

Український державний університет залізничного транспорту

Кафедра Транспортні системи та логістика

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ
ПЕРЕВЕЗЕНЬ У СУЧАСНИХ УМОВАХ

Пояснювальна записка і розрахунки

до кваліфікаційної роботи

УТПЗП.300.00.00.ПЗ

Розробив студент 221- ОПУТ -Д23

спеціальності 275 / 275.02

(роботу виконано самостійно,

відповідно до принципів академічної доброчесності)



Артем ЖУКОВ

(підпис)

Керівник професор, д-р. техн. наук

Ломотько Д.В.

Рецензент професор, д-р. техн. наук

Огар О.М.

2025

АНОТАЦІЯ

Дана кваліфікаційна робота включає в себе 14 слайдів презентації, 99 аркушів пояснювальної записки формату А4, що включає 21 рисунок, 11 таблиць, 37 літературних джерел.

Ключові слова: ЗАЛІЗНИЦЯ, ПАСАЖИР, ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ, ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, 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 пасажирській станції в умовах залізничних пасажирських перевезень; перевірка умов розрахунку плану формування пасажирських поїздів на заданому полігоні; ознайомлення з переліком послуг, які надаються пасажирам на вокзалі, в сервіс-центрі; підтвердження запропонованих заходів по удосконаленню технології пасажирських перевезень техніко-економічними розрахунками.

ABSTRACT

This qualification work includes 14 presentation slides, 99 pages of an explanatory note in A4 format, featuring 21 figures, 11 tables, and 37 literature references.

Keywords: RAILWAY, RAILWAY TRANSPORTATION, TRANSPORT TECHNOLOGIES, PASSENGER TRANSPORTATION, 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 railway passenger transportation; check the conditions for calculating the plan for forming passenger trains at a given range; familiarize yourself with the list of services provided to passengers at the station, in the service center; confirm the proposed measures to improve the technology of 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)


(підпис) Д.В.Ломотко
(ініціали і прізвище)
«__» __ 02__ 20 25 р.

Завдання на дипломний проект (роботу)

Жукову Артему Миколайовичу

1. Тема проекту (роботи): *Удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у сучасних умовах*

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): Дані про обсяги перевезень пасажирів в Україні залізничним транспортом, статистичні дані про парк пасажирських вагонів, технічні характеристики швидкісних поїздів. Технологічний процес роботи пасажирської станції. Технічно-розпорядничий акт пасажирської станції. Звітні дані про основні показники роботи за останні роки. Технологічний процес роботи вокзалу, що обслуговує пасажирів. Технологічний процес роботи центру сервісного обслуговування. Нормативна, навчальна і науково-технічна література за спеціальністю. Дані, які зібрані під час переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці): Аналіз вітчизняного і закордонного досвіду організації роботи пасажирських залізничних станцій та вокзалів в умовах реалізації сучасних технологій функціонування. Техніко – експлуатаційна характеристика пасажирської станції та залізничного вокзалу. Організація та технологія роботи залізничної станції в умовах швидкісного руху. Розробка та обґрунтування методів аналізу та прогнозу показників роботи станції та вокзалу. Аналіз показників роботи пасажирської станції та транспортно-пересадочного вузла. Аналіз потреби у мультимодальних швидкісних залізничних пасажирських перевезеннях та прогнозування їх динаміки. Моделювання роботи транспортно-пересадочного вузла. Організація інформаційної взаємодії на базі системи прогнозу.

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: встановлюється слухачем у процесі виконання проекту (роботи) за узгодженням з керівником. Сучасний стан пасажирських перевезень в Україні, організація пасажирських перевезень в сучасних умовах, методи покращення пасажирських перевезень в Україні, світовий досвід в сфері пасажирських залізничних перевезень. Розрахунок перспективного плану формування швидкісних пасажирських поїздів. Економічна оцінка запропонованих заходів.