матеріальними, фінансовими, інформаційними та іншими зовнішніми і внутрішніми потоками пасажирського господарства є одним із значних чинників для отримання переваги на ринку пасажирських перевезень. В роботах [44, 45,] представлено пропозиції щодо удосконалення існуючої технології пасажирських перевезень на основі впровадження логістичних принципів в організацію руху і реалізацію на їх основі технології мультимодальних пасажирських поїздів.

Використання логістичних принципів в пасажирських перевезеннях, прогнозування, управління і контроль пасажиро- та поїздопотоків, створення інтелектуального інформаційного середовища в транспортних системах [32, 33, 34] - це один з основних напрямків в дослідженнях вчених Українського державного університету залізничного транспорту.

Вокзальні комплекси на залізничному транспорті часто перетворюються на багатофункціональні ТПВ, що забезпечують зменшення тривалості зручної та безпечної пересадки для пасажирів [33]. Для уникнення незручностей при пересуванні по ТПВ пропонується раціоналізація маршрутів прямування пасажиропотоків при здійсненні пересадки [32, 33] та підвищення рівня інформаційного забезпечення [35], що дозволить враховувати особливості мультимодальної технології перевезення пасажирів шляхом узгодження руху пасажирського транспорту.

Створенню математичних моделей оптимізації або синхронізації розкладів руху транспортних засобів в мережі описано в роботах багатьох авторів. Наприклад, для перевезень за участю автобусів використовується математична модель синхронізації лінійного цілочисельного програмування [38]. Оскільки найчастішим випадком є взаємодія транспортних засобів в системах з одним ТПВ, завдання узгодження вирішується за допомогою теорії розкладів шляхом застосування «одноприладових» методів зі зворотними критеріями максимізації [36] або мінімізації цільової функції зваженого числа запізнілих вимог [37].

Таким чином актуальним є вирішення завдання наукового обґрунтування можливості формування адаптивної технології мультимодальних міжрегіональних пасажирських перевезень на основі оперативного регулювання плану формування поїздів Інтерсіті, Інтерсіті+ на станціях їх обороту в умовах функціонування систем підтримки прийняття рішень (СППР).

2.3 Аналіз сучасних інформаційних систем залізничних пасажирських перевезень

Автоматизована система керування пасажирськими перевезеннями на залізницях України (АСК ПП УЗ) являє собою територіально розгалужену інформаційно-аналітичну систему, яка працює в реальному масштабі часу за єдиним технологічним процесом обслуговування пасажирів і працівників залізниць. В системі функціонує більше 34 функціональних задач.

Метою створення і розвитку АСК ПП УЗ є автоматизація цілої низки технологічних функцій для об’єднання в одній системі процесів, що пов'язані з обліком місць у поїздах, оформленням проїзду пасажирів і перевезень багажу, обліком ремонту та експлуатації пасажирських вагонів, інформаційним забезпечення пасажирів і персоналу залізниць, фінансовим обліком і розподілом доходів, статистичним аналізом показників.

Система охоплює всі рівні керування перевізним процесом через вирішення функціональних завдань на автоматизованих робочих місцях (терміналах), які встановлюються для всіх працівників залізниць, діяльність яких пов’язана з використанням можливостей системи.

АСК ПП УЗ є інтегрованою системою, до якої входять такі блоки автоматизованих систем – складових АСК ПП УЗ:

- АС „Керування обчислювальним процесом”. Основними завданнями системи є протоколювання дій користувачів і перегляд протоколів, вирішення завдань перегляду та зміни опису терміналів; авторизація користувачів для роботи в системі;

контроль кількості транзакцій, що одночасно виконуються в системі; поточний та комплексний контроль інформації, що вводиться користувачами;

- АС „Оформлення проїзду (перевезень)". Автоматизація всіх квитково-касових операцій у внутрішньодержавному і міждержавному сполученнях;

- АС „Облік дохідних надходжень та їх розподіл". Система здійснює трирівневий облік та фінансовий контроль на підставі фінансово-статистичної звітності (пункт продажу, залізниця, Укрзалізниця). Основою для формування фінансових документів є інформація таблиць бази даних системи, де зберігається вичерпна інформація про всі, без винятку, операції, що виконувалися над проїзними, перевізними документами та квитанціями на послуги;

- АС „Інформаційно-пошукові системи" (ІПС). Система призначена для своєчасного забезпечення підсистем АСК ПП УЗ нормативно-довідковою інформацією стосовно об'єктів адміністративно-територіального устрою, необхідною для опису інших об'єктів інформаційної бази АСК ПП УЗ, таких як залізниці, відділки та підприємства залізниць, станції залізничного сполучення, інформаційно-обчислювальні центри, термінали, а також для забезпечення діючими тарифами та пільгами;

- АС „Аналітично-інформаційна робота". Система призначена для інформаційного забезпечення спеціалістів Укрзалізниці при підготовці рішень щодо підвищення ефективності пасажирських перевезень на підставі аналізу багатофакторної інформації стосовно предметної області, а саме оперативного аналізу економічних, фінансово-статистичних та експлуатаційних показників транспортного процесу;

- АС „Регулювання транспортного процесу". Система забезпечує введення нормативно-довідкової інформації про поїзди (розклад руху, інформація про місця для продажу) у бази даних АСК ПП УЗ, її підтримку в актуальному стані та виконання обміну інформацією по поїздах з іншими обчислювальними центрами мережі залізниць;

- АС „Термінальне обладнання". Термінальне обладнання системи включає автоматизовані робочі місця касирів, довідкових бюро, операторів ДТМ, технологів

ІОЦ, пасажирських служб, працівників Головного пасажирського управління, довідкові термінали та виносні табло;

- АС „Пасажирське господарство” складається із двох підсистем:

а) АС „Вагонний парк”. Реалізацією цієї підсистеми є автоматизована система управління експлуатацією, ремонтом пасажирських вагонів та обслуговуванням пасажирів у поїздах (АСУ ЕРПВ). АСУ ЕРПВ дозволяє управляти парком вагонів для формування пасажирських поїздів, технічним обслуговуванням і плановим ремонтом, сервісним обслуговуванням пасажирів у поїздах;

б) АС „Вокзальне господарство”. Система призначена для вирішення таких завдань: стеження за якістю сервісного обслуговування пасажирів на вокзалах; підготовка проекту плану на капітальний ремонт вокзального господарства; маркетингові дослідження і підготовка пропозицій щодо надання транспортних та інших послуг пасажирам; організація та контроль багажних перевезень на станціях, вокзалах у межах відділення залізниці; контроль наявності інвентарю та виключення його з майна підприємств тощо;

- АС „Комплексна система захисту інформації”. Основним призначенням даної АС є забезпечення запобігання несанкціонованому доступу в систему, виконання функції захисту програмного забезпечення та інформації в базі даних АСК ПП УЗ;

- АС „Сервіс”. Система повинна забезпечувати у всіх видах сполучень (у тому числі у приміському) формування та надання користувачам інформації щодо організації перевезень та щодо інших видів транспорту, а також про навність місць у

Основним недоліком існуючої системи автоматизованого управління пасажирськими перевезеннями є відсутність функцій системи підтримки прийняття рішень у вирішенні питань врахування коливань пасажиропотоків протягом певних періодів часу з метою регулювання плану формування пасажирських поїздів.

Висновок з розділу

На сьогоднішній день, сервісне обслуговування пасажирів на вокзалі є дуже актуальною проблемою для всіх її структурних підрозділів. Актуальність проблеми

полягає в тому, що, по-перше, розвиток сервісу в пасажирських перевезеннях стає основою для залучення користувачів залізничного транспорту і підвищення рентабельності перевезень; по-друге, робота залізничного транспорту в умовах дефіциту вагонного парку і прискореного його старіння вимагає розвитку ремонтної бази, залучення додаткових інвестицій і контингенту працівників на залізничний транспорт за рахунок надання додаткових сервісних послуг і кардинальної зміни форм обслуговування.

Застосовано комплексний підхід до проблеми формування сучасного механізму управління підприємствами пасажирського господарства в умовах сучасного ринку, який дозволить радикально вирішити проблему підвищення ефективності пасажирських перевезень в дальньому сполученні на ВШМ.

Таким чином актуальним є вирішення завдання наукового обґрунтування можливості формування адаптивної технології міжрегіональних пасажирських перевезень на основі оперативного регулювання плану формування поїздів Інтерсіті, Інтерсіті+ на станціях їх обороту в умовах функціонування систем підтримки прийняття рішень (СППР).

За результатами дослідження було встановлено, що застосування логістичної концепції управління залізничним пасажирським комплексом (ТПВ) за умови максимального задоволення попиту населення на перевезення дозволить по-новому поставити та вирішити найбільш важливі задачі організації мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень за участю автотранспорту. Це дозволить удосконалити існуючу технологію перевезень, надавши їй властивості адаптації, оптимізувати розробку та уточнення плану формування, схем обігу та графіку руху пасажирських поїздів, знизивши при цьому експлуатаційні витрати на нього, і на цій основі суттєво підвищити якість перевізного процесу.

3 Аналіз роботи вокзалу станції Х

3.1 Загальна характеристика вокзалу станції Х

Згідно [1] вокзал - комплекс будівель та споруд або одиночне будівля, що знаходяться в пункті пасажирських перевезень залізничних шляхів сполучення, призначений для обслуговування пасажирів і обробки їх багажу. Залежно від роду шляхи сполучення розрізняють вокзали залізничні, морські, річкові, аеровокзали, автобусні та комплексні, що поєднують кілька видів вокзалів.

Пасажирський вокзал станції Х розташований на головному ходу магістралі, яка з'єднує центральний і південний, західний та східний райони України. Місто Х – обласний центр з населенням близько 1,5 млн. чоловік, розвиненою машинобудівною, металургійною, хімічною та легкою промисловістю. Розташування промислових підприємств у межах міста і в безпосередній близькості від станції Х, а також оточення міста непромисловими районами, що постачають місто трудовими ресурсами, визначають характер роботи вокзалу станції Х.

Залізничний вокзал станції Х є виробничим підрозділом філії «Вокзальна компанія» АТ «Українська залізниця», являє собою сукупність будівель, споруд і обладнання, призначених для обслуговування пасажирів. Призначення вокзалу – обслуговування пасажирів дальнього, місцевого та приміського сполучення. Вокзал є позакласним.

Характер експлуатаційної роботи – змішаний. Далекий і приміський рух не відокремлені. Використовується змінна спеціалізація приймально–відправних колій. У зв'язку зі схемою пасажирської станції Х - наскрізного типу, ускладнено технологічний зв'язок пасажирської будівлі з проміжними платформами. Для забезпечення останнього використовуються пішохідний міст та тунель.

Так як вокзал станції Х вміщує понад 1 500 чоловік, він відноситься до найбільших вокзалів. Організація високоякісного обслуговування в умовах вокзалів, сервіс-центрів та ТПВ з надання послуг також повинна враховувати специфіку внутрішньорічної нерівномірності пасажиропотоку. Так, дослідження нерівномірності обсягу наданих послуг на ТПВ станції Х показують наявність

характерних максимумів та мінімумів – у різні періоди року. Кількість проданих проїзних документів пасажирам окремо в приміському та дальньому сполученні на дослідному вокзалі за 2022-2024 роки наведено в таблиці А.1, а її статистичні характеристики – у таблиці А.2 додатку А. Динаміку пасажиропотоку ТПВ станції Х наведено на рис. 3.1.

Аналіз показує, що математичне очікування середньодобової кількості пасажирів ТПВ станції Х у приміському сполученні складає 7865 пас./добу, а у далекому – 8147 пас./добу (без евакуаційних поїздів). Коефіцієнти варіації показників склали відповідно 0,3644 та 0,3326, що свідчить про відносну стабільність пасажиропотоку та його середню внутрішньорічну нерівномірність.

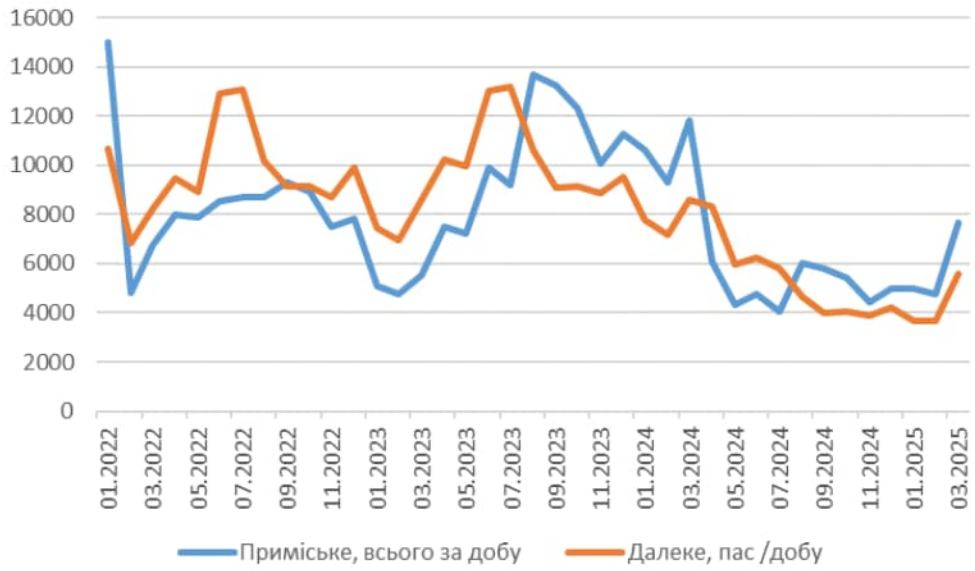


Рисунок 3.1 – Динаміка пасажиропотоку ТПВ станції Х (без евакуаційних поїздів)

Для забезпечення інтермодальних технологій перевезення пасажирів можливо використати основний тип швидкісного електропоїзду Hyundai. Міжрегіональний електропоїзд подвійного струму серії Hyundai HRCS2 призначений для швидкісних перевезень пасажирів у вагонах підвищеної комфортності. Базова модель електропоїзда Hyundai спроектована і побудована відповідно до українського умовами - він розвиває швидкість до 160 км / год. Всі вузли і механізми поїзда адаптовані до кліматичних, ландшафтних, технологічних умов, інфраструктури і

технічним вимогам ПАТ «Укрзалізниця». Ці фактори істотно вплинули на тривалість прямування та обігу в цілому для цих поїздів.

Нерівномірність перевезень ускладнює роботу залізниць з організації перевізного процесу та завдання транспорту в питанні повного та якісного задоволення населення в перевезеннях. Вона потребує створення великих резервів рухомого складу, трудових ресурсів, пропускної спроможності станцій, вокзалів та перегонів для освоєння максимальних (пікових) обсягів перевезень.

3.2 Технічна характеристика вокзалу

Для забезпечення безперебійної роботи на вокзалі встановлено відповідне обладнання та оснащення функціонального призначення, а саме: технологічне обладнання та інженерне устаткування;

До основного технологічного обладнання вокзалу для квитково-касових операцій належать автоматизована система керування пасажирськими перевезеннями АСК ПП УЗ, якою обладнані 16 кас попереднього продажу квитків, 10 кас далекого сполучення, 3 каси бюро замовлень, 2 каси Сервіс-Центру, філія Сервіс – Центру. Бюро замовлень квитків обладнане міським телефонним зв'язком та підключене до системи АСК ПП УЗ.

Для механізації та автоматизації квитково-касових операцій під час обслуговування пасажирів приміського сполучення використовуються реєстратори розрахункових операцій (РРО) «СПЕККА-00» (13 апаратів, із них 2 резервних), MINI-400 (3 апарата).

Робоче місце квиткового касира, який працює в АСК ПП УЗ, являє собою комплекс технічних і організаційних засобів, що дозволяють йому кваліфіковано виконувати операції з оформлення проїзних документів. Воно складається зі збірної квиткової каси з переговорним пристроєм «Діалог-2М» та апаратури системи АСК ПП УЗ, до якої входять дублюючий монітор, монітор, клавіатура, системний блок, модем зв'язку (не для всіх терміналів), друкувальний пристрій, стабілізатор напруги.

У цокольному поверсі будівлі розташовані автоматичні камери зберігання, обладнані 20 секціями на 180 комірок, камери зберігання ручної поклажі на 140 місць.

Довідкове бюро знаходиться у кімнаті №8 західного крила вокзалу, обладнане телефонами міського і комутаторного зв'язку, в ньому передбачено 4 робочих місця, 4 термінали АСК ПП УЗ, які працюють у режимі отримання довідки без пріоритету.

До довідково-інформаційної системи вокзалу належать :

табло відправлення поїздів;

табло наявності місць;

стенди розкладу руху поїздів по напрямках;

стенд розкладу руху приміських поїздів.

Для оплати всіх послуг, що надаються на вокзалі застосовуються реєстратори розрахункових операцій (РРО) «MINI – 400» у кількості 22 одиниці.

З метою забезпечення обслуговування пасажирів за пластиковими картками «VISA», «Eurocard», «Mastercard» та оформлення безготівкової оплати вартості проїзду та послуг встановлені POS – термінали в касових вікнах.

Східний зал очікування (зал очікування №3) обладнаний типовими сидіннями для короткочасного відпочинку пасажирів, у західному залі очікування (зал очікування №1) встановлено м'які сидіння та 6 телевізорів.

Для навантаження, розвантаження і транспортування багажу і вантажобагажу є 1 трактор, 1 електротягач, 2 електровізки. Для підзарядки акумуляторів обладнано приміщення акумуляторної.

До інженерного устаткування відноситься обладнання систем, які забезпечують життєдіяльність та роботу інфраструктури вокзалу, в т.ч. системи: енергозабезпечення; водопостачання ; теплопостачання; каналізації; відеоспостереження; зв’язку, сигналізації та ін.

Теплопостачання та гаряче водопостачання пасажирської будівлі здійснюється від центральної газової котельні дирекції АТ «Укрпошта». Будівлю вокзалу обладнано системою вентиляції та кондиціювання.

Систему освітлення вокзалу організовано автономно від системи освітлення станції з власними силовою і щитовою установками, а також аварійною системою енергопостачання. За надійністю енергозабезпечення вокзал належить до першої категорії, оскільки розрахункова місткість приміщень перевищує 300 пасажирів.

У будівлі вокзалу встановлено електронні годинники, зовнішні та внутрішні світлові покажчики. Для контролю та здійснення оперативного запису візуального спостереження за об'єктами на території вокзального комплексу, організовано роботу інженерного центру.

3.3 Основні послуги, що надаються пасажирам на вокзалі

На вокзалі станції Х у зв'язку зі специфікою його роботи всі послуги, що надаються населенню, поділяються на наступні окремі самостійні групи:

- Основна і підсобно-допоміжна діяльність.
- Профільні та непрофільні.
- Специфічні та неспецифічні.
- Традиційні та нетрадиційні.
- Базові та додаткові.

Послуги основної та підсобно-допоміжної діяльності здійснюються згідно з номенклатурою витрат відповідно по основній та підсобно-допоміжній діяльності філії.

До профільних послуг відносяться послуги, які пов'язані безпосередньо з основною діяльністю філії по забезпеченню перевезень пасажирів, багажу та вантажобагажу; до непрофільних – послуги, що не пов'язані з перевезенням пасажирів, в т.ч.: побутові, комунальні, зв'язку (кімнати відпочинку, послуги глобальної інформативної мережі «Інтернет» і т.п.).

Специфічні - це послуги, які надаються тільки на залізничному транспорті (резервування місць та продаж і оформлення проїзних документів, зберігання та оформлення багажу та інші); неспецифічні послуги – послуги культури, зв'язку, побутові послуги та ін.

Базова послуга – це послуга, яка має відпрацьовану технологію та стабільну вартість. Додаткова послуга (профільна або непрофільна) – це нова послуга, що раніше не надавалась даним підрозділом, виконується по тимчасових технологіях та має змінну вартість, яка залежить від ступеню впровадження цієї послуги.

Технологічний процес вокзалу описує технологію надання пасажирам додаткових транспортних специфічних та окремих неспецифічних послуг. Перелік таких послуг наведено в додатку Б. Крім того на вокзалі надаються додаткові послуги: послуги Сервіс-центру, торгівельні послуги, харчування пасажирів на вокзалі, паркування автомобілів, тощо.

Для покращення умов перебування пасажирів на вокзалі та роботи обслуговуючого персоналу окремі приміщення обладнані кондиціонерами: добові, приміські каси, каси попереднього продажу квитків, бюро міжнародних перевезень, кімната офіційних делегацій, зал сервісних послуг.

Водопровід та каналізація до вокзалу підведені. Постійний водопровід забезпечує питні, виробничі та протипожежні потреби вокзалу. Як джерело водопостачання використовуються мережі водопостачання будівельно-монтажного експлуатаційного управління (НГЧ-2).

3.4 Характеристика та основні об'ємні показники роботи структурних підрозділів вокзалу

До основних структурних підрозділів вокзалу відносяться: квиткові каси, довідкові бюро, багажне відділення, камери схову, носії, кімната матері і дитини, кімната тривалого відпочинку, зал офіційних делегацій, зали очікування, зал підвищеного комфорту, побутовий підрозділ, торгівельні павільйони, "Паркінг", Сервіс-центр. Кожний з цих підрозділів надає багато послуг пасажирам, згідно з Технологічним процесом роботи вокзалу.

Внаслідок тижневої нерівномірності далеких та приміських пасажиропотоків слід враховувати характерну добу робочого (вихідного) дня, окремо для літнього і зимового періодів року, а також наявність внутрішньорічної нерівномірності (рис. 3.1). Математичне очікування середньодобової кількості пасажирів ТПВ Х у далекому залізничному сполученні склало $N_{дал}$=4244 пас./добу, в приміському – $N_{прим}$=11170 пас./добу, при коефіцієнтах варіації відповідно $\nu_{дал}$=0,033, $\nu_{прим}$=0,027.

Попит на проїзні документи в приміському сполученні починає зростати з серпня і досягає свого пікового періоду в листопаді і триває до грудня. Цей факт

пояснюється тим, що по-перше, цей “пік” припадає на літні місяці, коли багато людей від’їжджають до дач на збір врожаю; по-друге, студенти їдуть додому, а потім повертаються до інститутів в серпні місяці.

Пасажири, які мають проїзні документи на пасажирські поїзди та поїзди приміського сполучення, відправлення яких здійснюється зі станції Х, в добу відправлення поїзда, безкоштовно обслуговуються у залі очікування №3. Пасажири, які мають проїзні документи на поїзди дальнього прямування, безкоштовно обслуговуються у залі очікування №1 протягом 6 годин до відправлення поїзда.

З метою поліпшення умов перебування та відпочинку пасажирів, підвищення якості їх обслуговування на вокзалі додатково відкрито VIP-зал. Вхід до залу із західної сторони через зал очікування підвищеного комфорту №1. Враховуючи наявність на вокзалі залу очікування №3 та залу очікування підвищеного комфорту №1, згідно з «Порядком роботи залу очікування підвищеного комфорту №2 (VIP-залу)», затвердженим начальником вокзалу станції Х та узгодженим з начальником відділу транспорту Департаменту житлово-комунального господарства та будівництва, вхід до VIP-залу платний для усіх категорій пасажирів (в т.ч. пільгових), крім тих пасажирів, які мають проїзні документи у вагони типу СВ та проїзні документи 1 класу на поїзди «Intercity+». Туалет, розташований у VIP-залі, призначений для безкоштовного користування осіб з обмеженими фізичними можливостями I та II груп, та осіб, які здійснили оплату за перебування у цьому залі.

З метою поліпшення умов перебування та відпочинку пасажирів з дітьми у центральній частині вокзалу на першому поверсі обладнано спеціальний зал очікування підвищеного комфорту для пасажирів з дітьми №4.

3.5 Аналіз технології роботи Сервіс-центру вокзалу

Для підвищення культури обслуговування пасажирів та збільшення спектра послуг, пов’язаних зі збільшенням прибуткових надходжень, на вокзалі організований центр сервісного обслуговування пасажирів (Сервіс-центр). Рекомендована структура Сервіс-центру на вокзалі представлена на рис. 3.2.

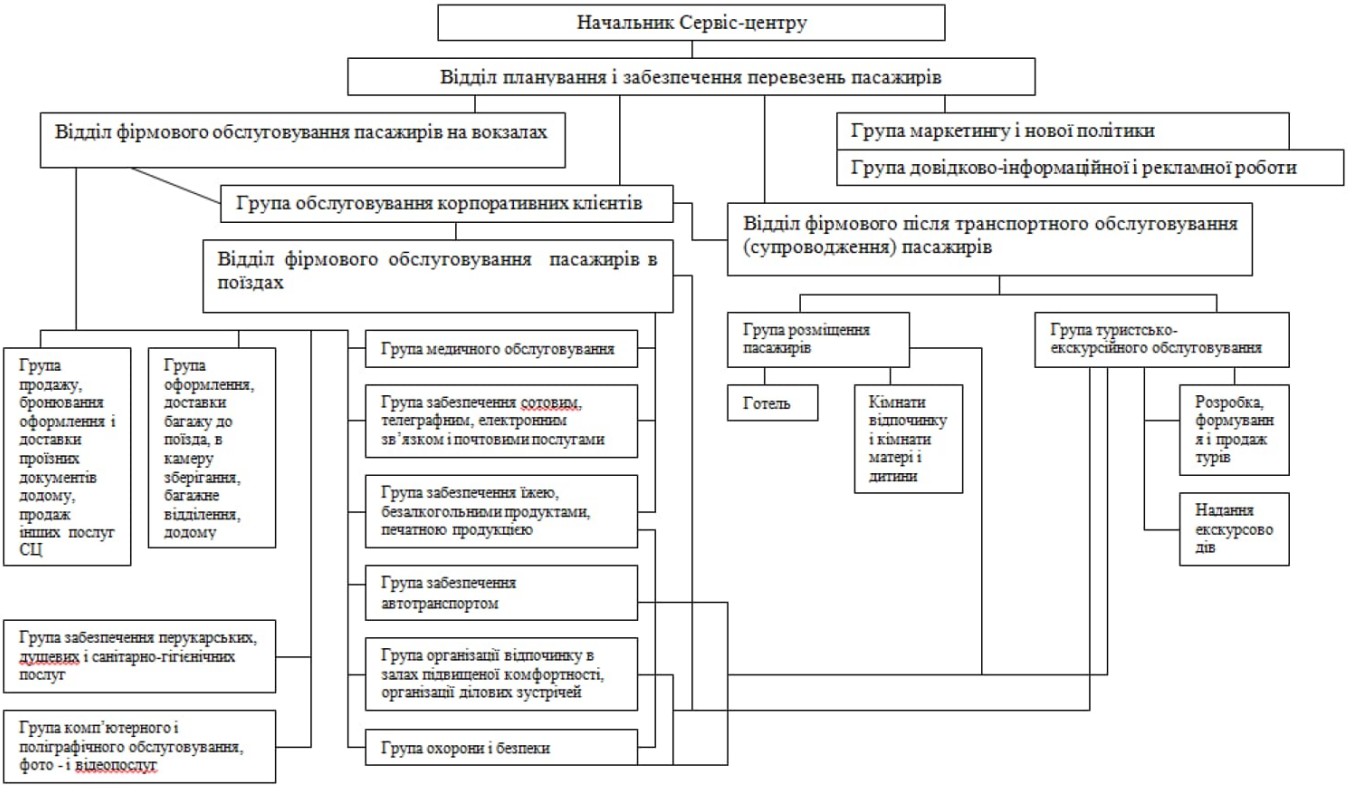


Рисунок 3.2 – Рекомендована структура Сервіс-центру на вокзалі

З метою поліпшення якості транспортного обслуговування пасажирів, поширення спектру послуг, забезпечення попиту населення в наданні їм за плату додаткових видів послуг, на вокзалі організовано Сервіс-Центр, який розташовано на першому поверсі вокзалу і є підрозділом залізничного вокзалу станції Х.

Сервіс центр займає приміщення площею 40,61 кв.м. В ньому розташовано касові вікна, де встановлено по два комплекти термінального обладнання системи АСК ПП УЗ, по одному міському абонованому телефону. Центр обладнаний ксероксом, персональним комп'ютером та баром, пасажирам пропонується придбання друкованої продукції. Приміщення обладнані зручними м'якими комфортабельними меблями для пасажирів, працюють агенти з приймання замовлень (надалі агенти).

В Сервіс-Центрі обслуговують громадян, які бажають придбати залізничні квитки у день відправлення та попередньо, а також одержати додаткові послуги. За обслуговування в Сервіс-центрі встановлена плата в залежності від фактичних витрат на утримання приміщень, устаткування, відповідних видів послуг, організацію обслуговування і надання додаткових платних послуг, відповідно до розроблених та затверджених калькуляцій.

Організація високоякісного обслуговування в умовах сервіс-центрів з надання послуг також повинна враховувати специфіку внутрішньорічної нерівномірності пасажиропотоку. Так, дослідження нерівномірності обсягу наданих послуг в сервіс-центрі показують наявність характерних максимумів попиту у осінній і зимовий період, та мінімумів – у весняний (за виключенням квітня) і літній періоди.

Для відправників багажу та вантажобагажу в багажному відділенні обладнано інформаційний стенд, де знаходяться: інформація щодо основних і додаткових послуг та вартості, що надаються багажним відділенням, графік роботи багажного відділення, графіки курсування багажних вагонів, митні оголошення, додаткова інформація до відома відправників.

3.6 Основні напрямки удосконалення обслуговування пасажирів на вокзалі

На сьогоднішній день на вокзалі, його основними підрозділами надається велика кількість різноманітних послуг, їх все ж таки недостатньо для задоволення всіх потреб пасажирів, а також дуже часто якість надання додаткових послуг залишається на низькому рівні.

Вокзальні комплекси (ТПВ) великих залізничних вузлів кожну добу обслуговують десятки тисяч пасажирів. В цих умовах функціональні служби вокзалу займаються індустріальним, масовим обслуговуванням пасажирів. Зростаючі потреби в сервісному обслуговуванні пасажирів, що враховують індивідуальний підхід до клієнта й виконання нетрадиційних для вокзальних служб послуг, потребують значних витрат часу, трудових, технічних і фінансових ресурсів. Разом з тим ці послуги не вписуються в технологічні і функціональні можливості вокзалів і залишаються нереалізованими, що, в свою чергу, визиває незадоволення і скарги зі сторони пасажирів.

Більша кількість пасажирів навіть не здогадується про кількість додаткових послуг, якими вони можуть скористатися на вокзалі. В перше чергу, це недолік у роботі маркетингового відділу, тому що головною задачею цього відділу є: проведення маркетингових досліджень - опитування, тестування, анкетування та інше з метою визначення думки пасажира про якість послуг, які він отримує на вокзалі; повідомлення пасажирів про перелік послуг, які надають основні підрозділи вокзалу; розробляти рекламні оголошення і брошури, з метою привернення уваги і повідомлення пасажирів про послуги, якими вони можуть скористатися на вокзалі.

Серед великої кількості послуг, що надаються пасажирам на вокзалі немає ні однієї послуги для дітей. В інших розвинутих країнах на вокзалах відкривають спеціальні кімнати для дітей, де батьки можуть залишити їх і купити проїзні документи. Також дітям дарують невеликі сувеніри у вигляді повітряних кульок, ручок, календарів з емблемами залізниці та інше.

До основного недоліку в обслуговуванні пасажирів у квиткових касах, на сьогоднішній день є постійні черги біля кас у часи “пік” з 7.00 до 11.00 та з 13.00 до 17.00. Тому на сьогоднішній день більшість європейських країн, де сервіс і технічні можливості на вокзалах є більш розвиненими, починають переходити на продаж проїзних документів через електронні автомати для продажу проїзних документів.

Ефективна організація перевезень пасажирів забезпечується не тільки спеціалізацією за видами сполучень (міжнародне, Intercity, бізнес-клас, економ-клас, тощо), але й раціональною роботою ТПВ, пунктів та засобів продажу проїзних документів, наявністю та можливістю здійснення комфортних пересадок між маршрутами, що обслуговуються одним або декількома перевізниками, в тому числі – що представляють різні види транспорту. Це потребує застосування інноваційних технологій узгодження графіку руху транспортних засобів, продажу проїзних документів, надання сучасних сервісних послуг пасажирам, створення єдиного інформаційного середовища.

Висновок з розділу

На сьогоднішній день, сервісне обслуговування пасажирів на вокзалі є дуже актуальною проблемою для всіх її структурних підрозділів. Актуальність проблеми полягає в тому, що, по-перше, розвиток сервісу в пасажирських перевезеннях стає основою для залучення користувачів залізничного транспорту і підвищення рентабельності перевезень; по-друге, робота залізничного транспорту в умовах дефіциту вагонного парку і прискореного його старіння вимагає розвитку ремонтної бази, залучення додаткових інвестицій і контингенту працівників на залізничний транспорт за рахунок надання додаткових сервісних послуг і кардинальної зміни форм обслуговування.

Питанням сервісного обслуговування і якістю надання послуг на вокзалах і в поїздах займалося багато вчених. Не зважаючи на значну роботу, проведену вченими у своїх наукових працях, сервісне обслуговування пасажирів на вокзалах потребує свого удосконалення.

Для вирішення проблеми подальшого покращення сервісного обслуговування пасажирів в роботі розглядається один з найбільших вокзалів України. Проведений детальний аналіз технології роботи всіх структурних підрозділів цього вокзалу: квиткових кас, довідкового бюро, багажного відділення, камер схову, носіїв, кімнати матері і дитини, кімнати тривалого відпочинку, залів офіційних делегацій, очікування для пасажирів з квитками та очікування для інвалідів і учасників бойових дій, Сервіс-центру показав, що на ряду з суттєвим покращенням культури обслуговування пасажирів і збільшення кількості послуг, в роботі вокзалу є певні недоліки. Саме розвиток сектора послуг підвищує привабливість основного виду обслуговування – перевезення пасажирів.

Ефективна організація перевезень пасажирів забезпечується не тільки спеціалізацією за видами сполучень (міжнародне, Intercity, бізнес-клас, економ-клас, тощо), але й раціональною роботою ТПВ, пунктів та засобів продажу проїзних документів, наявністю та можливістю здійснення комфортних пересадок між маршрутами, що обслуговуються одним або декількома перевізниками, в тому числі – що представляють різні види транспорту. Це потребує застосування інноваційних технологій узгодження графіку руху транспортних засобів, продажу проїзних документів, надання сучасних сервісних послуг пасажирам, створення єдиного інформаційного середовища.

4 Аналіз технології експлуатації метрополітену міста

4.1 Характеристика обраних об’єктів метрополітену міста Х

Транспортна система крупного міста складається з наземного пасажирського транспорту (автобуси, трамваї, тролейбуси та комерційні маршрути), метрополітену та приміських електропоїздів, але у крупних містах метрополітен є основою даної транспортної системи.

У сучасних умовах транспортна логістика пасажирських перевезень у містах є сферою діяльності, що відповідає за управління та організацію пасажиропотоків, коли вони рухаються з місця виникнення до місця призначення за визначеним часом. Тому питання експлуатації надійних та ефективних засобів доставки пасажирів у містах та за їх межами є дуже актуальним.

Метрополіте́н — швидкісна позавулична транспортна система міста Х. Має три активні лінії, експлуатаційна довжина яких сягає близько 38,7 км (рис. 4.1). До послуг пасажирів — 30 станцій із трьома підземними пересадочними вузлами в середмісті.

Власником метрополітену є КП «Метрополітен», створене 2009 року шляхом реорганізації з державного підприємства [25]. Компанія працевлаштовує 2 120 робітників, у його складі діють 2 електродепо (ТЧ-1 «Немишлянське» та ТЧ-2 «Салтівське»).

Метрополітен складається з трьох самостійних ліній, які взаємно перетинаються: Холодногірсько-заводської – завдовжки 17,3 км, Салтівської – 10,4 км, Олексіївської – 11,0 км. Діють 3 пересадочні вузли. Комунальне підприємство «Метрополітен» - сучасне за призначенням та технічним обладнанням транспортне підприємство, це складний комплекс численних інженерних споруд, які забезпечують швидкісний безпечний рух поїздів і масове перевезення пасажирів [25]. Поліпшення організації перевезень, раціональне використання технічних засобів, забезпечення повної безпеки руху поїздів та відповідного рівня культури обслуговування пасажирів є головним у його діяльності. Основні техніко – експлуатаційні показники роботи КП «Метрополітен» наведено у табл. 4.1. Аналіз

обсягів перевезень пасажирів показує його нерівномірність за роками, а також значне зменшення пасажиропотоку внаслідок карантинних обмежень COVID-19 та введенням воєнного стану у країні.

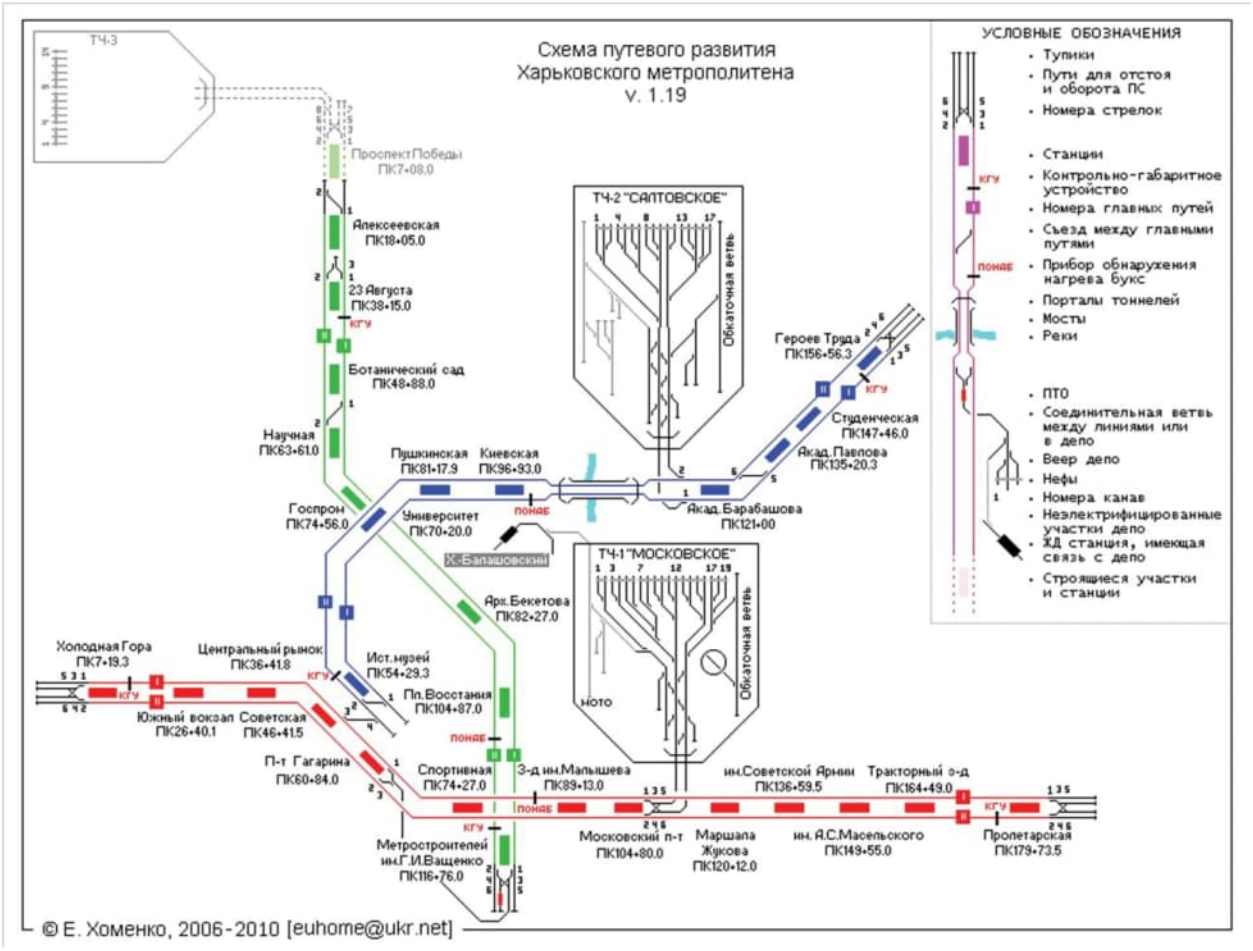


Рисунок 4.1 – Схема колійного розвитку КП «Метрополітен»

Така схема найбільш повно задовольняє потребу перевезення пасажирів до роботи, громадських центрів, сприяє часткової децентралізації пересадочних вузлів. При цьому з'являється можливість здійснити поїздку між двома будь-якими станціями різних ліній лише з однією пересадкою. Час проїзду пасажирами відстані між кінцевими станціями Холодногірсько-заводської, Салтівської й Олексіївської ліній становить відповідно 29, 18 та 18 хв.

Таблиця 4.1 – Обсяги перевезень пасажирів КП Метрополітен

Роки	Кількість пасажирів, млн. осіб/рік	Кількість пасажирів, тис. осіб/добу
2008	282,3	773,4

2009	239,0	654,8
2010	247,1	677,0
2011	250,1	685,2
2012	239,3	655,6
2013	231,1	633,2
2014	214,5	587,7
2015	206,7	566,3
2016	206,4	565,5
2017	212,9	583,3
2018	223,0	611,0
2019	212,8	583,0
2020	128,1	351,0
2021	158,6	434,5
2022	52,9	144,9
2023	71,4	195,6
2024	96,0	263,0

17.03.2020 о 20:00 метрополітен був закритий на карантин у зв'язку із коронавірусом, а 25.05.2020 метрополітен був знову відкритий.

З 24 лютого по 24 травня 2022 року, у зв'язку з введенням воєнного стану та активними бойовими діями, рух метрополітену тимчасово не здійснювався, а станції використовувалися, як бомбосховища. Зараз метрополітен працює в штатному режимі. Підприємство виконує перевезення пасажирів з 5:30 до 21:30 та станції метрополітену можуть цілодобово використовуватися у якості тимчасового укриття.

Служба електропостачання відповідає за забезпечення повного та безперебійного отримання електроенергії всіма споживачами — електропоїздами, станціями, тунелями, наземними частинами, виробничими та адміністративними корпусами, електродепо, управління ескалаторами, сигнальними приладами тощо.

Середнє річне споживання електроенергії становить близько 90 млн. кВт/год. Середньодобове споживання електроенергії становить приблизно 250 тис. кВт/год. Створення нормального мікроклімату для забезпечення життєдіяльності в підземних спорудах метрополітену, забезпечення безпечного перевезення пасажирів на ескалаторах є основним завданням електромеханічної служби

метрополітену. Загалом у метрополітені використовується 45 одиниць шістьох різних типів ескалаторів.

Інвентарний парк вагонів метрополітену 326 одиниць зі зносом 96,1%. За останні роки на підприємстві впроваджено нові ресурсозберігаючі технології, сучасні засоби безпеки, комп'ютерні системи відеоспостереження, модернізовано систему оплати квитків, капітальним ремонтом відремонтовано вагони 81 серії, придбано п'ятивагонний поїзд виробництва Крюківського вагонобудівного заводу.

Сьогодні метрополітен продовжує впроваджувати заходи щодо якісного обслуговування пасажирів із забезпеченням високого рівня безпеки руху поїздів та пасажирського транспорту. Найближчою перспективою розвитку метрополітену є будівництво 2 станцій «Державінська» та «Одеська» та електродепо «Олексіївське».

4.2 Характеристика основних служб метрополітену

Служба руху. Основним завданням служби Руху є організація служби перевезення пасажирів метрополітену за безумовного забезпечення безпеки руху відповідно до Правил технічної експлуатації метрополітенів.

Для здійснення цього завдання на службу покладено такі функції:

1. Аналіз пасажиропотоків на лініях метрополітену, прогнозування пасажиропотоків на перспективу, вивчення мережі інших видів міського пасажирського транспорту, складання плану перевезення пасажирів та аналіз його виконання.

2. Розробка та складання графіків руху поїздів при найкращому використанні пропускної та провізної спроможності для найбільш повного задоволення попиту населення на перевезення.

3. Організація виконання графіка руху, вдосконалення роботи станцій та ліній з організації руху поїздів, комерційної роботи, культурного обслуговування пасажирів, інформації та санітарного утримання станційних приміщень та при вестибюльних територій.

Служба збирання доходів

Основною метою служби є здійснення діяльності, що сприяє отриманню прибутку метрополітеном та забезпечення безперебійних, з високою культурою обслуговування, перевезень пасажирів.

Служба здійснює в установленому законодавчому порядку такі види діяльності:

1. Функціональний супровід автоматизованої системи оплати проїзду. Забезпечення належного контролю за сплатою проходу пасажирів на станціях метрополітену та перевірки документів, що дають право безкоштовно для пільгових категорій пасажирів.

2. Розрахунок потреби необхідної кількості проїзних документів та всіх видів магнітних карток, що підлягають реалізації через каси станцій. Своє Тимчасове забезпечення кас станцій засобами оплати проїзду. Реалізація жетонів та квиткової продукції для проїзду в метрополітені через каси станцій та за безготівковим розрахунком.

3. Введення бази даних пільгових категорій пасажирів. Своєчасне забезпечення випуску проїзних квитків на магнітних носіях для різноманітних пільгових категорій пасажирів.

4. Проведення пропозицій щодо вдосконалення засобів оплати проїзду, а також захист їх від підробок. Забезпечення охорони технологічних секретів кодування та конфіденційної інформації про власників магнітних карток.

6. Створення та подання до Управління метрополітену та вищих інстанцій встановлених форм фінансової та статичної звітності щодо комерційної діяльності кас станцій та за статистикою проходів пасажирів через пропускні пункти станцій за жетонами та всіма видами проїзних документів.

7. Обробка та аналіз даних щодо доходів від перевезення пасажирів. Підготовка пропозицій щодо збільшення доходів від перевезення пасажирів на основі вдосконалення систем оплати проїзду.

8. Підготовка пропозицій та взаємодія з підрозділами метрополітену з питань оснащення кас станцій та пунктів пропуску пасажирів новими зразками технологічного обладнання.

9. Здійснення торговельно-посередницької діяльності щодо реалізації через каси станцій супутньою продукцією. Укладання договорів із сторонніми організаціями на цей вид діяльності.

Служба рухомого складу

Завдання служби Рухомого складу утримання рухомого складу метрополітену на належному технічному рівні для забезпечення безпеки перевізного процесу. У останні роки перед службою рухомого складу поставлено за мету удосконалити процес експлуатації електропоїзду серії 81 з сучасним приводом будівництва Крюковського вагонобудівного заводу.

Ескалаторна служба

Завдання ескалаторної служби на підтримку вузлів та деталей ескалаторів на належному технічному рівні для забезпечення безпеки перевізного процесу. Здійснює очищення балюстрад, щаблів ескалаторів. Об'єднані майстерні з січня 2004 р. мають ліцензію на проектування вузлів та механізмів ескалаторів.

Служба колії

Завдання служби шляху у здійсненні всіх видів ремонту, очищення та поточного утримання станційних шляхів та стрілок. Також служба здійснює прибирання сміття зі шляху.

Служба сигналізації та зв'язку

Завдання служби в установці, ремонті та утриманні у повній справності всіх пристроїв сигналізації та блокування, зв'язку, годинника, дзвінкової сигналізації від вхідних дверей (за актами розмежування зі службою електропостачання).

Служба електропостачання

Завдання служби у забезпеченні живлення електричною енергією станційних установок, ремонт та утримання електроосвітлювальних пристроїв, підведення електроживлення та забезпечення освітлення нових покажчиків на станціях та покажчиків колійного загородження в тунелях, дзвінкової сигналізації від вхідних дверей (за актами розмежування зі службою сигналізації та зв'язку) та всі електротехнічні роботи з їхньої експлуатації.

Служба тунельних споруд

Завдання служби - ремонт вестибюлів, вітражів, платформ, переходів, служено - технічних будівель та інших станційних споруд. Служба здійснює протирання вітражів.

Електромеханічна служба

Електромеханічна служба здійснює ремонт та утримання інженерно-технічних споруд та пристроїв та очищення брудоприймачів.

4.3 Техніко-експлуатаційна характеристика дослідної станції М метрополітену

Станція М КП «Метрополітен» має наступні характеритики:

- станція колонна, трипрогінна, мілкого закладення з однією острівною прямою платформою. Споруджена зі збірних залізобетонних конструкцій на монолітному підмурівку
- станція відноситься до III класу з колійним розвитком. Схематичний план колії станції М наведено у додатку В;
- за характером поїзної роботи М –станція має колійний розвиток, один з чотирьох тупиків станції з'єднаний одноколійною службовою з'єднувальною гілкою (ССГ) до станції Г.
- на станції є шість ескалаторних стрічок (по три з кожного боку) ведуть з центрального залу станції у вестибюль, розташований прямо над платформою. Ескалатори сходяться до центру вестибюля, де починається підземний перехід на станцію пересадки, а з боків від ескалаторів розташовані автоматизовані контрольні пункти (АКП) двох виходів самої станції;
- пересадочний вузол передбачає пересадку на станцію Г, має складну систему підземних переходів, в переході у напрямку від станції Г до станції М знаходиться тристрічковий ескалатор;
- службові приміщення знаходяться на балконах над колійними ділянками центрального залу;
- стіни основних пасажирських приміщень оздоблено білим і сірим мармуром,

підлога — полірованими плитами граніту. На колійних стінах застосовані металоемалеві плитки зеленого кольору в комбінації з пластмасовими елементами. Підлога пішохідних елементів — мозаїчні, стіни покриті керамічною плиткою;

- основні пасажироутворюючі об’єкти, що прилягають до станції: залізничний вокзал станції Х, готель, житлові райони по крупних вулицях міста. До станції підв’язаний міській транспорт: трамваї, автобуси, маршрутні таксі.

Параметри платформи станції М:

- довжина – 107 м;
- ширина платформи – 13,35 м;
- загальна площа – 1429 м^2;
- місткість 5 вагонів.

Параметри вестибюлів

- І вестибюль – 760 м^2;
- ІІ вестибюль – 760 м^2;
- Кількість автоматичних турнікетів – 7.

Для передачі інформації працівникам, які перебувають на станції в межах обігу та відстою складів поїздів, у тунелях, у службових коридорах, а також для інформування пасажирів на станції є пристрої гучномовного оповіщення. Пристрої гучномовного оповіщення розміщені на станційному посту централізації і допоміжному посту системи управління рухом на станції (СУРСТ) у вестибюлі. На станційному посту централізації, на дверях типу «Метро» та на допоміжному посту СУРСТ на вестибюлі є дзвінкова сигналізація для подачі звукових сигналів (для термінового виклику працівника поліції та ін.). Переговори, пов'язані із забезпеченням безпеки руху поїздів, повинні вестись видами зв'язку, що підлягають звукозапису (архівації).

Станція М виконує:

- поїзну роботу: приймання/відправлення поїздів, оборот складів, маневрову роботу, приймання/передачу поїздів з Холодногірсько-Заводської лінії;
- роботу з організації руху пасажиропотоків по станції та на міжстанційних

пішохідних переходах.

Станції метрополітену та зупинки на наземних міських і приміських маршрутах розташовують поряд з пасажироутворюючими та пасажиропоглинаючими пунктами – прохідними підприємств, станціями метрополітену, воротами стадіонів, входами у великі магазини, на ринки тощо, в центрі зони тяжіння, утвореної житловими будинками, поблизу перехресть великих вулиць тощо. При визначенні місця розміщення зупинки враховують поєднання їх із зупинками, що діють на інших маршрутах, зокрема з урахуванням використання наявних технічних засобів контролю за роботою пасажирського транспорту [25].

На станції М пасажиропотік з розрахунку числа переходів через турнікети невеликий, проте станція зазвичай сильно завантажена, оскільки є частиною вузла пересадки. Велика ділянка вільного простору є в центральній частині платформи між ескалаторними галереями, стеля тут має каскадну поверхню з перепадами по висоті.

Відносним недоліком таких особливостей станції є те, що простір між ескалаторною галереєю та краєм платформи є дуже вузьким, особливо в тому місці, де розташований щит управління. Це створює певні незручності під час переміщення пасажирів.

Платформа з'єднується із вестибюлем двома ескалаторними галереями, кожна з яких обладнана трьома ескалаторами типу ЕТ-5М. Через економію електроенергії працює лише по два ескалатори (по одному на підйом і на спуск), а в останні ранкові та вечірні години і їх зупиняють. Це призводить до великих стовпотворінь пасажирів на платформі, що може стати ще більш проблемним після продовження лінії, що знижує якість обслуговування пасажирів.

4.4 Засоби оплати проїзду в КП «Метрополітен»

Скористатися послугою метрополітену – сплатити за проїзд можливо через:

- електронний квиток (E-ticket);
- безконтактну електронну картку (БЕК): повнотарифну або соціальну;

- разовий квиток;
- посвідчення, що надає право безоплатного проїзду.

Електронний квиток (E-ticket) - система оплати проїзду в міському пасажирському електротранспорті із застосуванням електронного білету E-ticket.

БЕК – пластикова картка багаторазового використання з вмонтованим в неї магнітним пристроєм. Картка призначена для проходу на станції метрополітену через автоматичні контрольні пункти, які мають зчитувальні пристрої для БЕК. Багаж оплачується окремо, згідно діючого тарифу.

Паперовий квиток, що призначений для використання разової поїздки. Його можна придбати у автоматичній квитковій касі (АКК) на станціях метрополітену, де приймаються купюри та монети номіналом: 1 грн., 2 грн., 5 грн., 10 грн. Термін дії квітка- протягом доби, що був придбаний.

З 24.05.2022 р. і до відповідного розпорядження проїзд у КП «Метрополітен» - безкоштовний. В цих умовах чистий дохід метрополітену від реалізації послуг склав лише 15,9% від аналогічного показника довоєнного 2021 р.

Висновок з розділу

У сучасних умовах транспортна логістика пасажирських перевезень є сферою діяльності, що відповідає за управління та організацію пасажиропотоків. Метрополітен займає одне з основних місць у процесах перевезень пасажирів у крупних населених пунктах.

Надано характеристику об’єктів КП Метрополітен. Експлуатаційна довжина трьох діючих сягає близько 38,7 км із 30 станціями та трьома підземними пересадочними вузлами.

Аналіз обсягів перевезень пасажирів КП Метрополітен показує його нерівномірність за роками, а також значне зменшення пасажиропотоку внаслідок карантинних обмежень COVID-19 та введенням воєнного стану у країні. Головним джерелом фінансових надходжень метрополітену є основна діяльність — перевезення пасажирів, а крім того непрофільні напрямки: надання в оренду площ та місць для реклами, реклама тощо.

Аналіз досліджень в сфері технології експлуатації метрополітену показав, що у працях багатьох вітчизняних та закордонних вчених увага приділяється саме оптимізації режимів роботи у годину «пік», автоматизації руху, взаємодії з іншими видами міського та приміського видів транспорту.

5 Розвиток технології надання сервісу в умовах транспортно - пересадочних вузлів при швидкісних залізничних перевезеннях

5.1 Аналіз основних напрямків швидкісних перевезень пасажирів

За даними АТ Укрзалізниця характер пасажирських перевезень в межах держави визначається високою інтенсивністю контактів із дрібними станціями. В цьому виду перевезень найбільш часто їздять студенти, підприємці, родичі і друзі. У західних напрямках переважним напрямом вважається перевезення до Львову. Чернівці, Тернопіль, Хмельницький мають однакову інтенсивність контактів і з Києвом, і зі Львовом. Також до Львова їздять з усієї України - це яскраво виражений потік, який утворився після 2022 року. Пасажиропотік в обидва напрямках з розподілом по основних ТПВ у містах держави наведено на рис. 5.1.

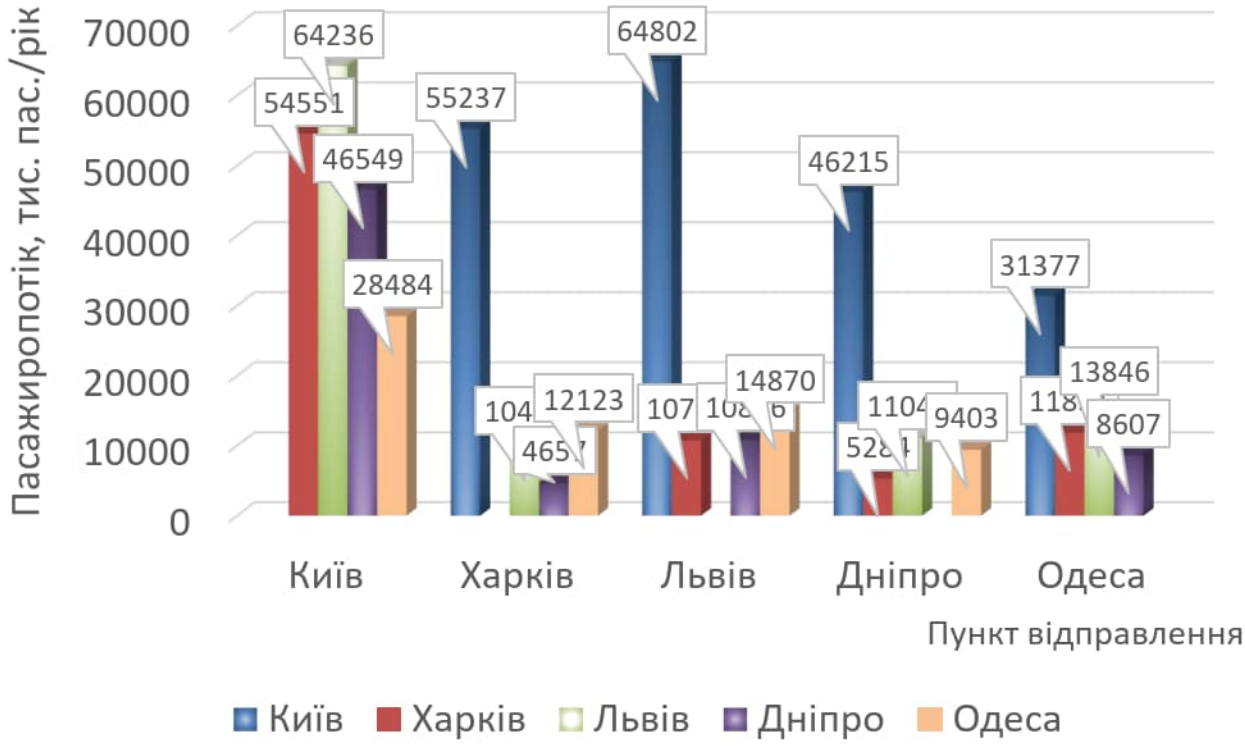


Рисунок 5.1 - Пасажиропотік ТПВ між основними залізничними вузлами

Таким чином, формування сучасних ТПВ має сенс починати з найбільш завантажених транспортних вузлів та напрямів (див. рис. 5.1). При формуванні комплексної транспортної системи великих міст слід виявити та врахувати

причини (соціальні, психологічні і демографічні), що визначають вибір пасажиром способу переміщення та тип транспортних засобів. У багатьох дослідженнях доведено, що в першу чергу для пасажира великого міста на обрання маршруту пересування впливає тривалість часу, витраченого на поїздку. Тому фактор часу є одним з основних параметрів, що впливають на вибір виду транспорту за інших рівних умов - пасажира вцілому задовольняє вартість проїздки цим видом транспорту та якість обслуговування цьому випадку. В той же час скорочення часу поїздки в межах міста можливо за рахунок збільшення швидкостей руху транспортних засобів при організації швидкісних внутрішньоміських і приміських перевезень залізничним або іншим видом транспорту з мінімальним числом зупинок.

На вітчизняних залізницях впровадження швидкісного руху здійснюються при перевезенні пасажирів швидкості не більш ніж 160 км/год. Досвід показує, що може не відбутися істотного скорочення часу поїздки пасажира з початкового пункту до кінцевого тільки за рахунок збільшення швидкості руху транспортних засобів на окремих ділянках шляху. Це частіше пов’язано із значним часом перебування пасажира на ТПВ у процесі пересадки та очікування між різними видами транспорту. У більшості випадків цей час може бути визначено нераціональною планувальною організацією ТПВ та недостатньою координацією в роботі взаємодіючих в ТПВ видів транспорту. Тому однією з головних задач, вирішення якої дозволить скоротити загальний час поїздки пасажира, є вибір раціональних параметрів ТПВ, як центрів взаємодії швидкісного залізничного та інших видів пасажирського транспорту.

5.2 Підвищення комерційної привабливості сучасних залізничних транспортно-пересадочних вузлів

Зараз сучасний ТПВ – багатовимірний по параметрам, багатофункціональний та складний за структурою транспортний об'єкт. Таким чином, проблеми формування, функціонування і розвитку ТПВ, що розташовано у великих містах,

перебувають у сфері функціонування окремих типів ТПВ. Останні розрізняються як пункти взаємодії різних видів пасажирського транспорту як зовнішніх, так і внутрішніх та на елементи швидкісного пасажирського комплексу залізничного транспорту. Тому вдосконалена класифікація ТПВ у вигляді структурної схеми містить не тільки транспортну, але враховує містобудівну складову (рис. 5.2). Крім основних характеристик ТПВ за участю швидкісного залізничного транспорту з урахуванням можливого часу знаходження пасажиру у класифікації використано додаткові критерії – планувальне рішення ТПВ, наявність і розміщення сервіс – центру, наявність «перехоплюючого» автопаркування.

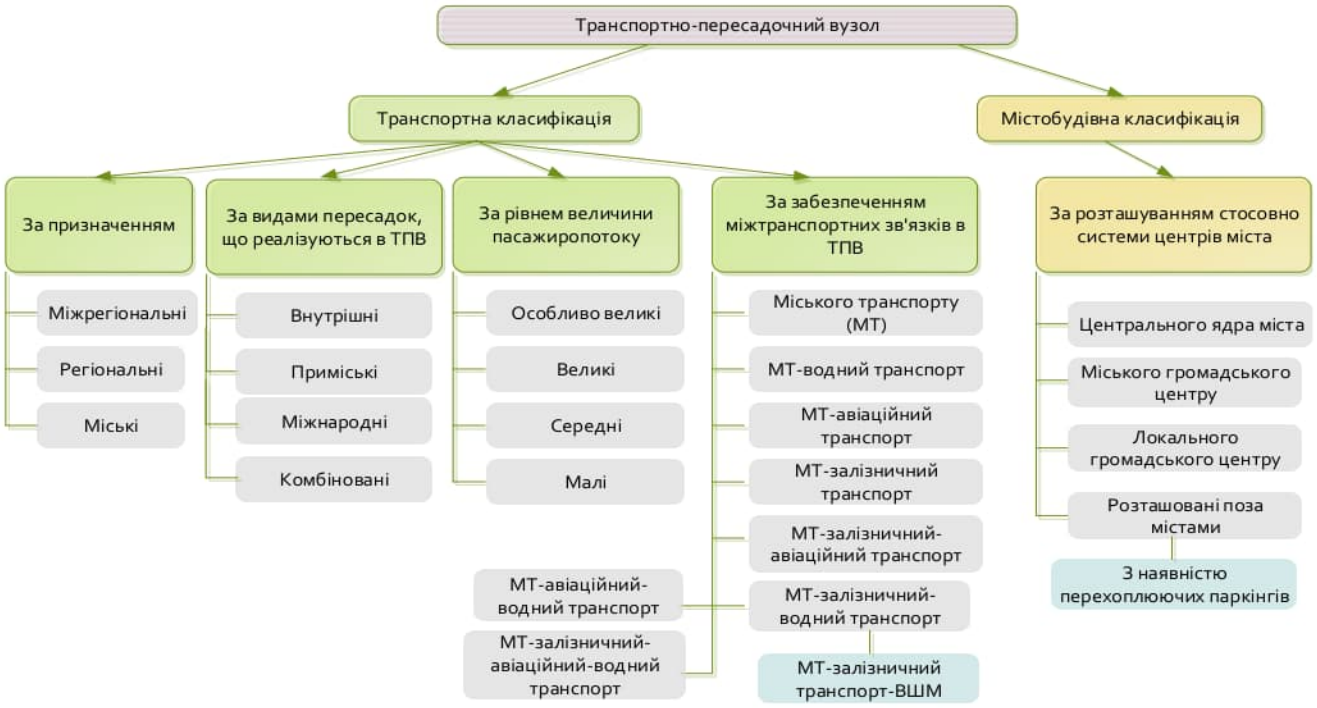


Рисунок 5.2 - Удосконалена класифікація транспортно-пересадочних вузлів

Традиційне вирішення задачі вибору параметрів ТПВ, що формуються за участю швидкісного та високошвидкісного залізничного транспорту, базується на раціоналізації структури ТПВ з урахуванням закономірностей формування пасажиропотоків, ефективності управління пасажирськими перевезеннями та з визначенням необхідного рівня сервісу у сервіс-центрах.

Відомі рішення, які спрямовані на загальну задачу підвищення популярності швидкісного залізничного транспорту, найбільш часто відносять до наступних основних напрямів розвитку сервісу пасажирських перевезень на ТПВ, зокрема:

- розвиток елементів інтелектуальних транспортних систем за рахунок встановлення детекторів руху, адаптивних інформаційних табло, засобів дистанційної діагностики, прогнозування транспортних ситуацій;
- створення системи «перехоплюючих» автопаркінгів або терміналів міського транспорту;
- розширення міської транспортної мережі для перевезень транзитних пасажирів та розширення мережі метрополітену;
- впровадження інтеграційних рішень в області проїзних документів, створення комплексної тарифної політики, використання єдиного інтермодального квитка та автоматизація системи продажів.

Підвищення рівня сервісного обслуговування передбачає надання додаткових послуг пасажирам та відвідувачам ТПВ. В зоні додаткового обслуговування пасажирів та відвідувачів організовуються супутні об'єкти сервісного обслуговування, що надають послуги, які з одного боку, доповнюють основну транспортну послугу, а з іншого – підвищують комерційну та інвестиційну привабливість всього ТПВ. Головний напрям розвитку супутніх бізнесів в ТПВ – здача в оренду площ громадських зон, що забезпечує збалансовану структуру портфеля супутніх продуктів і послуг. Аналіз ТПВ, наведений в [26, 28], дозволив сформувати перелік можливих додаткових послуг, що надаються пасажирам та рекомендації щодо основних елементів комерційних зон на ТПВ (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Додаткові сервіс-послуги пасажирам та вимоги до розміщення відповідних зон на ТПВ

Елемент зони ТПВ	Вимоги до розміщення елемента та його складу
Квиткові каси	Групове розміщення з об'єднанням по категоріях пасажирів Перед квитковими касами необхідно передбачати вільну зону накопичення пасажирів (рекомендована глибина не менше 3…4 м)
Вестибюлі вокзалів залізничних станцій і ТПВ	Розташування переважно з боку міста Забезпечення зручного зв'язку з квитково- касовими залами, інформаційно-довідковими об'єктами, камерами схову Після вестибюля повинен розташовуватися розподільний зал Для малих ТПВ можливе об'єднання вестибюлів із залами очікування

Зали очікування	Зручний зв'язок з вестибюлем, об'єктами харчування, туалетами і виходами до перонів. Рекомендовано в одному з ними рівні Для великих ТПВ можливе облаштування декількох залів очікування
Автомати для продажу квитків	Встановлювати на шляху прямування пасажирів відправлення і в касових залах
Камери схову	Поблизу шляхів прямування пасажирів прибуття або в місцях і поряд з квитковими касами Зберігання ручної поклажі переважне в автоматичних камерах схову
Багажні приміщення	Передбачити під'їзди для вантажних і спеціальних автомобілів Багажні каси і автомати для оплати за зберігання ручного багажу слід розміщувати поблизу місць зберігання
Посадочні термінали різних видів транспорту	Максимальна дальність пішого підходу пасажирів між посадочними терміналами у ТПВ не повинні перевищувати 100…150 м
«Перехоплюючий» паркінг	Забезпечення зручних пішохідних в'язків з об'єктами інфраструктури різних видів транспорту на ТПВ Рекомендовано розташовувати у верхніх або підземних поверхах ТПВ
Автомобільний паркінг короткотермінового перебування	Переважно в підземній частині комплексу У різних рівнях з «перехоплюючим» паркінгом
Санітарні вузли	Кількість санітарних вузлів ТПВ розраховують по максимальному добовому пасажиропотоку Розташовуються переважно поряд із залами очікування або по маршруту прямування пасажирів і відвідувачів ТПВ Рекомендується облаштування додаткові зовнішні санітарні вузли для літнього періоду
Готелі	Ізольовано від найбільш шумних приміщень і зон ТПВ По можливості передбачити спеціальні виходи для цих осіб до місць посадки-висадки пасажирів
Інформаційно-довідкові об'єкти	Розміщувати приблизно до головних шляхів руху основних потоків пасажирів, поблизу від входів у вестибюль або касовий зал Число інформаційно-довідкових об'єктів в ТПВ встановлюють в залежності від добового пасажиропотоку, інформаційної оснащеності ТПВ та кількості взаємодіючих видів транспорту
Об'єкти харчування	Не рекомендовано, щоб вони були прохідними Розташування поряд із залами очікування Площі приміщень під об'єкти харчування слід приймати відповідно добового пасажиропотоку
Об'єкти обслуговування	Розміщення об'єктів повинне передбачатися на рівнях вище або нижче рівня пересадки пасажирів При пересадці з одного виду транспорту на інший пасажир повинен мати вибір – слідувати через зону розташування комерційних об'єктів або минути її для заощадження часу
Об'єкти торгівлі	
Культурні та розважальні об'єкти	

Технічні, адміністративні та побутові приміщення	Повинні мати в ТПВ окремий вхід Адміністративні приміщення, пов'язані з обслуговуванням пасажирів, мають бути максимально наближені до вестибюля і залів очікування

Важливою складовою високого рівня сервісу є формуванні раціональної структури на ТПВ з виділенням відповідних зон за видами послуг, що надаються пасажирам та відвідувачам. Для діючих та реконструюваних сучасних ТПВ частка комерційної зони від загальної площі в середньому складає 31%, близько 29% займають паркінгі і тільки 17% - пішохідні комунікації. Досвід експлуатації ТПВ показує необхідність зниження частки комерційних площ за рахунок переваги пішохідних і транспортних зон, а також створення сервіс-центрів, які забезпечать концентроване виконання сервісних функцій. Тому сучасний ТПВ можна визначити як складний інфраструктурний комплекс, що включає в себе земельні ділянки з розташованими на них, над ними або під ними об'єктами транспортного та іншого призначення, і призначений для забезпечення безпечного та комфортного обслуговування пасажирів в місцях пересадок з одного виду транспорту на інший [12].

Висновок з розділу.

Сучасні ТПВ за участю швидкісного та високошвидкісного залізничного транспорту є місцем вирішення транспортних потреб пасажирів та характеризуються значною нерівномірністю пасажиропотоків за періодами доби. Рівень сервісу та обсяг сервісних послуг в умовах ТПВ в основному залежать від рівня задоволеності пасажирів, рентабельності додаткових видів послуг та доходу комерційної зони ТПВ. Оскільки *н*айбільший потік пасажирів спостерігається в ранкові та вечірні години пік, то розрахунок компоновки та обґрунтування вимог до комерційних зон ТПВ слід здійснювати саме на ці періоди. Пояснюється це тим, що обсяги максимальних добових пасажиропотоків утворюються саме в часи пік і зазвичай їх частка складає до 50% добового потоку пасажирів ТПВ. Розроблена методика і сформовано рекомендації щодо інвестиційної ефективності експлуатації

ТПВ з урахуванням можливості застосування сучасних інформаційно-комунікаційних технологій при взаємодії різних видів транспорту. Вона також містить рекомендації країн Євросоюзу щодо фінансування проектів інфраструктурного типу (Регламент ЄС № 1083/ 2006). Для економічної оцінки ефективності роботи ТПВ та залізничного способу вирішення транспортних потреб пасажира запропоновано скористатись оцінкою вартості 1 пас.-год для повних витрат часу на поїздку з метою раціоналізації процеса здіснення пересадок пасажирів.

6 Удосконалення технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю метрополітену

6.1 Нормативне регулювання в сфері мультимодальних пасажирських перевезень

У складних транспортних мережах при неузгодженої роботі перевізників пересадка з одного виду транспорту на інший доставляє пасажирам велику кількість незручностей: оформлення декількох проїзних документів, складність оформлення багажу та його переміщення між транспортними засобами, збільшенням витрат часу на поїздку. Попит на деяких напрямках перевезень може бути забезпеченим тільки за рахунок використання декількох видів транспорту. В цьому випадку скорочення тривалості перебування пасажира у поїздці та під час пересадок може бути досягнуто тільки із застосуванням логістичних технологій мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю автотранспорту.

Впровадження складних перевезень пасажирів за участю декількох видів транспорту слабко підкріплено з нормативної точки зору. Згідно [30] мультимодальне перевезення – перевезення двома або більше видами транспорту за єдиним транспортним документом у внутрішньодержавному чи (та) міжнародному сполученнях. Але для вантажних перевезень важливу роль у їх організації грає оператор мультимодального перевезення – будь-яка особа, що укладає договір мультимодального перевезення та приймає на себе зобов'язання за таким договором як перевізник та експедитор [30].

Пропонується нормативно мультимодальні пасажирські перевезення визначити безпосередньо до вимог ст. 913 ЦКУ [31]: «перевезення вантажу, пасажирів, багажу, пошти може здійснюватися кількома видами транспорту за єдиним транспортним документом (пряме змішане сполучення). Відносини організацій, підприємств транспорту, що здійснюють перевезення у прямому змішаному сполученні, визначаються за домовленістю між ними». Тому договір на перевезення пасажирів в прямому змішаному сполученні (договір

мультимодального пасажирського перевезення) повинен бути одним із самостійних договорів перевезення. Він гратиме роль правового врегулювання процесу перевезення пасажирів за участю двох або більше видів транспорту за єдиним транспортним (проїзним) документом. Складність ситуації пояснюється різним технологічним рівнем кожного виду транспорту, відповідно до чого існує об'єктивна неможливість задоволення вимог пасажира одним видом транспорту.

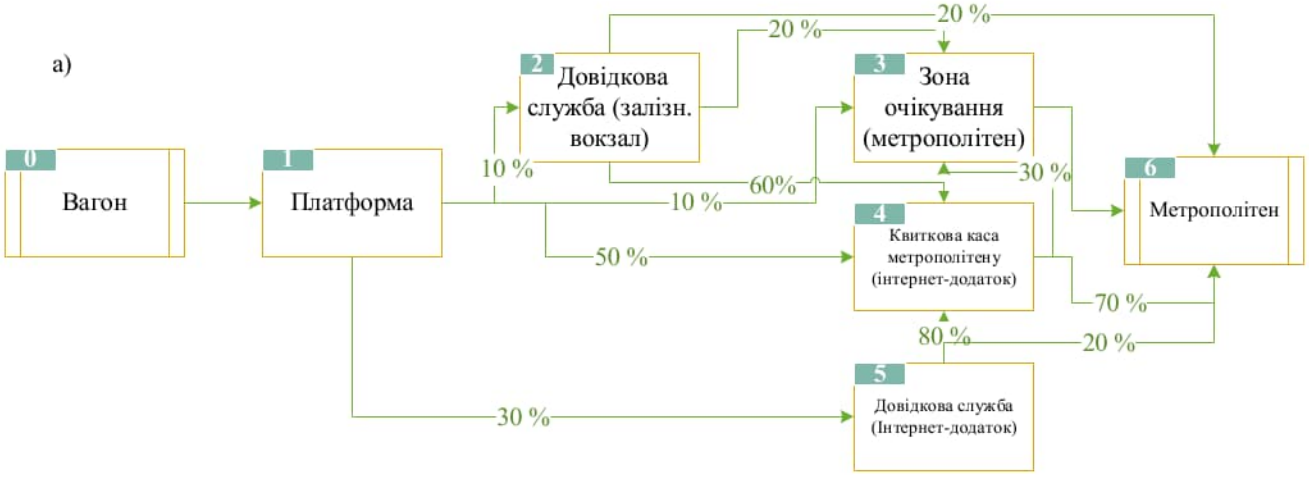
За аналогією з вантажними перевезеннями договір перевезення в прямому змішаному сполученні (мультимодального пасажирського перевезення) укладається безпосередньо з транспортним підприємством - перевізником, який є законним представником одночасно усіх транспортних організацій, віднесених до даного виду сполучення – з оператором перевезення. На першому етапі роль оператора при мультимодальних пасажирських перевезеннях може на себе взяти саме залізничний перевізник. Особливість даного договору полягає в тому, що до умов договору відноситься необхідність оплати загальної провізної плати та всіх необхідних платежів оператору перевезення; визначення терміну, необхідного для пересадки пасажиру з одного транспорту на інший; забезпечення страхування пасажиру із урахуванням того, що цей обов'язок поділяється та розповсюджується на усі транспортні організації. Таким чином, згідно ст. 913 [31] всі перевізники (як початковий, так і наступні) розподіляють між собою обов'язки щодо перевезення пасажиру, його багажу та забезпечують безпечну пересадку з одного виду транспорту до наступного.

6.2 Аналіз особливостей застосування мультимодальних пасажирських перевезень в умовах ТПВ станції Х

Мультимодальне перевезення в пасажирському сполученні – це перевезення пасажирів на окремо взятому напрямку транспортними засобами одного або декількох перевізників на основі логістичних принципів. Це перевезення базується на узгодженому інтегрованому графіку руху задіяних транспортних засобів, при цьому найбільш затребуваний варіант є перевезення залізничним транспортом та

міським транспортом (метрополітеном, автобусом тощо). Тому до інтегрованого графіку необхідно включити технологічний час на обробку поїздів, вагонів, на пересадку пасажирів, а також резервний технологічний час на випадок порушення графіку руху з урахуванням періоду очікування транспортних засобів в пункті пересадки. В якості полігону дослідження обрано місто Х, та його залізничний вокзал. Цю систему можливо розглядати у перспективі як ТПВ мультимодального перевезення.

Реалізація узгоджених графіків руху транспортних засобів, що входять до мультимодального пасажирського маршруту, потребує врахування особливостей пересадки пасажирів та передбачає окремі технологічні заходи щодо скорочення простою і підвищення зручності пересадки. На рис. 6.1 наведено структурно-логічні схеми пересадки із залізничного транспорту на метрополітен (рис. 6.1а) та навпаки (рис. 6.1б). Частки пасажиропотоку між окремими ланками пересадки визначено експертним методом.



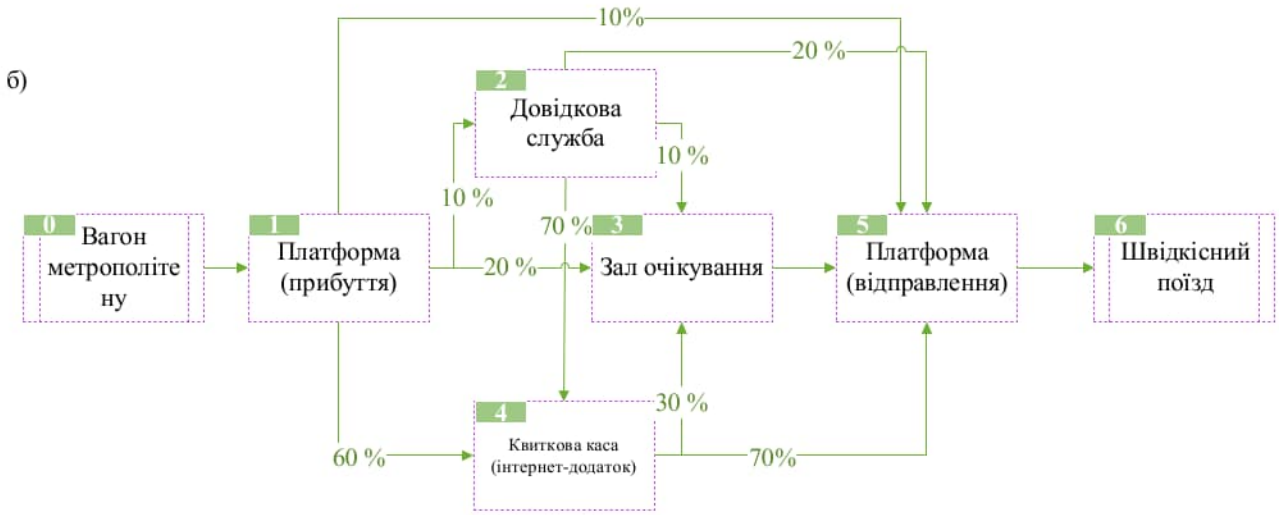


Рисунок 6.1 - Структурно-логічні схеми розподілу пасажиропотоку при здійсненні пересадки за участю залізничного транспорту та метрополітену

В умовах ТПВ станції Х рух пасажирів з метрополітену на залізничний вокзал і в зворотному напрямку викликає певні складності, що збільшує час на пересадку $\tau_{пер}$. Піший маршрут складає близько 450 м, тому на першому етапі для зручності орієнтування запропоновано шлях прямування обладнати знаками з вказівкою напрямку. Для інформування пасажирів рекомендовано використати аудіовізуальну рекламу на вокзалах та на екранах поїздів Intercity за 20, 10 та 5 хв. до часу прибуття на ТПВ станції Х.

На другому етапі передбачено використання метрополітену із «плаваючим» інтервалом руху 2-7 хв та з безкоштовним проїздом з пред'явленням залізничного квиткіа. Одночасно пропонується впровадження сервісної послуги з доставки багажу. В подальшому у нічний час можливо задіяти низькопідлогові автобуси або електробуси, які передбачається використовувати в режимі «shuttle-bus».

На третьому етапі планується достатньо великі капітальні вкладення до створення об'єднаного ТПВ із взаємодією міського, авто- та залізничного видів транспорту шляхом створення підземних переходів, обладнаних ескалаторами, ліфтами для осіб з обмеженими фізичними можливостями, та з'єднаними з гілкою метрополітену. Це викликано вимогами діючих нормативів та будівельних норм, які рекомендують максимальну відстань пішої пересадки не більш ніж 400 м.

З урахуванням рекомендацій [40] графік руху кожного задіяного транспортного засобу повинен задовольняти вимогам одночасного прибуття до ТПВ задіяних транспортних засобів (поїзду, міського транспорту, міжміського автобусу), або проміжного засобу трансферу до місця пересадки. Скороченню тривалості пересадки сприяє процедура «секторізації» зон платформи, з яких раціонально здійснювати пересадку, а також гнучкої системи орієнтування пасажирів на станції з урахуванням схеми поїзда класу «Інтерсіті» [35]. У випадку пішої доступності проміжного засобу трансферу не передбачається, але тривалість пересадки $\tau_{пер}$ повинна враховувати час на самостійний підхід пасажирів та придбання квитків. Наприклад, останній випадок є характерним для ТПВ станції Х.

Більш складним є випадок взаємного пасажирообміну між взаємодіючими видами транспорту. Загальна тривалість пересадки приймається по її максимальному розміру з одного транспортного засобу в інший. Резервний технологічний час $t_{рез}$ на випадок загрози запізнення, що закладається до узгодженого графіку руху, та приймається в залежності від:

- можливостей інфраструктури кожного з видів транспорту (інтенсивності руху, кількості платформ, місткості транспортного вузла, систем автоматизованого продажу квитків);
- місцевих умов, що впливають на тривалість стоянки транспортних засобів та пересадки (наявність переходів, ескалаторів, інформаційного забезпечення орієнтації пасажирів, зручності розташування та шляху пересадки);
- рівня складності мультимодального маршруту (кількість видів транспорту, забезпечення точності виконання графіку).

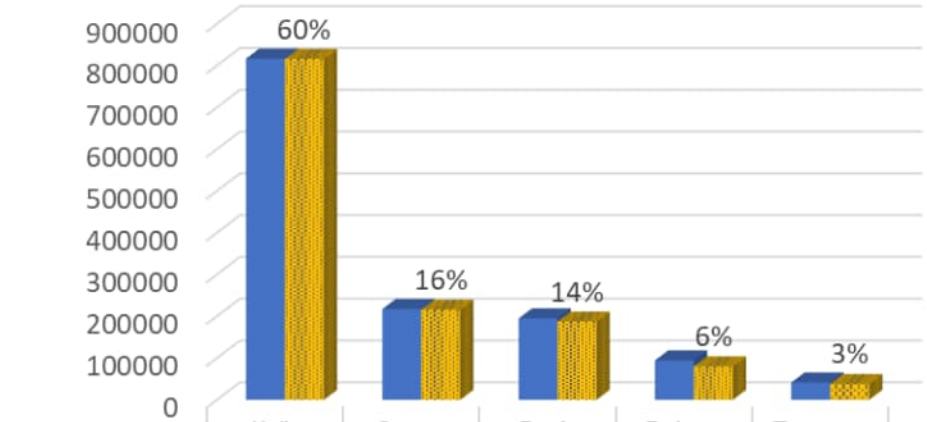
Для економічної оцінки ефективності роботи транспортно-пересадочних вузлів за участю залізничного транспорту критерієм оцінки якості вирішення транспортних потреб пасажира запропоновано використати вартість 1 пас.-год повних витрат часу на мультимодальну поїздку.

Потік пасажирів при здійсненні пересадки рухається відповідно до мети знаходження пасажирів на ТПВ. Для умов ТПВ «залізничний вокзал – метрополітен» Х характерним є:

- пересадка до міського транспорту та метрополітену;
- пересадка до іншого поїзду (автобусу) далекого сполучення;
- пересадка до іншого поїзду (автобусу) місцевого сполучення;
- пересадка до особистого автомобільного транспорту;
- рух пасажира з вагона поїзда до квиткових кас або до готелю.

6.3 Аналіз основних показників мультимодальних пасажирських перевезень в умовах ТПВ Х

З метою дослідження попиту та встановлення раціональної технології мультимодальних пасажирських перевезень в умовах ТПВ станції Х досліджено загальні пасажиропотоки та їх основні напрямки. Аналіз показує, що основним напрямком в далекому сполученні є Київ, при цьому по усіх напрямках спостерігається незначна різниця між кількістю пасажирів по прибуттю та відправленню загалом за рік. Це підтверджується даними по маршрутах прямування швидкісних поїздів категорії Intercity (рис. 6.2).



	Київ	Одеса	Львів	Дніпро	Трускавець
Відправлення	816807	217391	194947	94402	41617
Прибуття	816016	215709	187316	80215	38052

Рисунок 6.2 - Основні напрямки пасажиропотоку далекого сполучення ТПВ станції Х (дані АТ «Укрзалізниця»), пас. /рік

Формування узгодженого графіку здійснено з урахуванням погодинної добової нерівномірності пасажиропотоків. Результати дослідження погодинного коливання пасажиропотоку далекого сполучення на ТПВ станції Х показали наявність значної нерівномірності в розподілі показника у часі з наявністю ранкового (по прибуттю) та вечірнього (по відправленню) пікових періодів. Співставлення результатів розподілу пасажиропотоків по ТПВ станції Х дало змогу встановити, що найбільша імовірність попиту на мультимодальну послугу з боку пасажирів буде спостерігатись з 06 год. до 10 год. ранку: в цей період прибуття пасажирів складає до 45 % добового обсягу залізницею та до 33% - метрополітеном. Таким чином, аналіз свідчить про необхідність режимної організації мультимодальних пасажирських перевезень у першу половину доби (з 06 год. до 10 год.) з переважною орієнтацією на пасажирів, що прибувають, а в другу половину дня (з 19 год. до 22 год.) – на пасажирів, що відправляються.

Подальше дослідження можливості залучення частини місцевих пасажирів до мультимодального перевезення здійснено в ранковий піковий часової інтервал 6…10 год., як є найбільш складний з точки зору узгодження графіку на прикладі найбільш значного напрямку місцевого пасажиропотоку ТПВ станції Х (рис. 6.3).

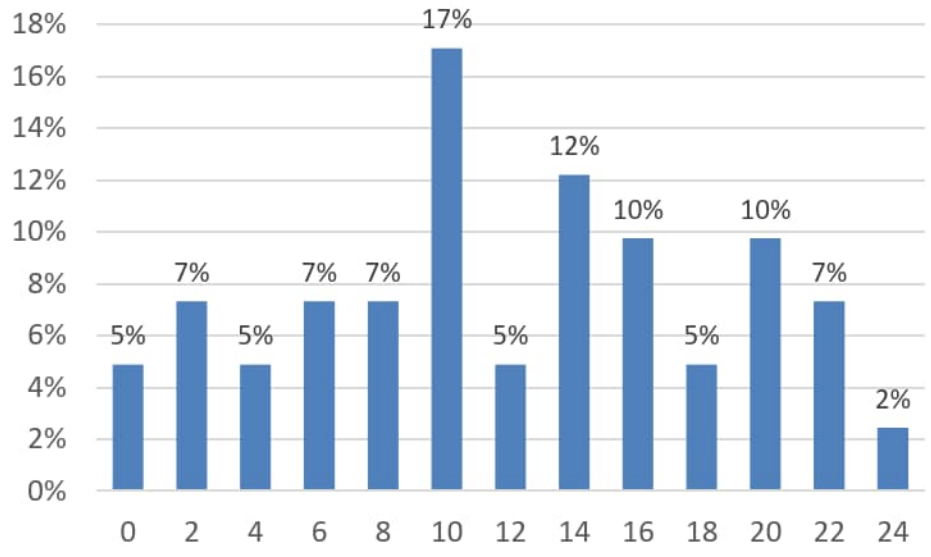


Рисунок 6.3 - Нерівномірність пасажиропотоку по станції М метрополітену, пас./год. (дані КП "Метрополітен")

Математичне очікування середньодобової кількості пасажирів ТПВ Х у далекому залізничному сполученні склало $N_{дал}$=4244 пас./добу, на метрополітені – $N_{метро}$=11170 пас./добу при коефіцієнтах варіації відповідно $\nu_{дал}$=0,033 та $\nu_{метро}$=0,027.

Оцінку потоку пасажирів за годину у «піковий» період здійснено як

$$\eta_{\text{і}} = \frac{1}{24} N_i (1 + \nu_i). \qquad (6.1)$$

Таким чином, найімовірніша інтенсивність потоку пасажирів ТПВ станції Х у далекому сполученні склало $\eta_{дал}$=182.7 пас./год (4244 пас/добу), а на метрополітені – $\eta_{метро}$=478.0 пас./год. (11170 пас/добу).

Висновок з розділу

Проаналізовано нормативно-правова складова врегулювання пасажирських мультимодальних перевезень. Нажаль, існуюче правове підґрунтя не достатньо висвітлює це питання, та залишає відкритим проблему компенсації втрат доходів перевізників у зв’язку з перевезенням пільгових категорій громадян.

Встановлено, що для планування та оптимізації маршрутів складних пасажирських перевезень необхідно налагодити систематичний збір інформації про пасажиропотоки шляхом використання сучасних засобів комп’ютерної техніки, зв’язку та супутникової навігації. Це дозволить створити мультимодальну технологію функціонування мережі пасажирських перевезень за участю залізниць, міського та інших видів транспорту. В свою чергу, ця технологія повинна базуватись на принципі «єдиного квитка» та наскрізної відповідальності за дотриманням умов перевезення пасажира, що обумовлює появу операторів та інтеграторів мультимодальних пасажирських перевезень.

Встановлено найімовірнішу інтенсивність потоку пасажирів ТПВ станції Х у далекому сполученні склало $\eta_{дал}$=182.7 пас./год, на метрополітені– $\eta_{метро}$=478.0 пас./год.

7 Моделювання мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю мтрополітену в умовах ТПВ Х

7.1 Створення математичної моделі мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю метрополітену

На прийняття рішення пасажиром про здійснення мультимодальної поїздки істотний вплив здійснює зручність пересадки у ТПВ. Розроблені структурно-логічні схеми розподілу пасажиропотоку при здійсненні пересадки за участю залізничного транспорту та метрополітену (див. рис. 6.1) дають можливість кількісної оцінки привабливості мультимодального перевезення.

Процес пересадки із залізничного транспорту на автобуси будемо вважати Марківським, тому цю технологію роботи ТПВ (див. рис. 6.1а) можливо записати у вигляді системи диференційних рівнянь Колмогорова

$$\begin{cases} \frac{dp_2(t)}{dt} = -(\lambda_{23} + \lambda_{24} + \lambda_{26})p_2(t) + \lambda_{12}p_1(t) \\ \frac{dp_3(t)}{dt} = -\lambda_{36}p_3(t) + \lambda_{13}p_1(t) + \lambda_{23}p_2(t) + \lambda_{43}p_4(t) \\ \frac{dp_4(t)}{dt} = -(\lambda_{43}+\lambda_{46})p_4(t) + \lambda_{14}p_1(t) + \lambda_{24}p_2(t) + \lambda_{54}p_5(t) \\ \frac{dp_5(t)}{dt} = -(\lambda_{54} + \lambda_{56})p_5(t) + \lambda_{15}p_1(t) \\ \frac{dp_6(t)}{dt} = -p_6(t) + \lambda_{26}p_2(t) + \lambda_{36}p_3(t) + \lambda_{46}p_6(t) + \lambda_{56}p_5(t) \\ p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 = 1 \end{cases}, \quad (7.1)$$

де λ_{ab} – інтенсивність потоку пасажирів з а-й технологічної операції до операції b-й;

$p_i(t)$ – функція імовірності знаходження системи у і-м стані.

Особливістю дослідження саме пасажиропотоку відбивається в тому, що для системи (7.1) сумарні інтенсивності потоків, що виходять зі кожного стану технологічної операції, дорівнюють сумарному потоку та у відносних одиницях дорівнюють 1. Тому для технологічної схеми (рис. 6.1а) в умовах ТПВ Х система (7.1) буде мати вигляд:

$$\begin{cases} \frac{dp_2(t)}{dt} = -p_2(t) + 0.2p_1(t) \\ \frac{dp_3(t)}{dt} = -p_3(t) + 0.1p_1(t) + 0.2p_2(t) + 0.6p_4(t) \\ \frac{dp_4(t)}{dt} = -p_4(t) + 0.5p_1(t) + 0.6p_2(t) + 0.8p_5(t) \\ \frac{dp_5(t)}{dt} = -p_5(t) + 0.3p_1(t) \\ \frac{dp_6(t)}{dt} = -p_6(t) + 0.2p_2(t) + p_3(t) + 0.7p_6(t) + 0.2p_5(t) \\ p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 = 1 \end{cases} . \quad (7.2)$$

Для пошуку фінальних імовірностей систему рівнянь (7.2) перетворено на систему рівнянь у матричному вигляді

$$\begin{bmatrix} -0.2p_1 + p_2 + 0p_3 + 0p_4 + 0p_5 + 0p_6 \\ -0.1p_1 - 0.2p_2 + p_3 + 0.6p_4 + 0p_5 + 0p_6 \\ -0.5p_1 - 0.6p_2 + 0p_3 + p_4 - 0.8p_5 + 0p_6 \\ -0.3p_1 + 0p_2 + 0p_3 + 0p_4 + p_5 + 0p_6 \\ 0p_1 - 0.2p_2 - p_3 - 0.7p_4 - 0.2p_5 + p_6 \\ p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + p_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}. \quad (7.3)$$

Фінальні імовірності для існуючих умов застосування технологічної схеми пересадки із залізничного транспорту на автобуси будуть дорівнювати $\bar{p}_1 = 0.281, \bar{p}_2 = 0.028, \bar{p}_3 = 0.101, \bar{p}_4 = 0.225, \bar{p}_5 = 0.084, \bar{p}_6 = 0.281.$ Оцінку потрібної годинної переробної спроможності B_i кожного технологічного елемента пересадки оцінено як добуток $\bar{p}_i \eta_i$.

З урахуванням інтенсивності $\eta_{дал}$ зроблено висновок, що в умовах ТПВ станції Х для забезпечення пересадки між залізничним вокзалом та метрополітеном потрібна годинна переробна спроможність довідкової служби залізничного вокзалу B_2= 5.12 пас./год, залу очікування B_3= 18.45 пас./год, квиткової каси B_4= 41.11 пас./год, довідкової служби метрополітену B_5= 15.35пас./год.

7.2 Моделювання технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю метрополітену в умовах ТПВ Х

Існує особливість, яка істотно збільшує потрібний час на пересадку: під час пересадки «поїзд → мтерополітен» дуже малий пасажиропотік, що безпосередньо прямує до метрорполітену. Цю особливість обрано в якості одного з напрямків удосконалення технології пересадки пасажирів при організації мультимодального

перевезення у ТПВ станції Х шляхом застосування електронних засобів автоматизованого продажу квитків (платіжне-довідкових терміналів самообслуговування), які будуть застосовано після відміни воєнного стану.

Удосконалена з урахуванням наведених вище заходів технологія пересадки при мультимодальному перевезенні призведе до змін у системі рівнянь (7.1) для інтенсивності та напрямків руху пасажирів: $\lambda_{14} = 0.25, \lambda_{15} = 0.15, \lambda_{16} = 0.5$. Аналогічно вище наведеному встановлено фінальні імовірності та потрібна переробна спроможність елементів ТПВ Х зведено то табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Характеристика технологічних елементів схеми пересадки із залізничного транспорту на метрополітен (умови ТПВ Х)

Технологічний показник	Довідкова служба залізничного вокзалу	Зона очікування метрополітену	Квиткова каса метро (інтернет-додаток)	Довідкова служба (інтернет-додаток)	Всього
Існуюча технологія					
Фінальна імовірність $\bar{p}_i$	0.028	0.101	0.225	0.084	-
Потрібна переробна спроможність, B_i, пас./год.	5.12	18.45	41.11	15.35	80.03
Мультимодальна технологія					
Фінальна імовірність $\bar{p}_i$	0.033	0.082	0.142	0.05	-
Потрібна переробна спроможність B_i, пас./год.	6.03	15.0	25.94	9.14	56.11
Зміни у потрібної спроможності	+17.8%	-17.6%	-36.9%	-40.5%	-30% (23.92 пас/год)

Аналогічно відповідно до структурно-логічної схем пересадки з метрополітену на швидкісні поїзди (див. рис. 6.1б) розраховано показники технологічних елементів схеми пересадки в умовах ТПВ станції Х (табл. 7.2). Таким чином, в умовах ТПВ Х за рахунок впровадження мультимодальної схеми пасажирських

перевезень загальна потрібна переробна спроможність вузла зменшується на ΔB_i = 73.22 пас./год (9.7% від існуючої).

Таблиця 7.2 – Характеристика технологічних елементів схеми пересадки з поїздів на поїзди метрополітену(умови ТПВ станції Х)

Технологічний показник	Довідкова служба	Зал очікування залізничного вокзалу	Квиткова каса (інтернет-додаток)	Всього
Існуюча технологія				
Фінальна імовірність $\bar{p}_i$	0.314	0.129	0.211	-
Потрібна переробна спроможність, B_i, пас./год.	150.09	61.66	100.86	312.61
Мультимодальна технологія				
Фінальна імовірність $\bar{p}_i$	0.375	0.109	0.101	-
Потрібна переробна спроможність B_i, пас./год.	179.25	52.10	48.28	279.63
Зміни у потрібної спроможності	+18.9%	-15.5%	-52.1%	-10.5% (32.98 пас/год)

Перехід до узгодженого розкладу руху залізничного транспорту та метрополітену забезпечить збалансованість використання місць у всіх транспортних засобах при мультимодальному перевезенні відповідно до прогнозного пасажиропотоку. Це дозволить раціонально використати місткість швидкісних поїздів та скоротити час очікування пасажирами у ТПВ до 30% за рахунок впровадження комфортної пересадки, наявності єдиного квитка, використання сучасних засобів інформування і орієнтування, та електронних засобів автоматизованого продажу квитків (платіжне-довідкових терміналів самообслуговування).

Висновок з розділу

Удосконалення технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю метрополітену базується на узгодженому графіку руху всіх видів транспорту. Раціоналізація та узгодження графіку запропоновано здійснити з використанням моделювання пасажиропотоків та взаємодії видів транспорту. Це дозволить раціоналізувати місткість швидкісних поїздів, скоротити на 30% час очікування пасажирами у пунктах пересадки, зменшити необхідну переробну спроможність технологічних елементів ТПВ.

Дослідження довели, що навіть в умовах існуючих ТПВ за участю швидкісного залізничного транспорту можливо досягнення задовільного рівня сервісу та задоволеності пасажирів. Це сприятиме найбільш повному використанню можливостей пасажирського рухомого складу саме в мультимодальних пасажирських перевезеннях в умовах інтеграції рішень в області інформаційних технологій та застосування «єдиного квитка». Проведені розрахунки для умов ТПВ Х показали можливість зменшення навантаження на транспортну інфраструктуру на 9.2%.

8 Імітаційне моделювання пасажиропотоків в умовах пересадки на ТПВ станції Х

8.1 Використання пакету AnyLogic для моделювання пасажиропотоку

Узгоджений графік руху транспортних засобів передбачає єдину технологію роботу різних перевізників та видів транспорту. Тому формування елементів узгодженого графіка починається з встановлення:

- тривалості пересадки $\tau_{пер}$ в ТПВ з урахуванням виду комфортної пересадки та узгодженості стоянки з технологічної точки зору;
- резервного технологічний час $t_{рез}$, необхідний для відновлення інтегрованого графіка руху на випадок запізнення транспортних засобів.

Аналіз публікацій [33, 34, 35] довів, що тривалість маршрутів прямування пасажирів на ТПВ залежать від організації руху під час пересадки. Зокрема, в умовах ТПВ станції Х середній час повної пересадки пасажирів між поїздами складає 7 хв., а за діючих умов шлях прямування між залізничним вокзалом та метрополітеном складає 10 хв. Взаємне розташування вокзальної будівлі, перонів та схема виходу до поїздів метрополітену дає можливість стверджувати, що час перебування пасажирів на ТПВ станції Х для посадки (висадки) пасажирів не повинен складати більш ніж 3 хв. Це технологічно обмежено переходом між ТПВ та станцією М метрополітену, наявністю турникетів та автоматтів для продажу квітків (у разі введення платного проїзду КП «Метрополітен»).

Математичне моделювання руху пасажирів у переході до метрополітену від залізничного вокзалу є одним із способів вирішення практичних завдань удосконалення роботи залізничного вокзалу. Найчастіше рішення завдань не можна знайти шляхом проведення натурних експериментів. Процес руху пасажирів в реальному світі завжди складніші за свою модель. Після створення математичної моделі - а іноді і в процесі розробки починається дослідження структури і розуміння поведінки пасажирів, перевіряється, як себе поведе пасажир при певних умовах, порівнюються різні сценарії і виконується перевірка математичної моделі на адекватність.

Для реалізації відповідної математичної моделі можливе застосування імітаційного методу моделювання в середовищі AnyLogic. Така математична модель відтворює алгоритм («логіку») функціонування досліджуваної системи руху пасажирів на платформі залізничного вокзалу в часі при різних поєднаннях значень параметрів системи і зовнішнього середовища. Імітаційне моделювання - це побудова комп'ютерних моделей і проведення експериментів над ними [39].

Можна виділити переваги імітаційного моделювання:

- імітаційне моделі дозволяють аналізувати системи і знаходити рішення в тих випадках, коли такі методи, як аналітичні обчислення і лінійне програмування є не ефективними.

- - імітаційна модель дозволяє відстежувати всі об'єкти системи, враховані в обраному рівні абстракції, додавати метрики і проводити статистичний аналіз;

визначення рівня абстракції, дозволяє розробляти імітаційну модель набагато простіше, ніж аналітичну, оскільки процес створення моделі є інкрементальним і модульним.

- структура імітаційної моделі природним чином відображає структуру модельованої системи.

- одним з головних переваг імітаційного моделювання є можливість програвати модель в часі і анімувати її поведінку. Анімація є перевагою при демонстрації моделі і може виявитися корисною для верифікації моделі і знаходження помилок.

З вище наведених переваг в даній роботі для моделювання руху пасажирів запропоновано використати метод імітаційного моделювання за допомогою програми AnyLogic [39].

AnyLogic - інструмент імітаційного моделювання новітнього покоління, що заснований на результатах, отриманих в теорії моделювання і в інформаційних технологіях за останнє десятиліття. AnyLogic інструмент імітаційного моделювання, який об'єднав методи системної динаміки, "процесного" дискретно-подієвого і агентного моделювання в одній мові і одному середовищі розробки моделей. Гнучкість програми дозволяє відображати динаміку складних і

різнорідних економічних і соціальних систем на будь-якому бажаному рівні абстракції. AnyLogic включає набір примітивів і бібліотечних об'єктів для ефективного моделювання виробництва і логістики, бізнес-процесів і персоналу, фінансів, споживчого ринку, а також навколишньої інфраструктури в їх природному взаємодії.

Програма підтримує безліч різноманітних типів експериментів з моделями: простий прогін, порівняння прогонів, варіювання параметрів, Монте-Карло, анліз чутливості, оптимізація, калібрування, а також довільний експеримент по призначеному для користувача сценарієм. Мовою для опису структур даних, дій, правил і алгортімов в AnyLogic є Java. При необхідності можливо розширити і визначити функціональність будь-яких примітивів AnyLogic, додавши в них фрагменти Java-коду. Відкритість моделей на рівні Java дозволяє легко інтегрувати їх з зовнішніми Java. Моделі AnyLogic працюють в складі компллексних систем підтримки прийняття рішень (СППР) на багатьох підприємствах.

Порядок використання пакету AnyLogic для моделювання пасажиропотоку між ТПВ та станцією метрополітену М наведено у додатку Г. В середовищі AnyLogic створено імітаційну модель, структуру якої наведено на рис. 8.1.

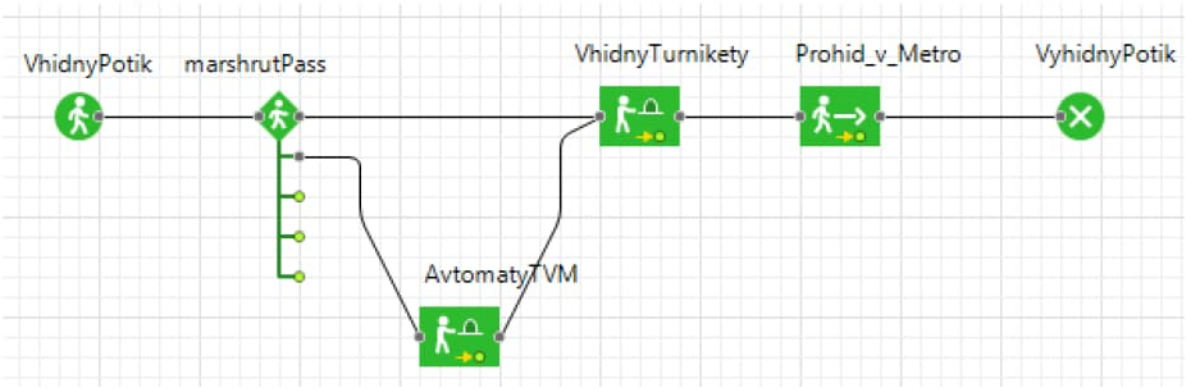


Рисунок 8.1 – Структурна схема блоків моделювання пасажиропотоку при переході між ТПВ та станцією М метрополітену

В результаті побудовано карту щільності пасажиропотоку і запускається сама модель. Для побудови карти щільності треба вставити розмітку простору з пішохідної бібліотеки і задати такі параметри: критична щільність (2 пас/м^2) – це максимальне значення щільності на шкалі в даній моделі, але її можна встановити

яку завгодно, увімкнути видимість її при моделюванні. Після запуску моделі можна побачити скупчення пасажирів у переході. Всі ці параметри задаються, як без необхідності покупки проїзних документів на поїздку в метрополітені (рис. 8.2), так і з необхідністю в ней (рис. 8.3-8.4).

Карта щільності пасажирів є статистичною інформацією по кількості пасажирів в модельованому просторі і відображає цю інформацію на моделі у вигляді карти щільності. Сам елемент виглядає як колірна шкала карти щільності пішоходів. Шкала показує відповідність кольорів на карті щільності і чисельних значень щільності пасажирів.

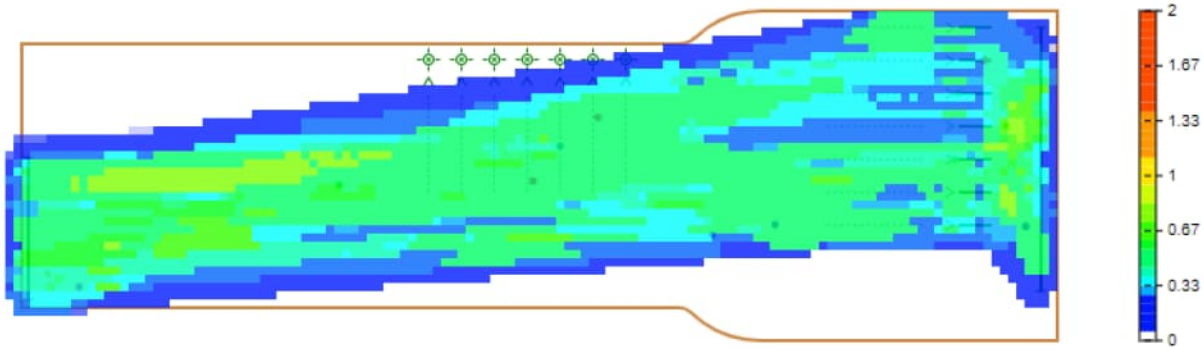


Рисунок 8.2 – Результати моделюванні щільності пасажиропотоку під час пересадки між ТПВ та станцією М метрополітену без необхідності придбання єдиного квітка

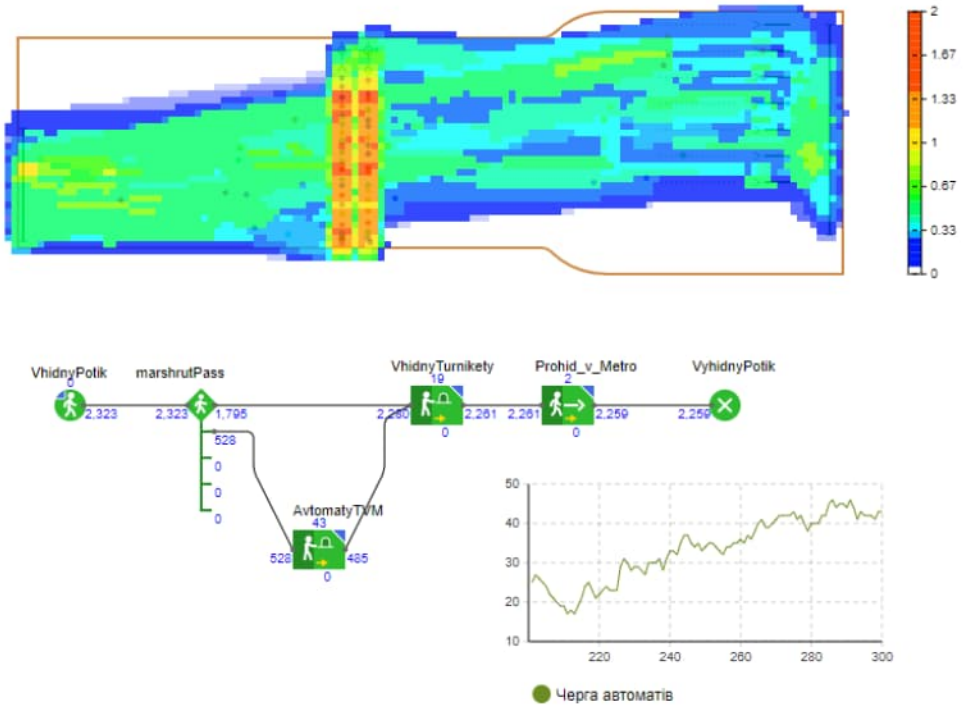
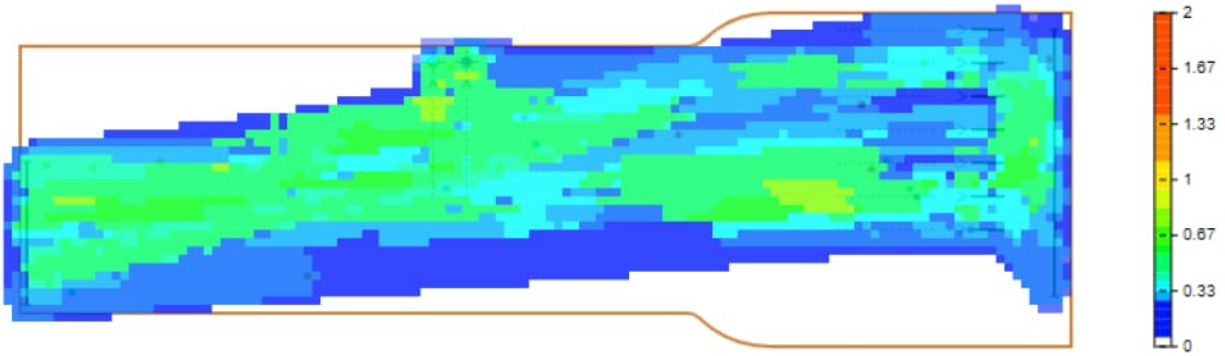


Рисунок 8.3 – Результати моделюванні щільності пасажиропотоку під час пересадки між ТПВ та станцією М метрополітену з необхідністю оплати проїзду (існуюча технологія)



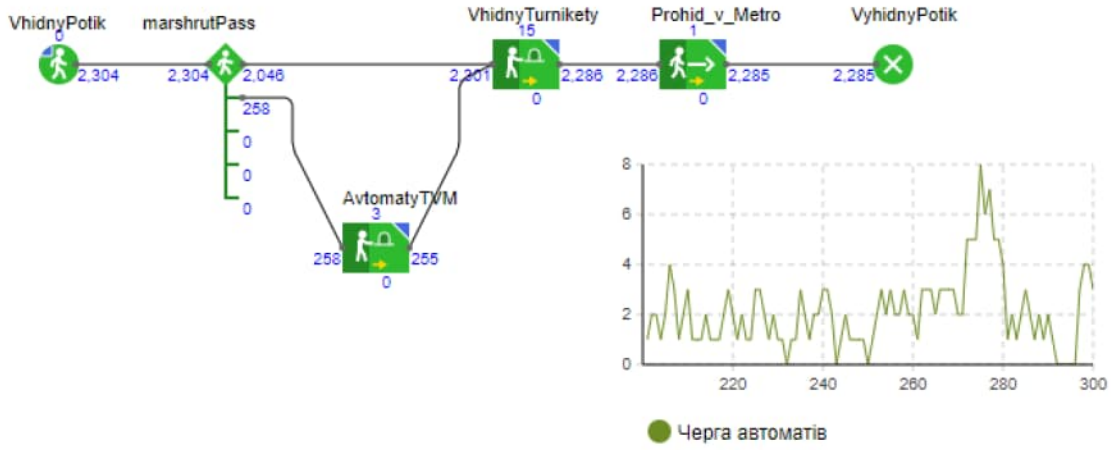


Рисунок 8.4 – Результати моделюванні щільності пасажиропотоку під час пересадки між ТПВ та станцією М метрополітену з необхідністю оплати проїзду та з використанням єдиного квітка (запропонована технологія)

Після проведення моделювання треба знайти на скільки система з єдиним квітком має перевагу у порівнянні із існуючої. Інтенсивності потоків пасажирів взято з попереніх розщрахунків. Встановлено, що існуюча технологія оплати проїзду у метрополітені дає чергу поруч із автоматтами з продажу квітків до 46 пасажирів, при застосуванні єдиного квитка – не більш 8 пасажирів. Таким чином, зручність пересадки значно покращується

$$K = \frac{46 - 8}{478} \cdot 100 = 7{,}9\ \%$$

Отже, результати моделювання доводять, що з системою єдиного квитка пересадка пасажирів приблизно на 8% ефективніша, аніж із традиційною системою оплати.

8.2 Розробка заходів з автоматизації обслуговування пасажирів при мультимодальних пасажирських перевезеннях

Основними напрямками стимулювання попиту на послуги залізничних ВШМ повинні стати в першу чергу Інтернет ресурси компанії і телереклама, підготовка спеціальних репортажів про ВШМ і його переваги в порівнянні з основними конкурентами. Формами залучення додаткових клієнтів до поїздок та до послуг сервіс-центрів можуть бути:

- премії за повторні покупки квитків;
- встановлення знижок при пред'явленні вже використаних квитків;
- виплати премій пасажирам, проведення лотерей, роздача сувенірів;
- формування системи власних кас, Інтернет-порталів та автоматичних пристроїв, ефективних для продажу квитків;
- бронювання квитків через фірмові Інтернет-портали або сайти;
- співпраця з найбільшими комерційними компаніями, службовці яких здійснюють поїздки в зазначених напрямках.

Подальше удосконалення технології роботи сервіс-центру передбачає автоматизацію його роботи. Оскільки кожний сервіс-центр працює зі своєю специфікою і вимогами, в програмі автоматизації слід передбачити можливість створення індивідуальних налаштувань. Зокрема запропонована програма автоматизації сервіс-центру на основі диспетчеризації обробки замовлень дозволяє налаштувати:

- Алгоритм обробки дзвінків;
- Автоматичний або ручний дозвін клієнту;
- Спосіб відсилання повідомлення клієнтам та водіям;
- Тривожну кнопку;

• Автозаказ без участі диспетчера;

• Навігацію, в тому числі GPS;

• Електронні карти та інтеграцію до Internet;

• Правила розподілу замовлень;

• Запис переговорів.

Наприклад, алгоритм обробки дзвінка сервіс-центр може бути організований і автоматизований наступним чином, що наведено на рис. 8.5.

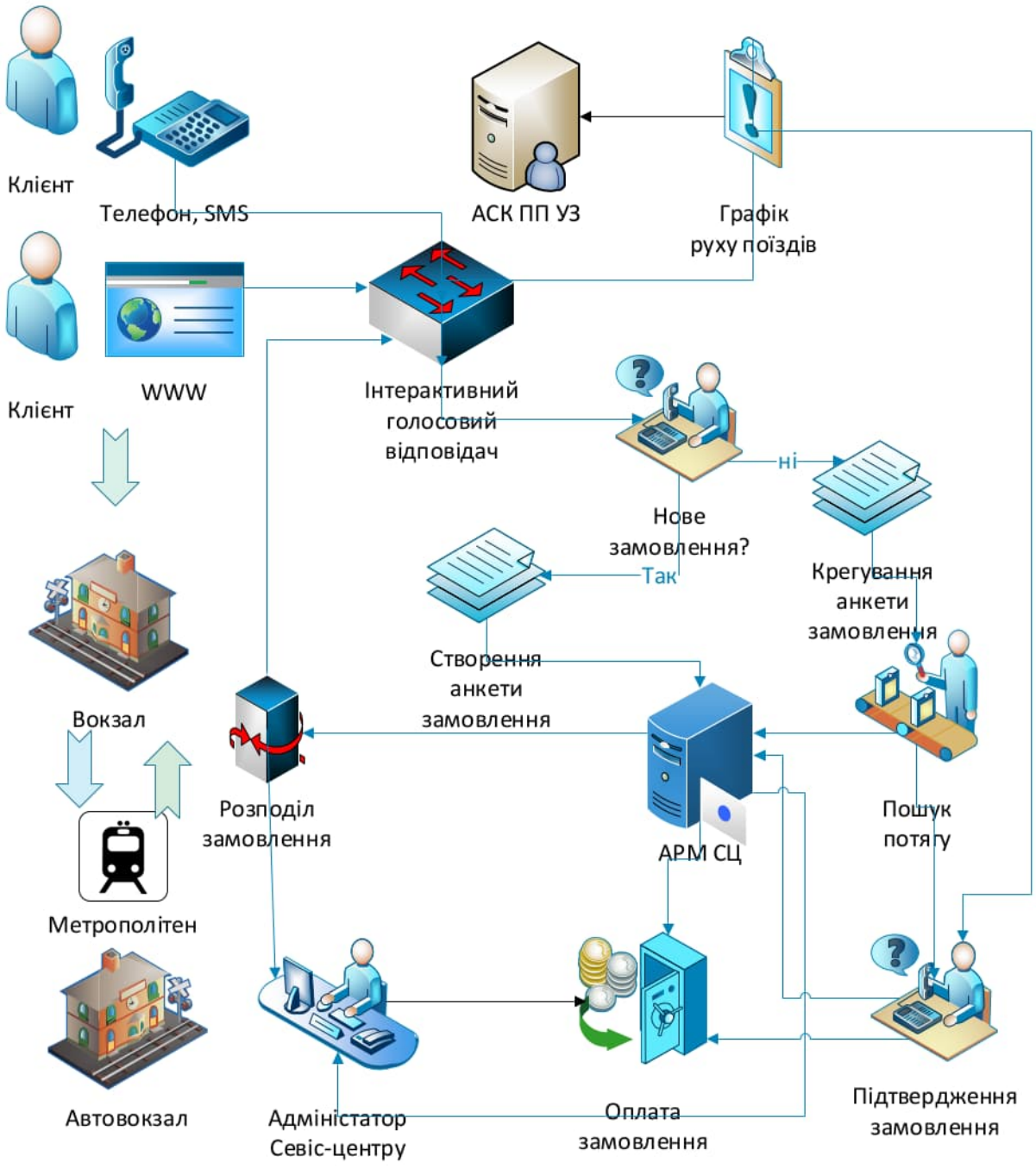


Рисунок 8.5 – Удосконалена технологія роботи сервіс-центру з обробкою замовлень в АРМ СЦ Call-центру

Повністю автоматизований Call-центр сервіс-центру ТПВ має гнучкий функціонал, який дозволяє підібрати до базової комплектації програми ті модулі програми для Call-центру, які в повній мірі задовольняють запитам клієнтів на ТПВ.

Програма для автоматизації розроблена таким чином, що за своїм бажанням і потребам можливо підключити додаткові модулі в будь-який момент. Наприклад, пошук маршруту прямування з найменшую тривалістю очікування пересадки, підключити електронні карти, модуль SMS і навігацію GPS, пошук готелю або таксі, створити новий варіант обслуговування клієнтів.

При існуючій системі аналізу немає можливості повністю встановити оцінку рівня задоволеності пасажирів рівнем виконання графіка по станціям посадки/висадки, оскільки до аналізу беруться тільки початково-кінцеві станції прямування поїзда та стикові пункти. Тому важливим напрямком розвитку системи аналізу графіка руху пасажирських поїздів є визначення рівня виконання графіка руху таких поїздів по станціям посадки/висадки пасажирів з формуванням відповідних звітів.

Висновок з розділу

Побудовано математичну модель руху пасажирів під час пересадки з ТПВ станції Х на станцію М метрополітену з використанням пакету AnyLogic. Розроблено три варіанта моделі поведінки пасажирів: діюча система без оплати поїздки у метрополітені, з існуючої системою оплати та з використанням єдиного квітка на швидкісний та міський транспорт. В результаті проведення моделювання з системою єдиного квитка пересадка пасажирів приблизно на 8% ефективніша, аніж із традиційною системою оплати, що свідчить про вірність результатів аналітічного моделювання, що було виконане раніше та показало, що похибка виконаних розрахунків не перевищує 13%.

Наявність цих даних дозволяє завчасно підготуватися до обробки транспортних засобів, раціонально використовувати транспортну інфраструктуру,

оперативного корегувати графік руху, завчасно інформувати клієнтуру про можливість поїздки з пересадкою, а в перспективі – про придбання єдиного квитка.

Перехід до узгодженого розкладу руху залізничного та інших видів транспорту забезпечить збалансованість використання місць у всіх транспортних засобах, що беруть участь у мультимодальному перевезенні по заданих маршрутах, відповідно до прогнозного пасажиропотоку. Це дозволить раціоналізувати місткість швидкісних поїздів, електропоїздів, метрополітену та автобусів, скоротити час очікування пасажирами у пунктах пересадки до 30%.

Рівень сервісного обслуговування в умовах ВШМ залежить від структури та технології роботи великих ТПВ. Пасажиропотоки характеризуються значною нерівномірністю пасажиропотоків за часовими періодами, тому це необхідно враховувати при формуванні технології сервісного обслуговування. Основні тенденції в розвитку сервісного обслуговування пов'язані з формуванням комплексних ТПВ, в яких взаємодіють швидкісний залізничний, автомобільний і внутрішні (міський) види транспорту.

Для усунення основних недоліків запропоновано удосконалення технології роботи по узгодженню графіку руху пасажирських та приміських поїздів на швидкісних залізничних магістралях шляхом автоматизації цієї роботи. Зокрема запропонована програма автоматизації на основі диспетчеризації обробки замовлень сервіс-центру з обробкою замовлень в АРМ СЦ Call-центру.

9 Техніко-економічні розрахунки ефективності сервісного обслуговування пасажирів при мультимодальних швидкісних залізничних пасажирських перевезеннях

9.1 Вибір методу техніко-економічних розрахунків ефективності сервісного обслуговування пасажирів на ТПВ

Особливістю транспортної продукції є те, що вона нематеріальна, як і будь-яка інша послуга; її не можна накопичити або призвести в запас. Особливості залізничного транспорту як галузі і його продукції визначають специфіку структури експлуатаційних витрат за елементами витрат:

• відсутність витрат на сировину і внаслідок цього відносно низька питома вага витрат на матеріали, які використовуються тільки на утримання технічних засобів і реалізацію ними експлуатаційних функцій. Один з головних для інших галузей спосіб скорочення - економія на матеріалах - в даному виді бізнесу не приносить вагомого результату;

• більш високий, ніж у промисловості, питома вага фонду оплати праці внаслідок відсутності сировинної складової в собівартості перевезень. Даний факт говорить про те, що одним з основних видів ресурсів на залізничному транспорті є люди;

• висока частка умовно-постійних витрат, що не дозволяє різко згорнути, наростити виробництво;

• висока вартість постійних пристроїв, що збільшує питому вагу амортизаційних відрахувань і ремонтних витрат.

Основні тенденції в розвитку сервісного обслуговування пов'язані з формуванням комплексних ТПВ, в яких взаємодіють швидкісний залізничний, автомобільний і внутрішні (міський) види транспорту. Тому продаж «єдиного» квитка для швидкісного мультимодального пасажирського перевезення по узгодженому графіку є перспективним напрямком сервісного обслуговування з его реалізацією через сервіс-центр та з продажом через комп’ютерні автомати.

Сервісне обслуговування пасажирів на ТПВ звичайно здійнюється штатом працівників сервіс-центру (СЦ). Він утримається на вокзалі як за рахунок коштів основної діяльності, так і за рахунок місцевих доходів пасажирської станції в

частині послуг, що надаються на вокзалі. Тому виникає необхідність визначення, який з варіантів обслуговування пасажирів є кращим, для чого необхідно розрахувати техніко-економічні показники. При визначенні техніко-економічних показників і вибору раціонального варіанту роботи сервіс-центру була застосована методика [33], згідно з якою здійснюється порівняльний аналіз застосування різних технологічних варіантів та визначається точка беззбитковості (Break-Even Point).

Розрахунок експлуатаційних витрат сервісного центру за місяць встановлено виходячи з наступних видів витрат:

- Витрати на заробітну плату робітників
- Витрати на спеціальний одяг робітників
- Витрати на утримання швидкозношувального обладнання
- Витрати на опалення приміщень
- Витрати на електроенергію
- Витрати на утримання приміщень
- Амортизаційні витрати
- Витрати на споживання води
- Накладні витрати

1. Загальні витрати на заробітну плату робітників складаються з основного $Ф_{осн}$ та додаткового $Ф_{дод}$ фондів заробітної плати

$$Е_{з.п.}= Ф_{осн}+Ф_{дод}; \quad (9.1)$$

$$Ф_{осн}=1.22\cdot N_{роб}\cdot С_{зп}\cdot. \quad (9.2)$$

де 1.22 – коефіцієнт, що враховує нарахування на заробітну плату;

$N_{роб}$ - кількість персоналу, осіб;

$С_{зп}$ - місячна ставка заробітної плати (середній посадовий оклад), грн.

Додатковий фонд заробітної плати складається з доплат та премій

$$Ф_{дод}= Ф_{осн} (К_{нічь}\cdot+ К_{віч} + К_{св} + К_{вр}) + Ф_{осн} К_{пр}.\cdot \quad (9.3)$$

де $К_{нічь}$ - коефіцієнт, який враховує доплату за працю у нічний час, прийнято 0.2;

$К_{віч}$ - коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній час, 0.1;

$К_{св}$ - коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у святкові дні, 0.03;

$К_{вр}$- коефіцієнт, що враховує нарахування за вислугу років, 0.17

$К_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує преміальні нарахування, 0,2.

2. Витрати на спеціальний одяг робітників

$$Е_{с.о.}=(N_{роб.}\cdot С_{од})/(t_{ср.сл.}\cdot 12) \quad (9.4)$$

де $С_{од}$ - витрати на спеціальний одяг, грн.;

$t_{ср.сл.}$- середній термін служби спеціальний одягу, прийнято 1,5 роки.

3. Витрати на утримання швидкозношувального обладнання

$$Е_{о}=С_{об}/(t_{сл.о}\cdot 12) \quad (9.5)$$

де $С_{об}$ - вартість обладнання, грн.;

$t_{сл.о}$ – середний строк служби швидкозношувального обладнання, 3 роки

4. Витрати на опалення приміщень

$$Е_{от}=S_{пом}\cdot h_{пот}\cdot Р_{р.г.}\cdot С_{от}, \quad (9.6)$$

де $S_{пом}$ - орендна площа сервісного центру, м ^{2};

$h_{пот}$ - висота стелі, м;

$Р_{р.г.}$- витрати тепла для 1 м ^{3} простору, прийнято 0,029;

$С_{от}$ - вартість тарифів на тепло 1Гкал, грн.

5. Витрати на електроенергію

$$Ее= С_{ен}\ М_{м}\ К_{об}, \quad \cdot(9.7)$$

де $М_{м}$ - середня норма енергії, що споживається, кВтГод/міс;

$К_{об}$ – коефіцієнт, що враховує кількість пасажирів, що обслуговуються ;

$С_{ен}$ - вартість 1 кВт/год електроенергії, грн.

6. Витрати на утримання приміщень

$$Е_{утр}= S_{пом}\ \cdot Р_{пот.рем}, \quad (9.8)$$

де $Р_{пот.рем}$ - витрати на поточне утримання та ремонт 1 м ^{2} приміщень , грн/м^2

7. Амортизаційні відрахування

$$Е_{ам}= S_{пом} \cdot К_{от} + С_{об} \cdot К_{от.об}, \quad (9.9)$$

де $К_{от}$ - норма амортизаційних відрахувань на 1 м ^{2} , грн.;

$К_{от.об}$ – норма амортизаційних відрахувань, 0,007.

8. Витрати на споживання води

$$Е_{вод}=(N_{пас} \cdot Р_{р.пас.}+ N_{роб} \cdot Р_{р.роб.}+S_{пом} \cdot Р_{р.пл})D(С_{в.ч}+С_{.в.ст}) \quad (9.10)$$

де $N_{пас}$ – кількість пасажирів, що обслуговуються щодня, осіб;

$Р_{р.пас.}$- норма споживання води для одного пасажира, 0.016 м^3/добу;

$Р_{р.роб.}$- норма споживання води для одного співробітника, 0.025 м ^{3}/добу;

$Р_{р.пл}$ – норма споживання води для прибирання приміщень-0.0005 м ^{3}/1м^2;

D - середня кількість календрних днів місяця, прийнято 30,5;

$С_{в.ч}$ - вартість 1 м ^{3} чистої води, грн.

$С_{в.ст}$ - вартість 1 м ^{3} відходів вода, грн.

9. Накладні витрати

$$Е_{нак}=0.2 \cdot Е_{з.п.} \quad (9.11)$$

10. Сумарні витрати з урахуванням податків

$$Е_{заг} = 1{,}2 \sum_{i=1}^{9} Е_i. \quad (9.12)$$

9.2 Техніко-економічні розрахунки ефективності роботи сервіс-центру на вокзалі

Встановлення обсягів продажу послуг та конкурентоспроможні ціни, що забезпечують беззбиткову роботу сервіс-центру на ТПВ здійснено з урахуванням даних про певну кількість послуг, перелік яких наведено у додатку А.

Обсяг доходів від надання сервісних послуг складе

$$E_{дох} = \sum_{i=1}^{N посл} C_i N_i \quad (9.13)$$

де C_i - вартість послуг і-го виду;

N_i- кількість послуг і-го виду;

$N_{посл}$ - загальна кількість послуг.

Середня вартість послуги на 1 пасажира встановлено як

$$E_{дох1}=E_{дох}/N_{пас} \quad (9.14)$$

За розрахунковий період (в середньому за місяць) надаються послуги за обсягом та за вартістю згідно даних додатку Д. Таким чином, на розрахункову кількість пасажирів середня вартість послуги на 1 пасажира становить $E_{дох}$=25,00 грн.

Ефективність роботи з сервісного обслуговування пасажирів на ТПВ визначимо коефіцієнтом рентабельності

$$K_{рент}=(1-E_{дох}/E_{заг})*100 \quad (9.15)$$

Вихідні дані для визначення ефективності роботи сервіс-центру на ТПВ наведено у додатку Б. Розрахунок загальних витрат по обслуговуванню здійснено за формулами (9.1)-(9.12) при різної кількості пасажирів та зведено у табл. 9.1.

Таблиця 9.1 – Розрахунок загальних витрат на сервісне обслуговування за місяць

Показник, грн./міс						
Кількість пасажирів, у ср. за добу	0	500	1000	1500	2000	2500
Витрати на заробітну плату робітників	251991,00	251991,00	251991,00	251991,00	251991,00	251991,00
Витрати на спеціальний одяг робітників	1500,00	1500,00	1500,00	1500,00	1500,00	1500,00
Витрати на утримання швидкозношувального обладнання	41666,67	41666,67	41666,67	41666,67	41666,67	41666,67
Витрати на опалення приміщень	33985,90	33985,90	33985,90	33985,90	33985,90	33985,90
Витрати на електроенергію	12960,00	77760,00	142560,00	207360,00	272160,00	336960,00
Витрати на утримання приміщень	3750,00	3750,00	3750,00	3750,00	3750,00	3750,00
Амортизаційні відрахування	48000,00	48000,00	48000,00	48000,00	48000,00	48000,00
Витрати на споживання води	1925,48	16572,19	31218,90	45865,61	60512,32	75159,03
Накладні витрати	50398,20	50398,20	50398,20	50398,20	50398,20	50398,20
Сумарні витрати з урахуванням податків	446177,24	525623,95	605070,66	684517,37	763964,08	843410,79
Середня доходна ставка від надання послуг	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Загальні доходи від надання послуг за період (EBITDA)	0,00	375000,00	750000,00	1125000,00	1500000,00	1875000,00
Коефіцієнт рентабельності	0,00	0,71	1,24	1,64	1,96	2,22

Встановлення обсягів продажу послуг та конкурентоспроможні ціни, що забезпечують беззбиткову роботу здійснено шляхом побудови залежності витрат та доходів СЦ від кількості обслуговуваних пасажирів та наведено на рис. 9.1

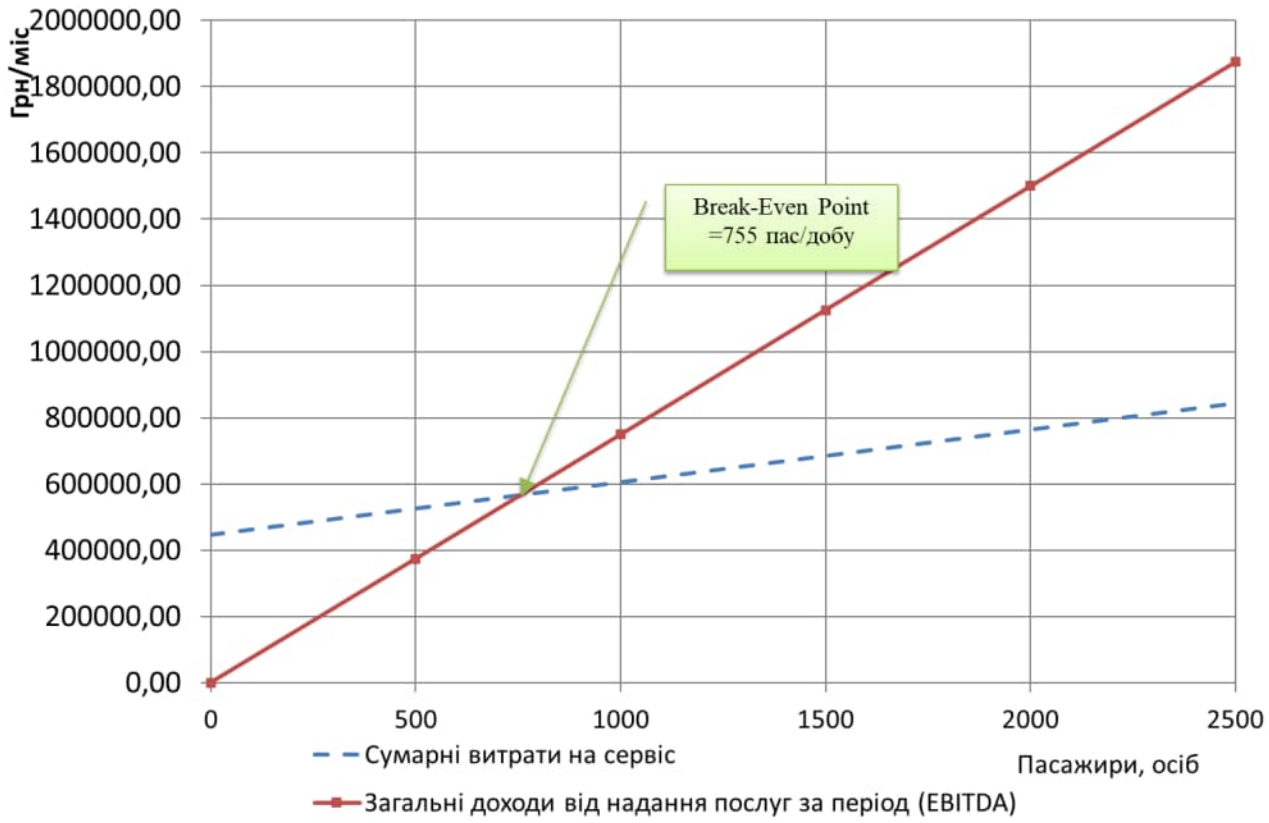


Рисунок 9.1 - Залежності загальних витрат та доходів від кількості обслугованих пасажирів на ТПВ Х

На цій діаграмі можна побачити, що якщо сервісний центр надає розрахункову кількість послуг $N_{пас}$, то рентабельність його діяльності складає 40%. Точкою беззбитковості є кількість послуг Break-Even Point = 755 на добу, що надано пасажирам, тобто коли витрати СЦ становлять рівними доходності. Оскільки прибутковість сервісного центру на ТПВ зберігається, з фінансової точки зору немає необхідності для підвищення вартості обслуговування, зокрема пропонується фіксована вартість послуги з бронювання «єдиних» проїзних залізничних квитків у мультимодальному перевезенні.

Висновок з розділу

Обґрунтування основних запропонованих заходів в роботі проведено на основі техніко-економічних розрахунків.

Досвід інших країн показує, що розвантажити черги можна за рахунок впровадження такої послуги, як продаж проїзних документів через комп'ютерні

автомати. До основних переваг комп’ютерних автоматів можна віднести: простота і легкість в користуванні; можливість встановити в будь-якому місці – на зупинках трамваїв, тролейбусів, на станціях метро, в супермаркетах; прості в обслуговуванні. Недоліком комп’ютерних автоматів для продажу проїзних документів є те, що вони відносно дорогі. На сьогоднішній день вартість одного комп’ютерного автомата доступна, тому саме комп’ютерні автомати для продажу проїзних документів в майбутньому змінять стаціонарні каси на вокзалах.

Основні тенденції в розвитку сервісного обслуговування пов'язані з формуванням комплексних ТПВ, в яких взаємодіють швидкісний залізничний, автомобільний і внутрішні (міський) види транспорту. Тому продаж «єдиного» квитка для швидкісного пасажирського перевезення по узгодженому графіку є перспективним напрямком сервісного обслуговування.

Для встановлення обсягів продажу послуг та конкурентоспроможні ціни, що забезпечують беззбиткову роботу СЦ здійснено оцінку витрат та доходів СЦ. Точкою беззбитковості є кількість послуг Break-Even Point = 755 пас. на добу, що надано пасажирам, коли витрати становлять рівними доходності. Оскільки прибутковість сервісного центру на ТПВ зберігається, з фінансової точки зору встановлено відсутність необхідності в підвищенні вартості обслуговування пасажирів.

Висновки

З кожним роком потреби пасажирів збільшуються. Вони вимагають більш якісного сервісного обслуговування, комфортних умов при перебуванні на вокзалі, сучасних послуг, які б надавалися на належному високому рівні. Тому, на сьогоднішній день, сервісне обслуговування пасажирів на вокзалі є дуже актуальною проблемою для всіх її структурних підрозділів. Актуальність проблеми полягає також в тому, що, по-перше, розвиток сервісу в пасажирських перевезеннях стає основою для залучення користувачів залізничного транспорту і підвищення рентабельності перевезень; по-друге, робота залізничного транспорту в умовах дефіциту вагонного парку і прискореного його старіння вимагає розвитку ремонтної бази, залучення додаткових інвестицій і контингенту працівників на залізничний транспорт за рахунок надання додаткових сервісних послуг і кардинальної зміни форм обслуговування.

Питанням сервісного обслуговування і якістю надання послуг на вокзалах і в поїздах займалося багато вчених. Для вирішення проблеми подальшого покращення сервісного обслуговування пасажирів в роботі розглядається один з найбільших вокзалів України – вокзал ст. Х.

Аналіз стану та розвитку залізничних пасажирських перевезень у країні показав, що зміни в пасажиропотоці та рівні населеності пасажирських поїздів були, але АТ Укрзалізниця зуміла адаптуватися та відновити певну стабільність до кінця звітного періоду. Це свідчить про високий рівень організаційної та технічної підготовленості залізничного транспорту України навіть у надзвичайних умовах.

Середня кількість перевезених пасажирів в Україні залізницями за період склала 1841 тис. пас./міс (62 тис. пас/добу), з мінімумом 416,5 тис. пас./міс. та максимумом 3451 тис. пас./міс. Виконано прогноз обсягів перевезень методом потрійного експоненційного згладжування, який показав, що до кінця 2025 року тенеденція у обсягах пасажирських перевезень буде зберігатись, а середньомісячна прогнозна кількість пасажирів складе 1703 тис. пас./міс (56,7 тис.

пас/добу).

Проведений аналіз роботи основних структурних підрозділів вокзалу при наданні сервісного обслуговування пасажирам показав, що наряду з перевагами в їх роботі існують і недоліки.

До основних з них відносяться:

- недостатня кількість рекламних оголошень про послуги багажного відділення, кімнати матері і дитини, Сервіс-центру;

- в багажному відділенні багаж і вантажобагаж завантажується (розвантажується) вручну;

- в Сервіс-центрі надається мало послуг, частина з яких застаріли, або вимагають вдосконалення;

- черги біля кас у години “пік” тощо.

Ефективна організація перевезень пасажирів забезпечується не тільки спеціалізацією за видами сполучень (міжнародне, Intercity, бізнес-клас, економ-клас, тощо), але й раціональною роботою ТПВ, пунктів та засобів продажу проїзних документів, наявністю та можливістю здійснення комфортних пересадок між маршрутами, що обслуговуються одним або декількома перевізниками, в тому числі – що представляють різні види транспорту. Це потребує застосування інноваційних технологій узгодження графіку руху транспортних засобів, продажу проїзних документів, надання сучасних сервісних послуг пасажирам, створення єдиного інформаційного середовища.

Метрополітен займає одне з основних місць у процесах перевезень пасажирів у крупних населених пунктах. Надано характеристику об’єктів КП Метрополітен. Експлуатаційна довжина трьох діючих сягає близько 38,7 км із 30 станціями та трьома підземними пересадочними вузлами.

Аналіз обсягів перевезень пасажирів КП Метрополітен показує його нерівномірність за роками, а також значне зменшення пасажиропотоку внаслідок карантинних обмежень COVID-19 та введенням воєнного стану у країні. Головним джерелом фінансових надходжень метрополітену є основна діяльність —

перевезення пасажирів, а крім того непрофільні напрямки: надання в оренду площ та місць для реклами, реклама тощо.

Аналіз досліджень в сфері технології експлуатації метрополітену показав, що у працях багатьох вітчизняних та закордонних вчених увага приділяється саме оптимізації режимів роботи у годину «пік», автоматизації руху, взаємодії з іншими видами міського та приміського видів транспорту.

Сучасні ТПВ за участю швидкісного та високошвидкісного залізничного транспорту є місцем вирішення транспортних потреб пасажирів та характеризуються значною нерівномірністю пасажиропотоків за періодами доби. Рівень сервісу та обсяг сервісних послуг в умовах ТПВ в основному залежать від рівня задоволеності пасажирів, рентабельності додаткових видів послуг та доходу комерційної зони ТПВ.

Проаналізовано нормативно-правова складова врегулювання пасажирських мультимодальних перевезень. Нажаль, існуюче правове підґрунтя не достатньо висвітлює це питання, та залишає відкритим проблему компенсації втрат доходів перевізників у зв'язку з перевезенням пільгових категорій громадян.

Встановлено, що для планування та оптимізації маршрутів складних пасажирських перевезень необхідно налагодити систематичний збір інформації про пасажиропотоки шляхом використання сучасних засобів комп'ютерної техніки, зв'язку та супутникової навігації. Це дозволить створити мультимодальну технологію функціонування мережі пасажирських перевезень за участю залізниць, міського та інших видів транспорту. В свою чергу, ця технологія повинна базуватись на принципі «єдиного квитка» та наскрізної відповідальності за дотриманням умов перевезення пасажира, що обумовлює появу операторів та інтеграторів мультимодальних пасажирських перевезень.

Встановлено найімовірнішу інтенсивність потоку пасажирів ТПВ станції Х у далекому сполученні склало $\eta_{дал}$=182.7 пас./год, на метрополітені– $\eta_{метро}$=478.0 пас./год.

Удосконалення технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю метрополітену базується на узгодженому графіку руху всіх

видів транспорту. Раціоналізація та узгодження графіку запропоновано здійснити з використанням моделювання пасажиропотоків та взаємодії видів транспорту. Це дозволить раціоналізувати місткість швидкісних поїздів, скоротити на 30% час очікування пасажирами у пунктах пересадки, зменшити необхідну переробну спроможність технологічних елементів ТПВ.

Дослідження довели, що навіть в умовах існуючих ТПВ за участю швидкісного залізничного транспорту можливо досягнення задовільного рівня сервісу та задоволеності пасажирів. Це сприятиме найбільш повному використанню можливостей пасажирського рухомого складу саме в мультимодальних пасажирських перевезеннях в умовах інтеграції рішень в області інформаційних технологій та застосування «єдиного квитка». Проведені аналітичні розрахунки для умов ТПВ Х показали можливість зменшення навантаження на транспортну інфраструктуру на 9.2%.

Побудовано математичну модель руху пасажирів під час пересадки з ТПВ станції Х на станцію М метрополітену з використанням пакету AnyLogic. Розроблено три варіанта моделі поведінки пасажирів: діюча система без оплати поїздки у метрополітені, з існуючої системою оплати та з використанням єдиного квітка на швидкісний та міський транспорт. В результаті проведення моделювання з системою єдиного квитка пересадка пасажирів приблизно на 8% ефективніша, аніж із традиційною системою оплати, що свідчить про вірність результатів аналітічного моделювання, що було виконане раніше, та показало, що похибка виконаних розрахунків не перевищує 13%.

Перехід до узгодженого розкладу руху залізничного та інших видів транспорту забезпечить збалансованість використання місць у всіх транспортних засобах, що беруть участь у мультимодальному перевезенні по заданих маршрутах, відповідно до прогнозного пасажиропотоку. Це дозволить раціоналізувати місткість швидкісних поїздів, електропоїздів, метрополітену та автобусів, скоротити час очікування пасажирами у пунктах пересадки до 30%.

Рівень сервісного обслуговування в умовах ВШМ залежить від структури та технології роботи великих ТПВ. Пасажиропотоки характеризуються значною

нерівномірністю пасажиропотоків за часовими періодами, тому це необхідно враховувати при формуванні технології сервісного обслуговування. Основні тенденції в розвитку сервісного обслуговування пов'язані з формуванням комплексних ТПВ, в яких взаємодіють швидкісний залізничний, автомобільний і внутрішні (міський) види транспорту.

Для усунення основних недоліків запропоновано удосконалення технології роботи по узгодженню графіку руху пасажирських та приміських поїздів на швидкісних залізничних магістралях шляхом автоматизації цієї роботи. Зокрема запропонована програма автоматизації на основі диспетчеризації обробки замовлень сервіс-центру з обробкою замовлень в АРМ СЦ Call-центру.

Для встановлення обсягів продажу послуг та конкурентоспроможні ціни, що забезпечують беззбиткову роботу СЦ здійснено оцінку витрат та доходів СЦ. Точкою беззбитковості є кількість послуг 755 пасажирам на добу, коли витрати СЦ становлять рівними доходності. Оскільки прибутковість сервісного центру зберігається, тобто сервісний центр працює з прибутком, з фінансової точки зору немає необхідності для підвищення вартості обслуговування.

Список використаних джерел

1 Про затвердження Статуту залізниць України. Постанова Кабінету Міністрів України; Статут від 06.04.1998 № 457. редакція від 03.12.2021р.

2 Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. — URL: http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80

3 Аксьонов І.М., Яновський П.О. Організація пасажирських приміських перевезень: Навчальний посібник. – К.: КУЕТТ,2002.-69с.

4 Аксенов И.М. Концепция сервиса в сфере пасажирских перевозок// Залізничний транспорт України. – 2002.- №1.- С.11-16.

5 Закон України "Про захист прав споживачів"// Відомості Верховної Ради України.-2006.- №7.-Ст.84.

6 2 "Про транспорт" Закон України від 10 листопада 1994р. // Відомості Верховної Ради України.- 1994.- №51.- Ст. 446.

7 Закон України "Про залізничний транспорт" //Відомості Верховної Ради України.-1996.-№40.- зі змінами станом на 01.01.2019р.

8 Закон України "Про застосування реєстраторів розрахункових операцій у сфері торгівлі, громадського харчування та послуг" //Відомості Верховної Ради України.-1995.-№28.-Ст.205.

9 Зеркалов Д.В. Транспорт України. Довідник. У двох книгах. Кн.1. – К.: Основа, 2002.- 462.

10 Зеркалов Д.В. Транспорт України. Довідник. У двох книгах. Кн.2. – К.: Основа, 2003.- 564.

11 Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». URL:https://www.uz.gov.ua/, вільний доступ – (Дата звернення: 15.04.2025).

12 Основні чинні кодекси і закони України / Уклад. Ю.П. Єлісовенко.- К.: Махаон, 2003.- 976 с.

13 Порядок оформлення розрахункових і звітних документів при здійсненні продажу проїзних і перевізних документів на залізничному транспорті:

Затверджений спільним наказом Міністерства транспорту України та Державної податкової адміністрації від 24.10.01р. №712/431.-К.: Укрзалізниця, 2002.-154с.

14 Про Порядок обслуговування громадян залізничним транспортом : Постанова Кабінету Міністрів України; Порядок від 19.03.1997 № 252 . URL: http://zakon.rada.gov.ua/go/252-97-%D0%BF

15 Про затвердження Правил перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом ... : Наказ; Мінтрансзв'язку України від 27.12.2006 № 1196. URL: http://zakon.rada.gov.ua/go/z0310-07

16 Про затвердження Змін до Правил перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом... : Наказ; Мінінфраструктури від 15.03.2016 № 107. URL: http://zakon.rada.gov.ua/go/z0519-16.

17 Про затвердження Правил безпеки громадян на залізничному транспорті України : Наказ; Мінтранс України від 19.02.1998 № 54. URL: http://zakon.rada.gov.ua/go/z0193-98.

18 Положення про магістерську кваліфікаційну роботу. -Х.: УкрДАЗТ, 2017. - 9с.

19 Сідляр В.О., Крищенко Ю.Г., Зеркалов Д.В. Довідник пасажира залізниці.- К.: Знання, 1999.- 192 с.

20 Типовий технологічний процес з надання послуг пасажирам та організації роботи залізничних вокзалів. Міністерство транспорту та зв'язку України. Затверджено Наказом Укрзалізниці №187-Ц від 29.06.05. –К., 2005.-163с.

21 Технологічний процес з надання послуг пасажирам та організації роботи вокзалу станції Харків-Пасажирський: Рукопис. -Х.: Регіональна філія Південна залізниця АТ Українська залізниця, 2016. – 250с.

22 Helbing, D. Social force model for pedestrian dynamics / D. Helbing // Physical review E, May 1995.

23 Alonso, W. Location and Land Use / W. Alonso // Cambridge (Mass), Harvard University Press, 1964.

24 Торопов, Б.И. Развитие пассажирских комплексов на основе закономерностей формирования пассажиропотоков: дисс. канд. технических наук: 05.22.00. – Киев, Киевский институт железнодорожного транспорта, 2000. – 154 с.

25 Комунальне підприємство «Харківський метрополітен». Офіційний сайт. URL: https://www.metro.kharkov.ua/ (дата звернення 01.05.2025 р.).

26 Ломотько Д. В., Даценко Г.Г. Анализ рівня сервісу в умовах транспортно - пересадочних вузлів на високошвидкісних залізничних магістралях. Зб. наук. праць:.- Харків: УкрДУЗТ, 2016.- Вип. 161. – С.25-35.

27 High speed lines in the world / International Union of Railways. URL: http://uic.org/spip.php?article573.

28 Ломотько Д. В., Листопад М. С. Напрямки підвищення рівня сервісу в умовах транспортно-пересадочних вузлів швидкісних залізничних магістралей. Зб. наук. праць:.- Харків: УкрДУЗТ, 2017.- Вип. 168. – С.4-9.

29 Ломотько Д.В., Листопад М.С., Воскобойников Д.Г., Сірадчук А.Д. Шляхи удосконалення технології мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень // Транспортні системи та технології перевезень. – 2017. – N 13. - С. 59-66. DOI : 10.15802/tstt2017/110770.

30 Закон України Про мультимодальні перевезення. URL: https://mtu.gov.ua/ (дата звернення 01.02.2025).

31 Цивільний кодекс України. №435-IV від 16.01.2003 (ред. від 31.03.2019) URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15 (дата звернення 01.04.2025).

32 Бутько ТВ, Прохорченко АВ. Удосконалення системи оперативного прогнозування пасажирських потоків на основі використання інтелектуальних технологій. Зб. наук. праць.–Харків: УкрДАЗТ. 2007.- С. 161-171.

33 Журба, О.О. Моделювання процесу поїздки пасажирів на залізничному вокзалі Харків–пас. за варіантом “пасажирський поїзд – міський транспорт” // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2010.- Вип. 119.- С. 60-66.

34 Ломотько Д. В., Даценко Г.Г. Аналіз рівня сервісу в умовах транспортно - пересадочних вузлів на високошвидкісних залізничних магістралях [Текст] / Зб. наук. праць:.- Харків: УкрДУЗТ, 2016.- Вип. 161. – С.25-35.

35 Прохорченко А. В. Удосконалення системи орієнтування пасажирів на залізничних вокзалах України в умовах упровадження швидкісного руху пасажирських поїздів / А. В. Прохорченко, В. В. Паламарчук // Збірник наукових

праць Українського державного університету залізничного транспорту. - 2017. - Вип. 169. - С. 213-224. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpudazt_2017_169_28;

36 Aloulou M.A., Kovalyov M.Y., Portmann M.C. Evaluation FlexibleSolutions in Single Machine Scheduling via Objective FunctionMaximization: the Study of Computational Complexity // RAIRO Oper. Res., 2007, 41, 1 – 18.

37 Lawler E.L., Moore J.M., A Functional Equation and its Application to Resource Allocation and Sequencing Problems // Management Science, 1969. Vol. 16. No. 1. P. 77–84.

38 Ceder A., Golany B., Tal O. Creating bus timetables with maximal synchronization // Transp. Res. Part A: Policy and Practice. 2001. Vol. 35, № 10. P. 913–92

39 Boev V.D. Computer modeling. Manual for practical classes, course and diploma design in AnyLogic 7: Educational manual - Belin: VAS, 2018. - 432 p.

40 Ломотько Д.В., Філіпський О.В., Ломотько М.Д., Красноштан О.М. Формування узгодженого графіку руху для мультимодальних пасажирських перевезень за участю залізничного транспорту // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2019.- № 2(135).- с. 49-58. DOI: 10.18664/ikszt.v0i2.164954.

41 До питання організації залізничного приміського сполучення між містами Вишгород і Київ / Ломотько Д.В., Красноштан О.М., Кава О.С., Новицький Б.О., Беспалов Д.О. // Залізничний транспорт України. – 2023. – № 4. – С. 4-14 DOI: 10.34029/2311-4061-2023-149-4-04-14.

Додаток А

Об'ємні показники по пасажирських перевезень по вокзалу станції Х

Таблиця А.1 - Кількість проданих проїзних документів пасажирам на дослідному вокзалі за 2022-2024 роки

	Сполучення			Середньодобове	
Місяць	приміське платне	приміське безкоштовне	далеке	Приміське, всього за добу	Далеке, пас /добу
01.2022	222677	226764	320694	14981	10690
02.2022	81253	62547	205545	4793	6852
03.2022	123974	78601	247165	6753	8239
04.2022	131864	108163	284783	8001	9493
05.2022	122100	113805	267836	7864	8928
06.2022	118687	137789	388379	8549	12946
07.2022	112473	148167	391961	8688	13065
08.2022	116740	144836	304769	8719	10159
09.2022	140055	138817	274472	9296	9149
10.2022	142231	124839	274639	8902	9155
11.2022	139051	85997	261391	7502	8713
12.2022	147015	87708	296661	7824	9889
01.2023	95997	56738	223766	5091	7459
02.2023	91582	51913	208721	4783	6957
03.2023	104056	61748	257226	5527	8574
04.2023	137680	87257	307820	7498	10261
05.2023	126230	89893	298940	7204	9965
06.2023	190222	107043	391688	9909	13056
07.2023	145147	130751	396544	9197	13218
08.2023	229134	181947	318501	13703	10617
09.2023	218553	178328	273347	13229	9112
10.2023	190554	179593	274591	12338	9153
11.2023	183996	118706	265982	10090	8866
12.2023	211761	126920	286584	11289	9553
01.2024	199553	118637	233927	10606	7798
02.2024	180538	98100	215287	9288	7176
03.2024	213712	140775	257591	11816	8586
04.2024	111521	70678	249334	6073	8311
05.2024	75738	53936	179364	4322	5979
06.2024	91307	51381	188010	4756	6267
07.2024	63865	57530	174479	4047	5816
08.2024	100819	80057	140140	6029	4671
09.2024	96163	78464	120273	5821	4009
10.2024	83844	79021	120820	5429	4027
11.2024	80958	52231	117032	4440	3901

12.2024	93175	55845	126097	4967	4203
01.2025	93790	55759	109946	4985	3665
02.2025	92074	50031	109796	4737	3660
03.2025	138913	91504	167434	7681	5581

*Дані Укрзалізниці.

Таблиця А.2 – Статистичні показники кількості проданих проїзних документів пасажирам на дослідному вокзалі за 2022-2024 роки

	приміське платне	приміське безкоштовне	далеке	Приміське, всього за добу	Далеке, пас /добу
Математичне очікування	134333,4	101610,7	244398,4	7864,803	8146,612
Стандартна помилка	7529,186	7004,168	13014,95	458,8852	433,8316
Медіана	123974	89893	257591	7680,552	8586,367
Стандартне відхилення	47019,75	43741,01	81278,32	2865,737	2709,277
Дисперсія вибірки	2,21E+09	1,91E+09	6,61E+09	8212448	7340183
Коеф. варіації	0,350023	0,430476	0,332565	0,364375	0,332565
Інтервал	165269,3	176733	286747,6	10934,86	9558,254
Мінімум	63864,68	50031	109796,4	4046,504	3659,879
Максимум	229134	226764	396544	14981,37	13218,13
Сума	5239001	3962819	9531536	306727,3	317717,9
Кількість	39	39	39	39	39

Додаток Б

Перелік послуг, які надаються на вокзалі станції Х

Станом на 01.01.2022р.

№ з/п	Найменування послуги	Одиниця виміру	Ціна послуги з урахуванням ПДВ, грн
1	Оформлення проїзного документа, замовленого телефоном, з подальшим викупом його у касі бюро замовлень	1 місце в проїзному документі	25,00
2	Оформлення проїзного документа, замовленого телефоном, у бюро замовлень з подальшою доставкою за адресою, зазначеною замовником	1 місце в проїзному документі	50,00
3	Попереднє приймання від юридичних та фізичних осіб індивідуальних замовлень на резервування місця у поїзді міжнародного сполучення (крім країн СНД і Балтії) у квиткових касах та Сервіс-центрі	1 місце в проїзному документі	30,00
4	Повідомлення телефонограмою (телефоном) начальника поїзда і начальника вокзалу у випадку, коли проїзні документи пасажира залишилися у особи, яка його проводжала	1 повідомлення	20,00
5	Зберігання ручної поклажі в автоматичних камерах схову	1 місце за 2 календарні доби	22,00
6	Відкриття на прохання пасажира комірки автоматичної камери схову	1 комірка	22,00
7	• Зберігання ручної поклажі у стаціонарній камері схову	1 місце за 1 календарну добу	24,00
8	• Зберігання великогабаритних речей у стаціонарних камерах схову	1 місце за 1 календарну добу	26,00
9	Зберігання ручної поклажі та великогабаритних речей понад встановлений термін	1 місце за 1 календарну добу	28,00
10	Надання пасажиру бланку-заяви у зв’язку з втратою жетона камери схову	1 бланк-заява	3,00
11	Перевірка ваги ручної поклажі у камерах схову на прохання пасажира	1 місце	5,00
12	Надання письмової довідки про вагу ручної поклажі пасажира у камерах схову на прохання пасажира	1 довідка	4,00
13	Перенесення водієм електрокара одного місця ручної поклажі або багажу із вагона поїзда до місця зупинки міського транспорту в межах привокзальної площі або приміщення вокзалу, а також у зворотному напрямку	1 місце	18,00
14	Перевезення великогабаритної ручної поклажі з поїзда в межах привокзальної площі або приміщень вокзалу, а також у зворотному напрямку	1 місце	20,00
15	Використання багажного візка	1 візок протягом 30 хвилин	15,00

№ з/п	Найменування послуги	Одиниця виміру	Ціна послуги з урахуванням ПДВ, грн
16	Доставка ручної поклажі електрокаром: - у межах вокзального комплексу	1 місце	18,00
17	Зберігання багажу (вантажобагажу) понад 24 години до моменту відправлення поїзда	1 місце за 1 календарну добу	30,00
18	Зберігання прибулого багажу (вантажобагажу) понад встановлений термін	1 місце за 1 календарну добу	30,00
19	Зберігання прибулого автомобіля понад встановлений термін	1 місце за 1 календарну добу	90,00
20	Зберігання прийнятого до перевезення автомобіля понад 24 годин до моменту відправлення автомобілевоза	1 місце за 1 календарну добу	90,00
21	Перевірка ваги багажу (вантажобагажу) на прохання отримувача багажу (вантажобагажу)	1 місце	10,00
22	Перевірка ваги ручної поклажі у багажному відділенні на прохання пасажира	1 місце	10,00
23	Надання письмової довідки про вагу ручної поклажі пасажира у багажному відділенні	1 довідка	6,00
24	Надання відправникові багажу (вантажобагажу) бирки або бланку-заяви	1 бирка або 1 бланк-заява	8,00
25	Заповнення бирки, бланку-заяви або нанесення відправницького маркування на багаж (вантажобагаж)	заповнення 1 бирки або 1 бланку-заяви, маркування 1 місця	8,00
26	Видача в багажному відділенні письмових довідок на прохання користувачів послугами залізниці	1 довідка	6,00
27	Повідомлення одержувача про прибуття на його адресу багажу (вантажобагажу), «Експрес-передачі»: - стаціонарним телефоном - поштою - мобільним зв'язком	1 повідомлення	5,00 12,00 10,00
28	Упакування багажу (скотч-стрічкою) на прохання відправника	1 місце	10,00
29	Окантування багажу (пластиковою стрічкою) на прохання відправника	1 місце	10,00
30	Повідомлення про зміну реквізитів відправника (одержувача) у випадку допущення помилки з боку відправника або одержувача багажу (вантажобагажу)	1 повідомлення	30,00

№ з/п	Найменування послуги	Одиниця виміру	Ціна послуги з урахуванням ПДВ, грн
31	Навантаження та вивантаження багажу (вантажобагажу) на прохання відправника (одержувача) з автомобіля до багажного відділення або навпаки: - до 30 кг - від 31 до 60 кг - від 61 до 164 кг - від 165 до 300 кг	1 місце	 10,00 15,00 30,00 80,00
32	Вивантаження вантажобагажу з вагона вагою одного місця від 165 кг до 300 кг працівниками вокзалу в разі неявки одержувача	1 місце	90,00
33	• Погодження перевантаження вантажобагажу відправником по станціях країн СНД	1 погодження	45,00
34	• Консультування з перевезення, упакування багажу (вантажобагажу) в багажному відділенні	1 консультування	5,00
35	• Заповнення реєстрів для оформлення вантажобагажу, який прибув із країн СНД (на прохання отримувача)	1 послуга	10,00
36	• Резервування місця в автомобілевозі для перевезення автомобіля	1 місце	90,00
37	• Комплексне обслуговування відправника багажу (вантажобагажу)	1 послуга	180,00
38	• Перевезення «Експрес-передачі» багажним вагоном: - одного конверта (кореспонденції) вагою до 200 г	1 конверт (кореспонденції)	20,00
39	• Перевезення «Експрес-передачі» пасажирським поїздом: - одного конверта (кореспонденції) вагою до 200 г	1 конверт (кореспонденції)	20,00
40	Зберігання «Експрес-передачі» понад встановлений термін	1 конверт (кореспонденції) за 1 календарну добу	7,00
41	Оголошення по вокзальному радіо на прохання пасажира	1 слово	2,00
42	Видача письмових довідок на прохання пасажира (в довідковому бюро)	1 довідка	6,00
43	Надання міської довідки на прохання пасажира	1 довідка	7,00
44	Надання довідки по залізницях інших країн та у міждержавному сполученні (в довідковому бюро)	1 довідка	8,00
45	Користування залом очікування № 3	1 місце до 6 годин	4,00

№ з/п	Найменування послуги	Одиниця виміру	Ціна послуги з урахуванням ПДВ, грн
46	Збір за перебування великогабаритних речей у залі очікування № 3	1 місце до 6 годин	20,00
47	Користування залом очікування підвищеної комфортності: - пасажиром - делегацією	1 місце до 6 годин зал за 1 годину	8,00 150,00
48	Користування залом очікування підвищеної комфортності (VIP- залом) - пасажиром - делегацією	1 місце за 1 годину 1 місце за 2 години 1 місце за 4 години 1 місце до 6 годин зал за 1 годину	20,00 28,00 40.00 60,00 200,00
49	Користування залом очікування підвищеної комфортності (для пасажирів з дітьми): - для дорослого - для дитини віком від 5 до 10 років	1 місце (за 1 годину)	12,00 8,00
50	Користування службовим телефоном у залі очікування підвищеної комфортності (для пасажирів з дітьми)	1 розмова (до 3 хвилин)	3,00
51	Збір за перебування великогабаритних речей у залі очікування підвищеної комфортності	1 місце до 6 годин	20,00
52	Збір за перебування великогабаритних речей у залі очікування підвищеної комфортності (VIP-залі)	за 1 місце до 2 годин за 1 місце до 6 годин	20,00 22,00
53	Користування делегацією залом для прийому офіційних делегацій: - кімнатою для нарад (до 9 осіб) - кімнатою для відпочинку (до 3 осіб) - комплексом (до 20 осіб)	1 година	100,00 90,00 150,00
54	Індивідуальне обслуговування пасажира при прийманні заявки та оформленні проїзного документа у залі для прийому офіційних делегацій	1 місце в проїзному документі	30,00
55	Доставка продуктів харчування у залі для прийому офіційних делегацій	1 замовлення	12,00
56	Проживання транзитних пасажирів у кімнатах відпочинку (у двомісному номері)	1 ліжко-місце на добу	300,00
57	Проживання транзитних пасажирів у кімнатах відпочинку (у двомісному номері)	1 ліжко-місце на півдоби	220,00
58	Послуга раннього заїзду або пізнього виїзду у кімнатах відпочинку (у двомісному номері)	1 ліжко-місце на 6 годин	90,00
59	Проживання транзитних пасажирів у кімнатах відпочинку (у тримісному номері)	1 ліжко-місце на добу	250,00

№ з/п	Найменування послуги	Одиниця виміру	Ціна послуги з урахуванням ПДВ, грн
60	Проживання транзитних пасажирів у кімнатах відпочинку (у тримісному номері)	1 ліжко-місце на півдоби	180,00
61	Послуга раннього заїзду або пізнього виїзду у кімнатах відпочинку (у тримісному номері)	1 ліжко-місце на 6 годин	70,00
62	Проживання транзитних пасажирів у кімнатах відпочинку підвищеної комфортності на вокзалі	номер за добу номер за півдоби	450,00 300,00
63	Послуга раннього заїзду або пізнього виїзду у кімнатах відпочинку підвищеної комфортності на вокзалі	номер на 6 годин	150,00
64	Зберігання особистих речей пасажирів в камерах схову кімнат відпочинку	1 послуга	22,00
65	Користування праскою у кімнатах відпочинку та кімнатах відпочинку підвищеної комфортності	1 послуга (до 20 хвилин)	10,00
66	Прасування в кімнатах відпочинку особистих речей пасажирів	1 послуга	12,00
67	Користування феном у кімнатах відпочинку та кімнатах відпочинку підвищеної комфортності	1 послуга (до 10 хвилин)	10,00
68	Користування службовим телефоном у кімнатах відпочинку підвищеної комфортності	1 розмова (до 3 хвилин)	3,00
69	Бронювання місця у кімнатах відпочинку підвищеної комфортності	1 послуга	30,00
70	Доставка продуктів харчування в кімнати відпочинку	1 замовлення	12,00
71	Перебування автомобілів користувачів послугами залізниці на території багажного відділення вокзалу станції Х (відкритій площі)	1 автомобіль (до 24 годин)	25,00
72	Перебування автомобілів відправників та отримувачів багажу та вантажобагажу на території багажного відділення вокзалу станції Х (відкритій площі)	1 автомобіль (до 24 годин)	10,00
73	Перебування автомобілів користувачів послугами залізниці на території багажного відділення вокзалу станції Х (критій площі)	1 автомобіль (до 24 годин)	32,00
74	Перебування мікроавтобусів та вантажно-пасажирського транспорту користувачів послугами залізниці на території багажного відділення вокзалу станції Х (відкритій площі)	1 автомобіль (до 24 годин)	35,00
75	Продаж розкладу руху: - пасажирських поїздів - приміських поїздів	1 примірник	3,00 3,00
76	Індивідуальне обслуговування пасажира під час приймання заявки та оформлення проїзного документа безпосередньо у Сервіс-центрі	1 місце в проїзному документі	30,00

№ з/п	Найменування послуги	Одиниця виміру	Ціна послуги з урахуванням ПДВ, грн
77	Індивідуальне обслуговування пасажира під час приймання заявки, оформлення проїзного документа у Сервіс-центрі з доставкою у межах населеного пункту	1 місце в проїзному документі	55,00
78	Індивідуальне обслуговування пасажира під час приймання заявки та оформлення проїзного документа безпосередньо у філії Сервіс-центру	1 місце в проїзному документі	28,00
79	Надання письмової довідки безпосередньо у Сервіс-центрі: - у межах України - у міжнародному сполученні	1 довідка	 8,00 15,00
80	Надання письмової довідки безпосередньо у філії Сервіс-центру: - у межах України - у міжнародному сполученні	1 довідка	 8,00 15,00
81	Користування міським телефоном безпосередньо у Сервіс-центрі	1 розмова (до 3 хвилин)	3,00
82	Замовлення таксі безпосередньо у Сервіс-центрі	1 замовлення	4,00
83	Бронювання місця у готелі міста безпосередньо у Сервіс-центрі	1 замовлення	6,00
84	Бронювання місця у готелі міста безпосередньо у філії Сервіс-центру	1 замовлення	6,00
85	Підзарядка мобільного телефону на прохання клієнта Сервіс-центру	1 година	6,00
86	Ксерокопіювання документів безпосередньо у Сервіс-центрі: - формат А-4 однобічний - формат А-4 двобічний - формат А-3 однобічний - формат А-3 двобічний	1 аркуш	 1,00 1,50 1,50 2,00
87	Комп'ютерні послуги (користування комп'ютером) безпосередньо у Сервіс-центрі	1 година	5,00
88	Знімання з поїзда ручної поклажі пасажира, який відстав від поїзда	1 місце	30,00
89	Користування платним туалетом на вокзалі	1 відвідування	3,00
90	Продаж чаю у Сервіс-центрі та кімнатах відпочинку підвищеної комфортності	1 порція	8,00
91	Продаж кави у Сервіс-центрі та кімнатах відпочинку підвищеної комфортності	1 порція	16,00
92	Користування душем у кімнатах відпочинку	30 хвилин	45,00

Додаток В

Інформація про основні пристрої станції М

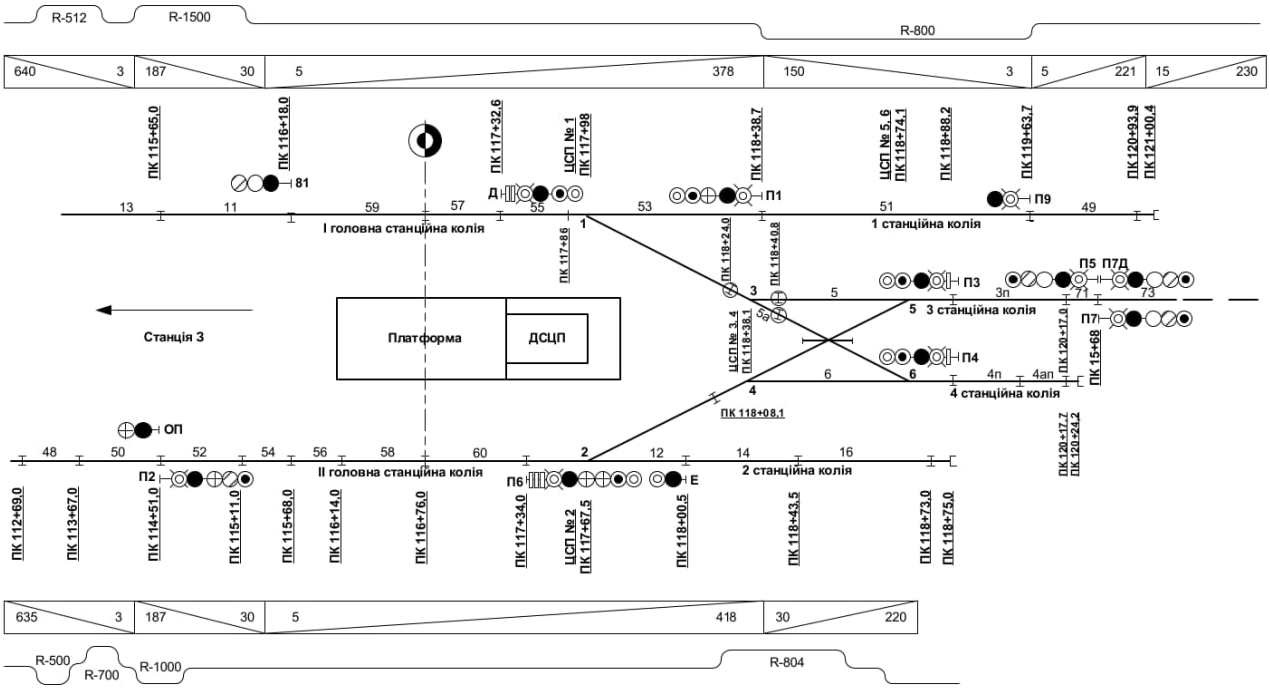


Рисунок В.1 – Схематичний план колії станції М

Додаток Г

Використання пакету AnyLogic для моделювання пасажиропотоку між ТПВ та станцією метрополітену М

Моделювання простого потоку пасажирів

На першому етапі створено модель потоку пасажирів, що рухаються усередині переходу від ТПВ станції Х до станції М метрополітену. При натисканні кнопки панелі інструментів Створити з'явиться вікно Майстра створення моделі (рис. Г.1).

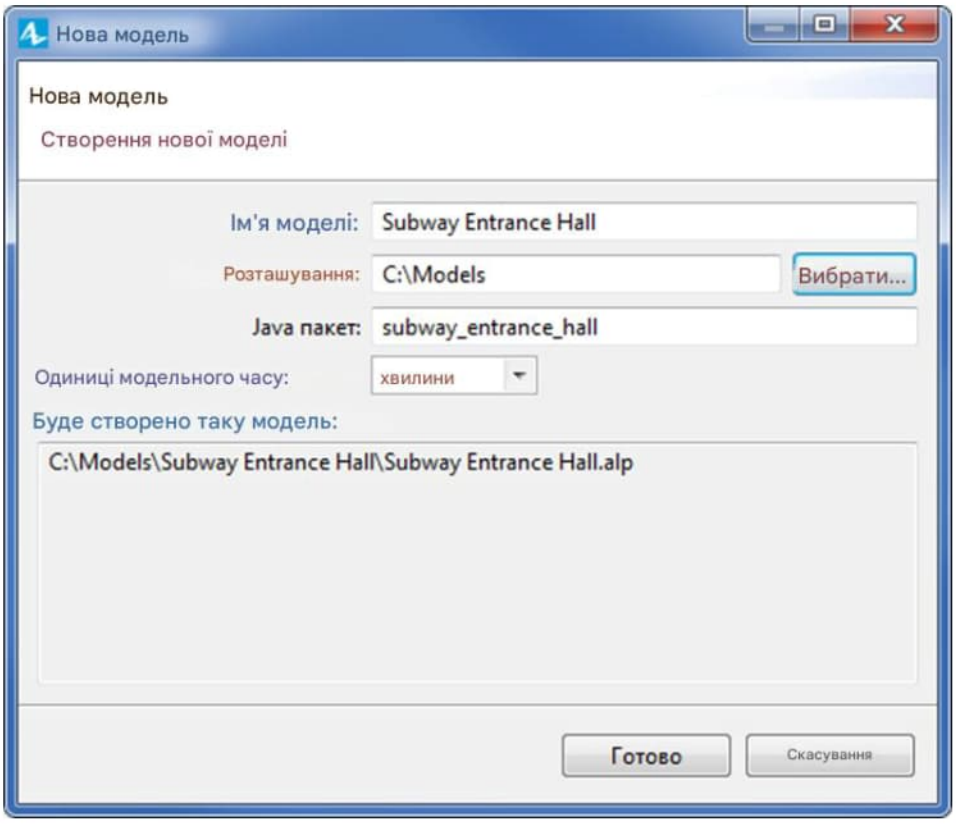


Рисунок Г.1 – Діалог створення нової моделі у середовищі AnyLogic

Створено нову модель. У ній вже є один тип агента Main та експеримент Simulation. Агенти – це головні будівельні блоки моделі AnyLogic. У нашому випадку агент Main послужить місцем, де ми поставимо всю логіку моделі: тут розташовуватиме креслення переходу та діаграму процесу пасажиропотоку.

У центрі робочої області знаходиться графічний редактор діаграми типу агента Main.

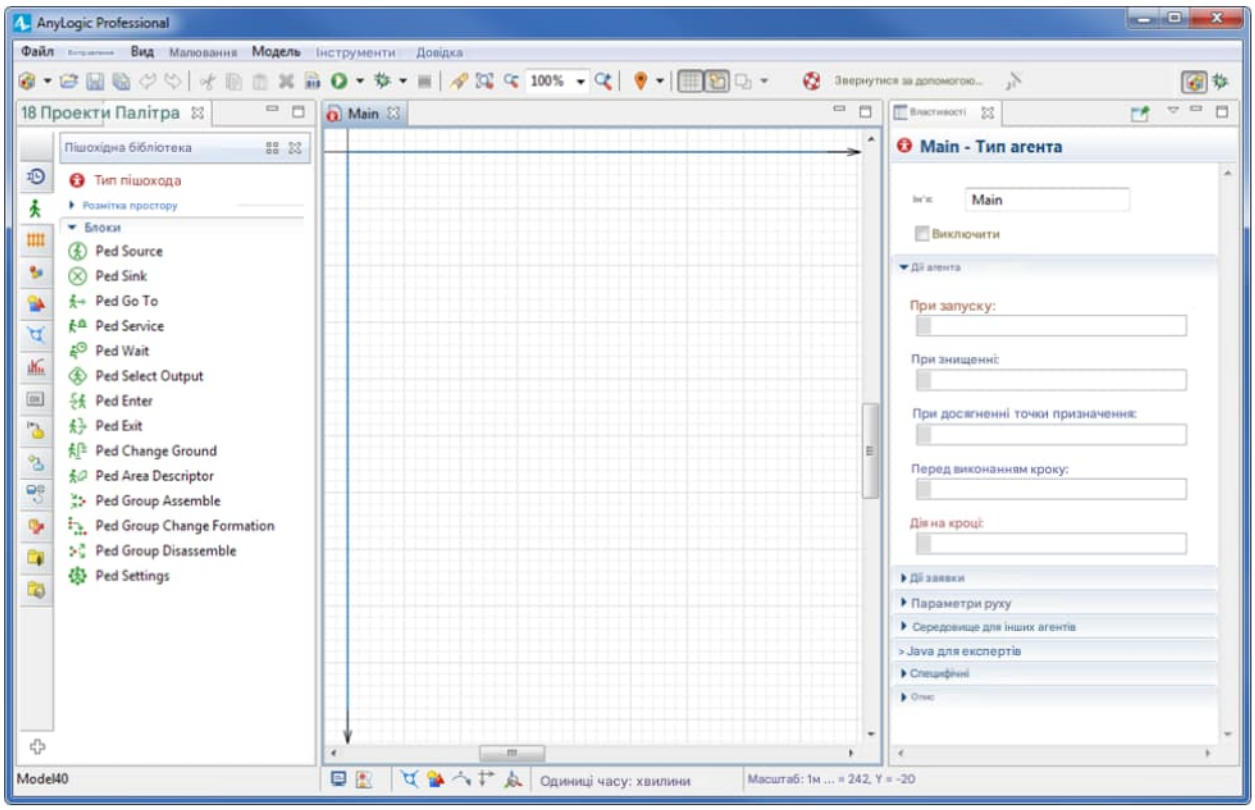


Рисунок Г.2 – Основне вікно робочої області у середовищі AnyLogic

У цій моделі використано план переходу метро від ТПВ станції X до станції M метрополітену, наведений на рис. 3. Ліворуч є областю входу — лінію, де пішоходи з'являтимуться. Лінію входу для пішохідного потоку може бути задана спеціальним елементом розмітки Цільова лінія (ENTRANCE). Пішоходи повинні йти до поїздів метро, тому ще одну цільову лінію розташовано біля проходу до поїздів –(TO TRAINS).

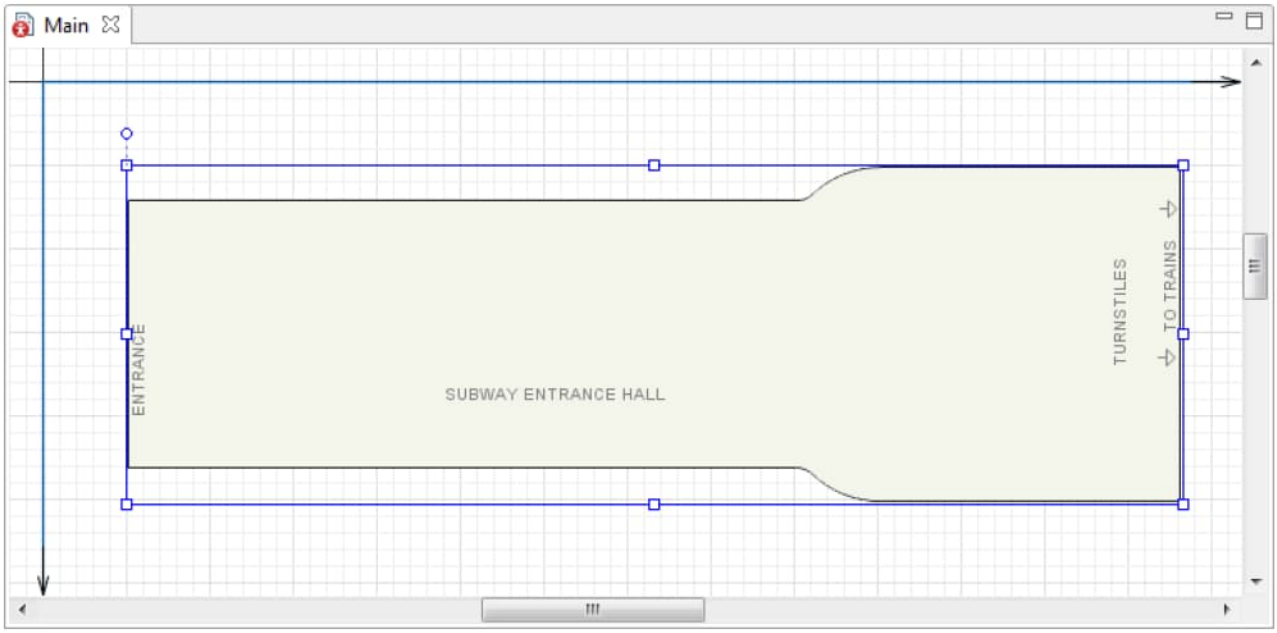


Рисунок Г.3 – План переходу до метро від ТПВ станції Х до станції М метрополітену

Створення моделі, що моделює пасажиропотік, з блоків Пішохідної бібліотеки. Пасажири входять на станцію метро (там, де ми намалювали **entryLine**) і потім рухаються у напрямку поїздів (до нашої **targetLine**). Діаграма процесу AnyLogic створюється шляхом додавання об'єктів бібліотеки з палітри на діаграму типу агентів, з'єднання їх портів і зміни значень властивостей об'єктів відповідно до вимог моделі (рис. 4):

- Блок **PedSource** створює пішоходів. Зазвичай він використовується як початкова точка діаграми процесу, що формалізує потік пішоходів. У нашому прикладі він моделює прихід пасажирів до переходу.
- Блок **PedGoTo** моделює переміщення пішоходів з поточного місця розташування в інше (задане параметром цього об'єкта).
- Блок **PedSink** видаляє пішоходів, що надійшли в блок, з моделюється середовища. Зазвичай блок використовується як кінцева точка діаграми процесу.

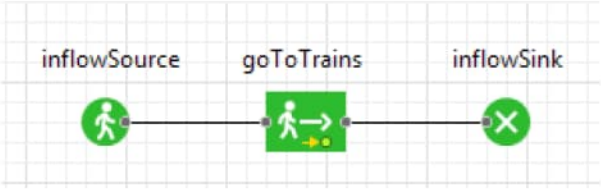


Рисунок Г.4 – Створення послідовності блоків моделювання пасажиропотоку

У блоці **inflowSource** . На панелі **Властивості** вкажіть місце, де з'являються пасажири. Виберіть entryLine (назва нашої цільової лінії, намальованої раніше біля входу) з списку **Цільова лінія**. Задано початкову інтенсивність 4000 пасажирів на годину у параметрі **Інтенсивність,** але у процесі дослідження вона буде змінюватись (рис.5).

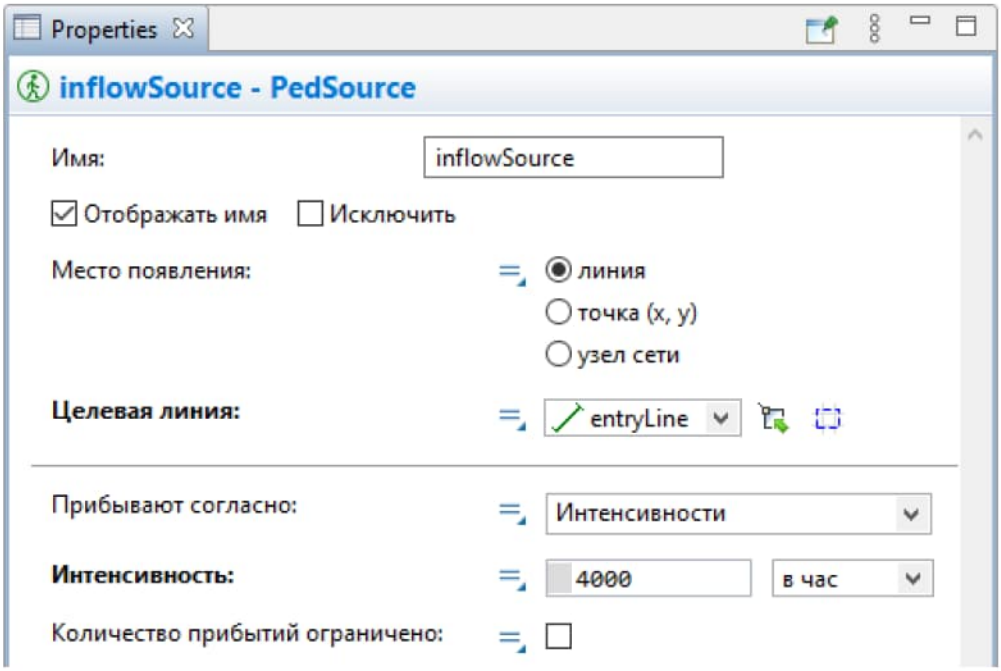


Рисунок Г.5 – Формування параметрів потоку пасажирів при переході до метро від ТПВ станції Х до станції М метрополітену

Моделювання пасажиропотоку здійснюється у вікні моделі (рис. 6). У ньому відображено презентацію агенту верхнього рівня моделі. За умовчанням це тип агенту Main . Виконання моделі почнеться негайно з можливістю спостереження за динамікою процесу, що моделюється.

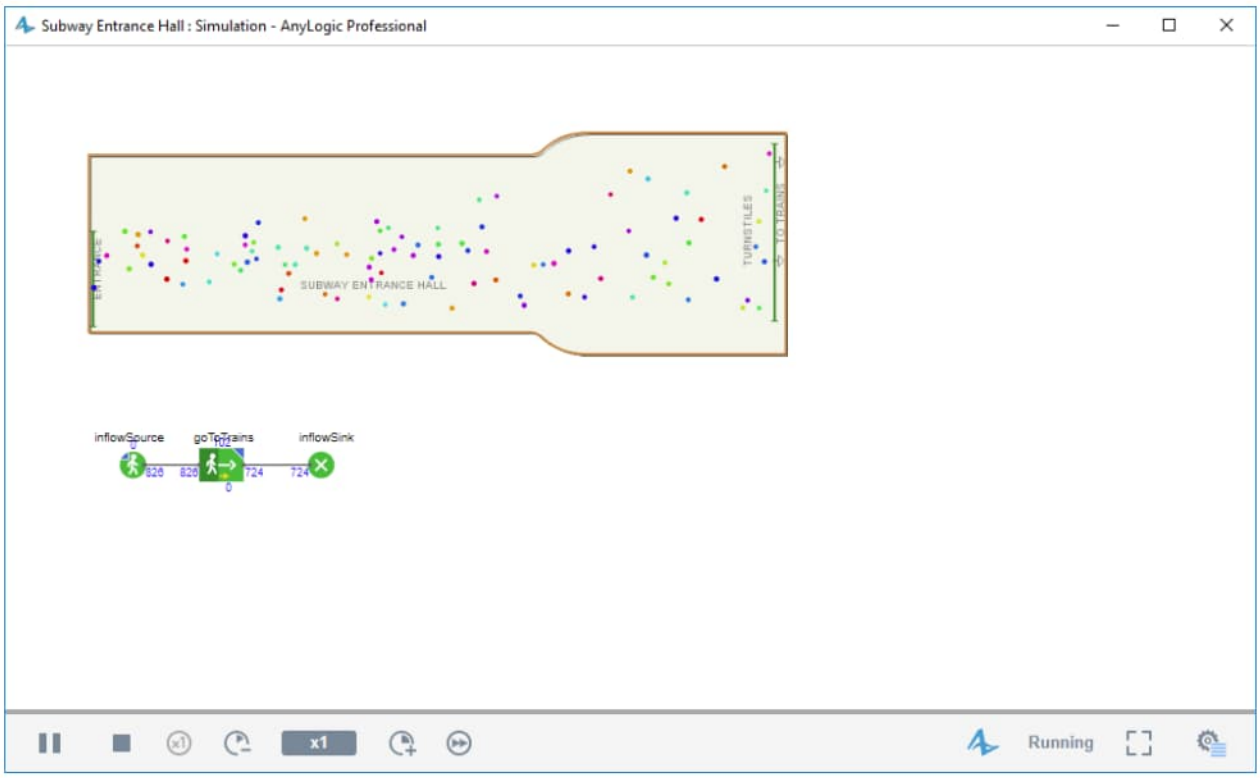


Рисунок Г.6 – Процес моделювання пасажиропотоку (без турнікетів)

Моделювання турнікетів.

У реальної станції М метрополітену пасажири проходять через турнікети для перевірки квитків до того, як вони проходять на платформу відправлення поїздів. Турнікети є типовим прикладом використання сервісів у моделях із пішоходами. Є два типи елементів розмітки простору, які можливо використати, щоб додати послуги до моделі:

- **Сервіс із чергами** - використовується для того, щоб задавати сервіси, в яких пішоходи чекають у черзі, доки сервіс не буде доступний.
- **Сервіс із областю** – використовується для того, щоб задавати сервіси з електронною чергою. У такому разі пішоходи не стоять у черзі, а чекають у розташованій поруч області.

Турнікети зазвичай моделюються елементом **Сервіс із чергами**. Для цього елемент **Сервіс із чергами** з розділу **Розмітка** палітри **Пішохідна Бібліотека** додається до моделі. За замовчуванням є дві точки сервісу та дві черги (рис. 7). Назвемо їх **fareGates**. Очевидно, що двох турнікетів недостатньо. Збільшимо

значення параметра **Кількість сервісів** до 6. Відповідно, збільште значення параметра **Кількість черг** до 6, як це є на станції М метрополітену.

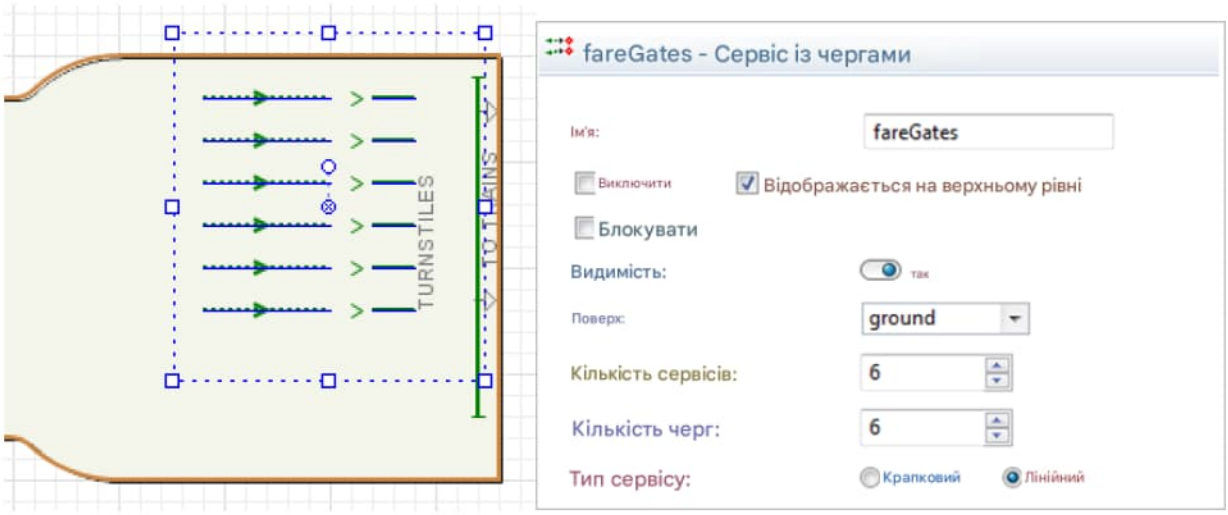


Рисунок Г.7 – Додавання турнікетів та їх властивостей до моделі

Є два типи сервісів: **Лінійні** та **Точкові** .

- Лінійні послуги використовуються тоді, коли пішоходи повинні пройти вздовж заданої лінії сервісу, від початкової точки до кінцевої. Турнікети зазвичай моделюються лінійним сервісом.
- Точкові послуги використовуються тоді, коли для того, щоб бути обслуженим, пішохід повинен просто підійти до будь-якої точки фігури, що задає відповідний сервіс, і почекати.

Наявність турнікетів потребує змін до діаграми процесу. Для цього додано **PedService** блок в діаграму (рис. 8). Блок **PedService** моделює те, як пішоходи рухаються до сервісів, заданих графічно елементом розмітки та проходять через сервіс. У **Властивості** блоку **pedService** змінюємо назву блоку на checkTickets. Якщо вибрати fareGates (назва елемента розмітки **Сервіс із чергами**) у полі **Сервіси**, то заданий **час затримки** розподілений за рівномірним законом із мінімальним значенням, рівним 2 секундам і максимальним, рівним 3 секундам. Воно є типовим часом затримки під час проходження турнікетів, але в процесі моделювання може бути змінено.

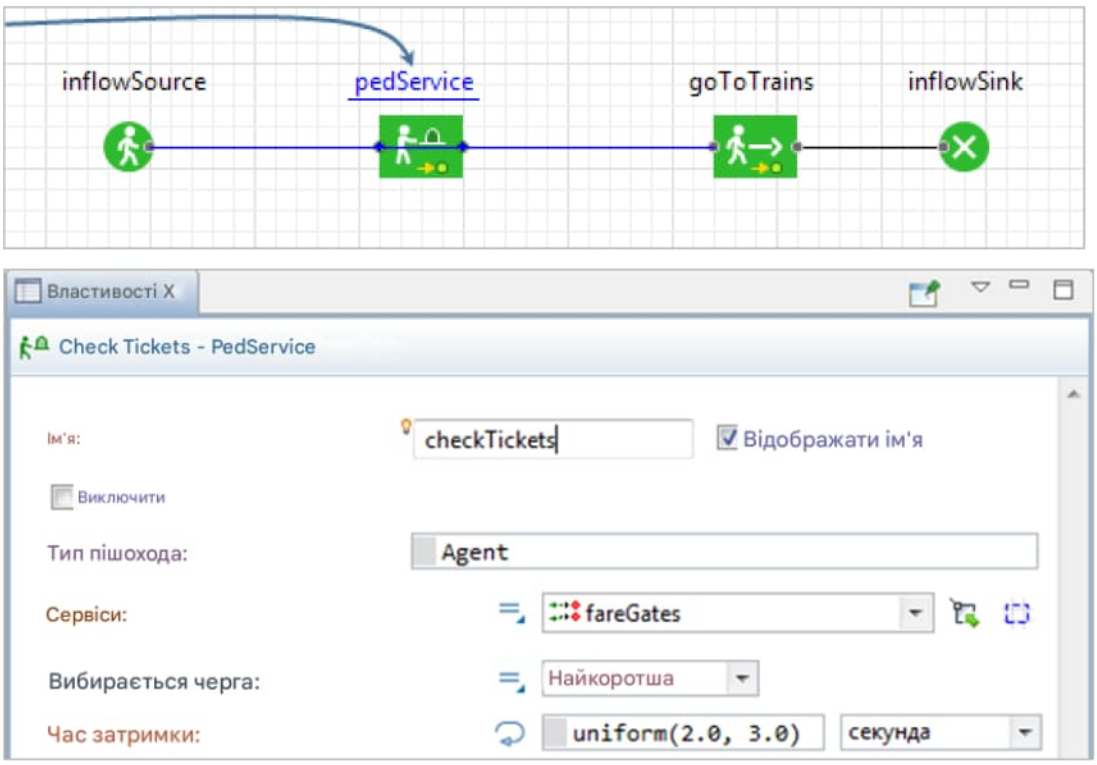


Рисунок Г.8 – Зміни у послідовності блоків моделювання пасажиропотоку

В процесі моделювання (рис. 9) можливо побачити, що тепер пасажири проходять через турнікети та перед турнікетами швидко утворюються довгі черги. Отже, потрібно збільшити кількість турнікетів. Для цього у властивостях елемента сервісу (рис. 7) збільшуватиметесь кількість сервісів та черг до 7 тощо. Черги все ще ростуть, не так швидко, як раніше, але іноді вони можуть стати досить значними. Семи турнікетів досі недостатньо, щоб обслуговувати потік із чотирьох тисяч пішоходів на годину, оскільки турнікети мають час затримки, що дорівнює двом-трьом секундам. Якщо ще раз збільшимо кількість турнікетів. Змініть кількість сервісів та кількість черг до 8 і знову запустіть модель.Нарешті наша конфігурація є прийнятною: станція успішно справляється з таким потоком пішоходів.

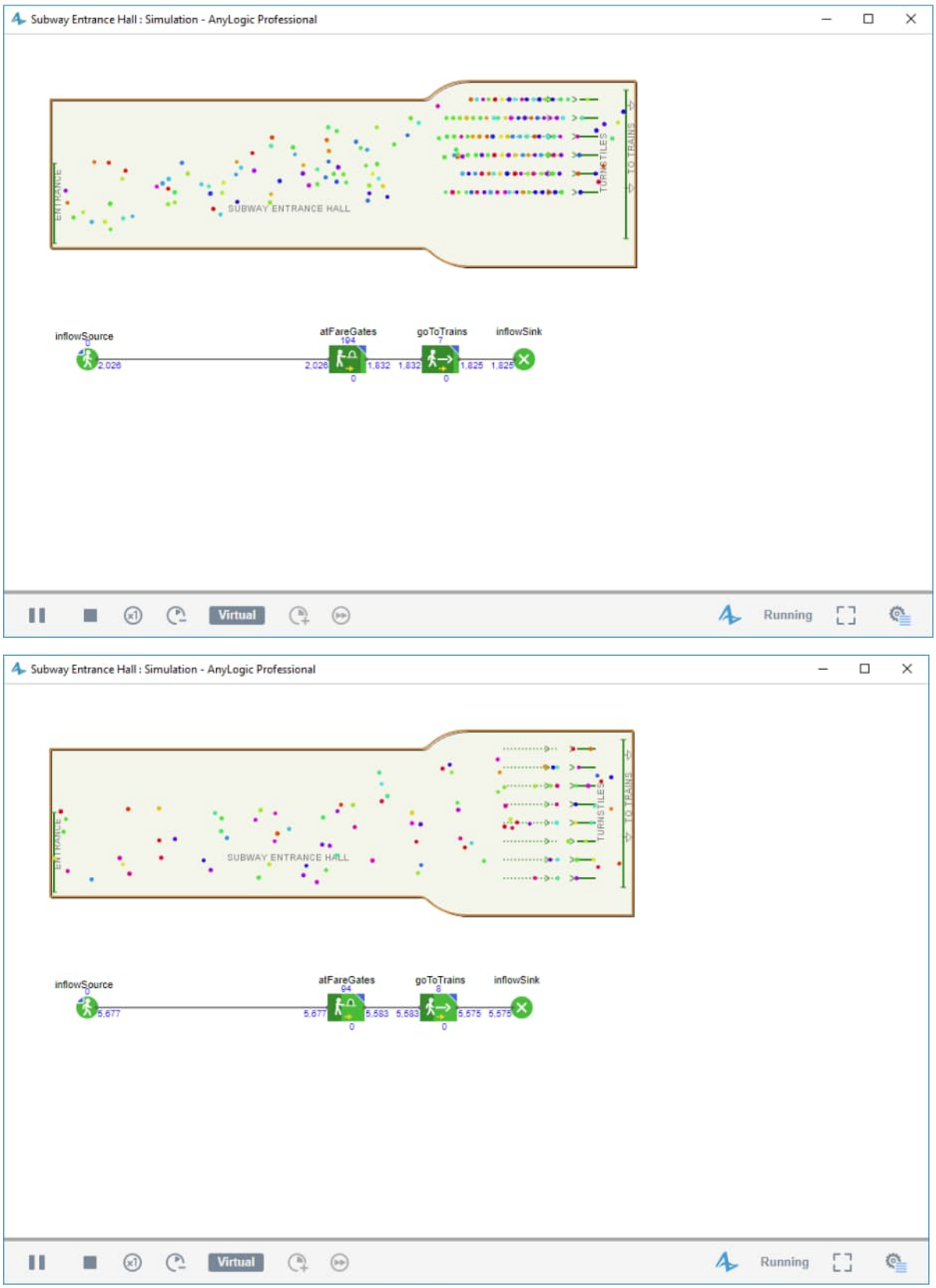


Рисунок Г.9 – Процес моделювання пасажиропотоку (із наявністю різної кількості турнікетів)

Відображення карти щільності пішоходів

Створено модель динаміки пішохідного потоку у переходів від ТПВ до метро, але для одержання статистичних даних цього потоку використано інструмент **Карта щільності пішоходів**.

Для відображення карти щільності пішоходів додано елемент **Карта щільності** з секції **Розмітка простору** палітри **Пішохідна бібліотека** в графічний редактор. У властивостях встановлено значення level зі списку **Рівень**. З'явилась можливість спостерігати за динамікою процесу, що моделюється (рис. 10).

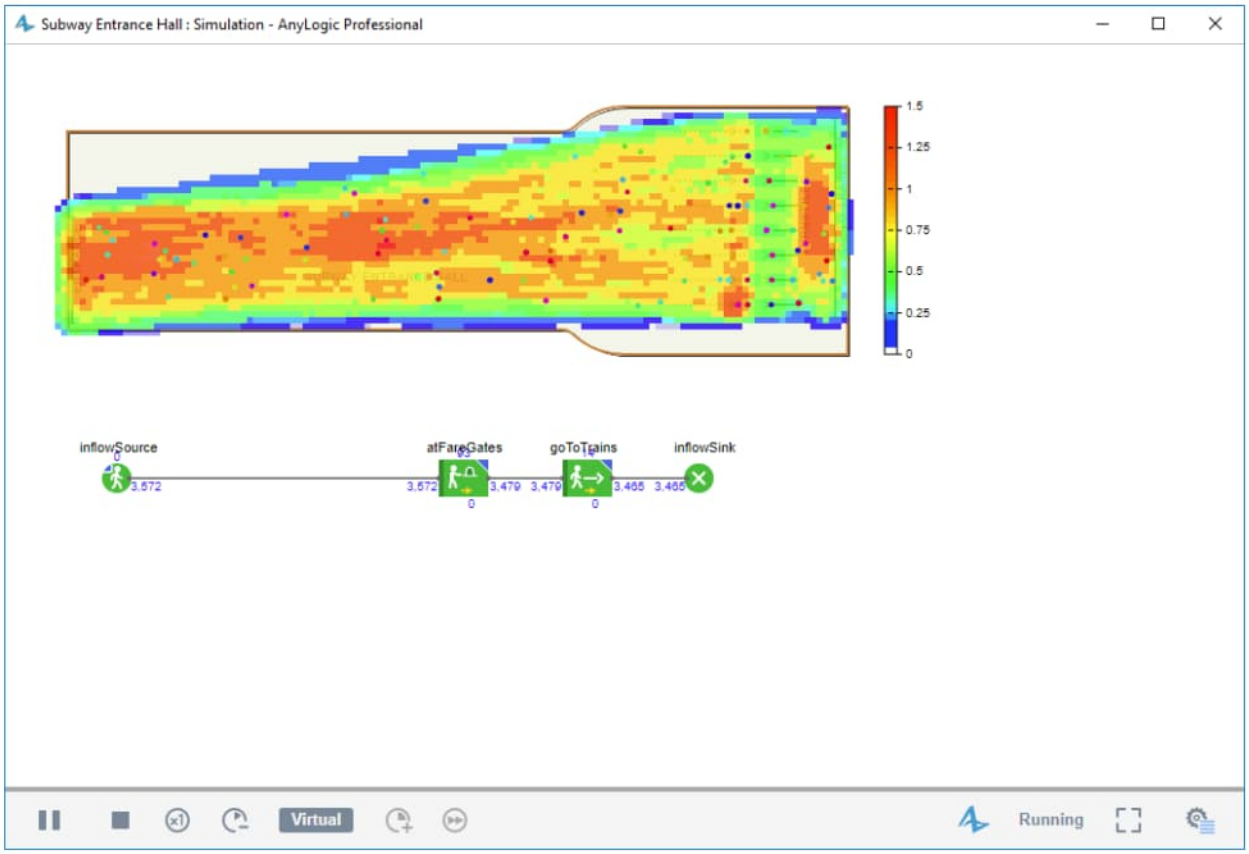


Рисунок Г.10 – Процес моделювання пасажиропотоку (із наявністю турнікетів та з картою щільності пасажиропотоку)

На об'єкті **Карта щільності** можна побачити, що в міру того, як пішоходи рухаються в просторі, що моделюється, план приміщень буде поступово зафарбовуватися різними кольорами. У кожній точці простору колір буде відповідати виміряній у цій точці щільності пішоходів. Карта щільності постійно перемальовується відповідно до актуальних значень, при зміні щільності на певній ділянці колір динамічно перемальовується іншим кольором.

Карта щільності найчастіше використовується для виявлення ділянок простору, у яких значення щільності досягає критичних значень. Такі області відображаються на карті щільності червоним кольором. За умовчанням значення критичної щільності встановлено 1,5 пішохода на квадратний метр. Можливо змінити це значення як **Критична щільність** (відображається червоним), пішоходів/м^2 елементу **Карта щільності**. Синій колір використовується для ділянок низької густини. При нульовій густині зафарбовування відповідної ділянки не проводиться взагалі. Наведена на малюнку шкала інформує нас про те, що, наприклад, жовтий колір на карті густини буде відповідати густині 0,75 пішоходів/м^2 .

За умовчанням AnyLogic використовує логарифмічну схему кольору. При логарифмічній схемі колір стрімко наближається до "критичного" (червоного) лише за наближення до зони критичних значень щільності, а за малих значеннях залишається нейтральним. Можливо змінити логарифмічну схему на лінійну, вибравши Лінійна як Колірна схема. У цьому випадку кольори змінюватимуться від синього до червоного лінійно відповідно до градієнта спектра кольорів.

Можливо помітити, що навіть коли в області немає пішоходів, карта щільності все одно відображається. Це обумовлено там, що карта щільності може або запам'ятовувати і відображати кольори, що відповідають максимальним історичним значенням (коли **згасання** вимкнено), або карта буде відповідати картині, отриманої тільки за недавній час (якщо **загасання** включено). **Згасання** увімкнено за замовчуванням.

Додавання автоматів продажу квитків

На даний момент усі пасажири в нашій моделі входять в перехід метро, потім проходять через турнікети і прямують до поїздів безкоштовно. На перспективу таким чином, зроблено припущення, що всі пасажири заздалегідь купили собі квитки. На станції метрополітену можуть бути різні види послуг продажу квитків.

Додамо в модель автомати продажу квитків. Створюючи таку модель, необхідно знати кількість автоматів, потрібну для того, щоб успішно обслужити таку

кількість пасажирів; також можливо знайти найкраще місце розташування автоматів, щоб мінімізувати перетину потоків пасажирів і утворення натовпів.

Як і турнікети, автомати продажу квитків логічно моделювати елементом **Сервіс із чергами**. Автомати продажу квитків створено з елементу **Сервіс з чергами** з розділу **Розмітка** палітри **Пішохідна Бібліотека** в графічному редакторі (рис. 11).

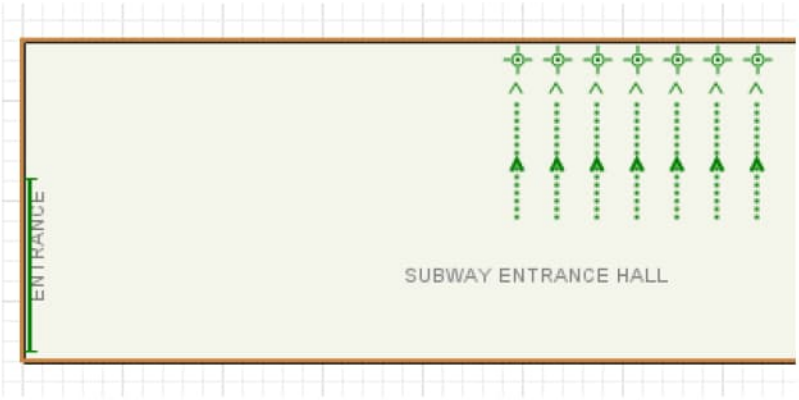


Рисунок Г.11 – Створення автоматів з продажу квитків у моделі

На сторінці властивостей сервісів зроблено наступне налаштування цієї групу сервісів. На цей раз сервіси не лінійні, а точкові. Точкові послуги ticketMachines використовуються тоді, коли для того, щоб бути обслуженим, пішохід повинен просто підійти до будь-якої точки фігури, що задає відповідний сервіс і провести там час, заданий як **Час затримки** для цього сервісу. Параметр **Кількість сервісів** встановлено рівним 7, **Кількість черг** теж 7.

Таким чино, потік пасажирів розділяється: деякі пасажири ідуть відразу до турнікетів, оскільки мають єдиний квіток. Інші прямують на обслуговування в автоматів продажу квитків.

Для цього остаточно змінено діаграму моделі (рис. 12). Додано блок **PedSelectOutput** для розділення потоку пасажирів. Він потрібен для того, щоб перенаправляти пасажирів без єдиних квитків до автоматів продажу квитків, а пасажирів із квитками – до турнікетів. Блок **PedSelectOutput** є блоком ухвалення рішення Пішохідної бібліотеки. Пішохід, що увійшов до блоку **PedSelectOutput** , буде перенаправлятися в один з п'яти вихідних портів залежно від заданих для цих портів коефіцієнтів переваги. Додано ще один блок **PedService** . Цей блок моделюватиме обслуговування пасажирів у автоматів продажу квитків (рис. 12).

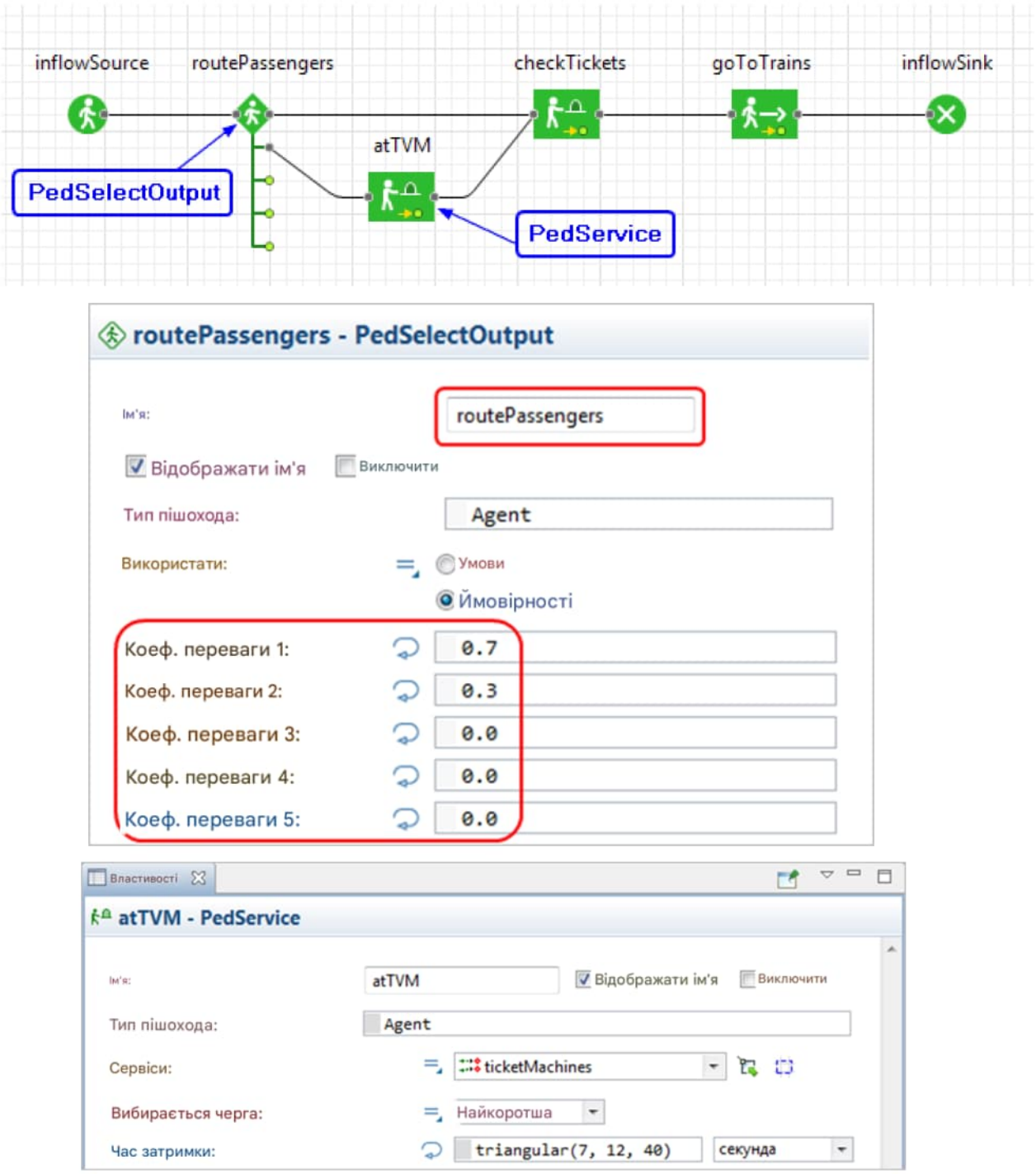


Рисунок Г.12 – Остаточні зміни у послідовності блоків моделювання пасажиропотоку та налаштування блоків

Властивості блоку **PedSelectOutput** змінено наступним чином: його назва routePassengers. Значення 0.7 у полі **Коеф. переваги 1** (коефіцієнт для потоку, що прямує безпосередньо до турнікетів) і значення 0.3 в полі **Коеф. переваги 2** (коефіцієнт для потоку пасажирів, що прямують до автоматів продажу квитків

відповідно). При моделюванні припущено, що кількість пасажирів, які вже купили єдині квитки, значно вища. У полях **Коеф. переваги 3, 4, 5** значення, що дорівнює 0.

Блок PedService змінено наступним чином. Обрано ticketMachines (назва елемента розмітки **Сервіс з чергами**) як **Сервіси**. Параметр **Час затримки** у полі встановлено як triangular(7, 12, 40) і секунди - як одиниці часу. У процесі моделювання це може бути змінено.

Остаточна модель (рис. 13) та її динаміка показує, що тепер деякі пасажири перед тим, як пройти до турнікетів, спочатку підходять до кас, щоб придбати квиток.

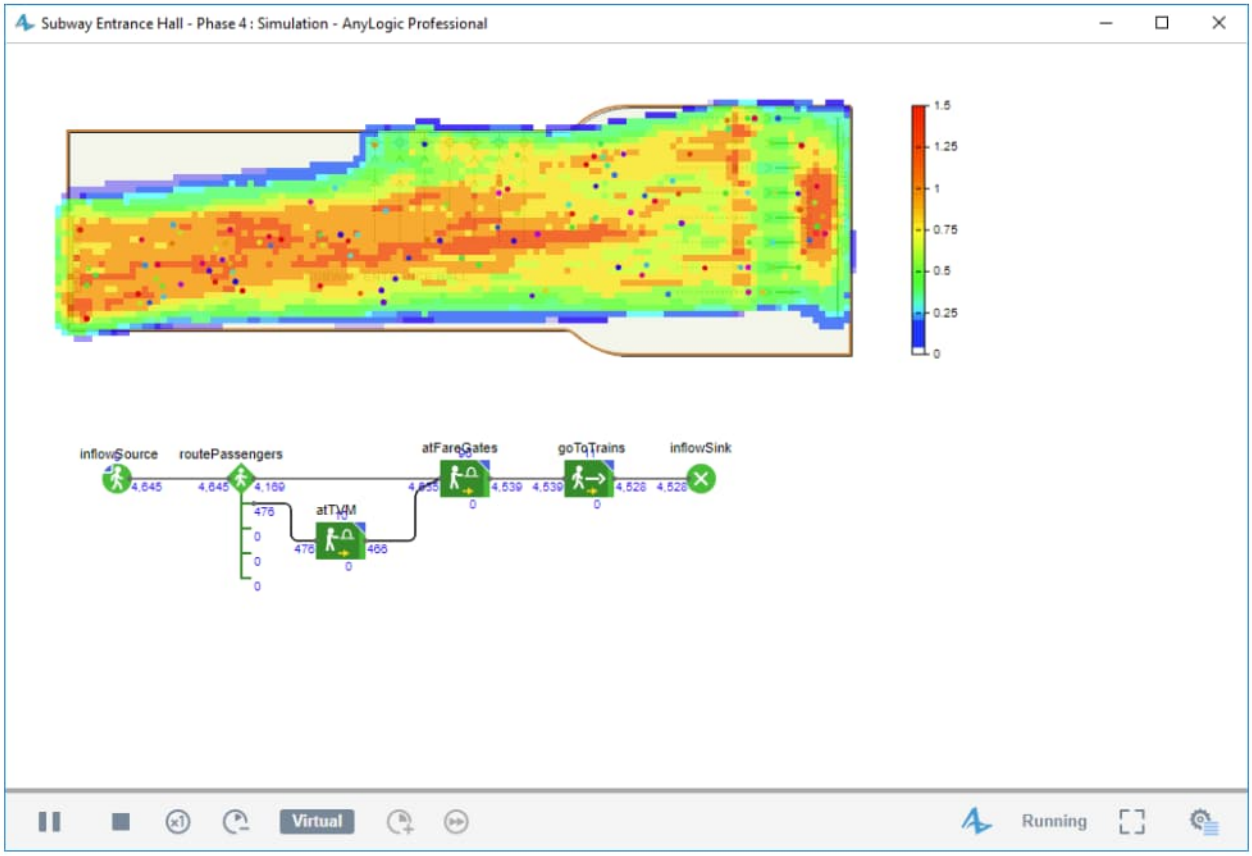


Рисунок Г.13 – Процес моделювання пасажиропотоку (із наявністю турнікетів та квіткових автоматів)

Додаток Д

Вихідні дані для визначення ефективності з надання сервіс-послуг на ТПВ

0,22	Коефіцієнт нарахування на заробітну плату;
9	$N_{роб}$ - кількість персоналу, осіб;
13500	$C_{зп}$ - середньомісячний посадовий оклад, грн.;
0,2	$K_{ночь}$ - коефіцієнт, який враховує доплату за працю у нічний час
0,1	Квіч коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у вечірній час
0,03	$K_{св}$ - коефіцієнт, який враховує доплату за роботу у святкові дні
0,17	$K_{вр}$- коефіцієнт, що враховує нарахування за вислугу років
0,2	$K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує преміальні нарахування
3000	$C_{од}$ - витрати на спеціальний одяг, 3000 грн.;
1,5	$t_{ср.сл.}$- середній термін служби спеціальний одягу, прийнято 1,5 роки.
1500000	$C_{об}$ - вартість обладнання, грн.;
3	$t_{сл.о}$ – середний строк служби швидкозношувального обладнання, 3 роки
250	$S_{пом}$ - орендна площа сервісного центру м ^{2};
3	$h_{пот}$ - висота стелі, м;
0,029	$P_{р.г.}$- витрати тепла для 1 м ^{3} простору;
1562,57	$C_{от}$ - вартість тарифів на тепло 1Гкал, грн.
3000	$M_{м}$ - середня норма електрічної енергії, що споживається, кВтГод/міс;
4,32	$C_{ен}$ - вартість 1 кВт/год електроенергії, грн.
15	$P_{пот.рем}$ - витрати на поточне утримання та ремонт 1 м ^{2} приміщень СЦ грн/м^2
150	$K_{от}$ - стандартна норма амортизаційних відрахувань на 1 м ^{2} СЦ, грн.;
0,007	$K_{от.об}$ – норма амортизаційних відрахувань
4244	$N_{пас}$ – розрахункова кількість пасажирів, що обслуговуються щодня на ТПВ, осіб;
0,026	$P_{р.пас.}$- норма споживання води для одного пасажира, м^3/добу;
0,051	$P_{р.роб.}$- норма споживання води для одного співробітника, м ^{3}/добу;
0,005	$P_{р.пл}$ – норма споживання води для прибирання приміщень м ^{3}/1м^2;
30,5	D - середня кількість робочих днів місяця, прийнято 30,5;
27,72	$C_{в.ч}$ - вартість 1 м ^{3} чистої води, грн.
9,22	$C_{в.ст}$ - вартість 1 м ^{3} відходів води, грн.
0,2	ставка накладних витрат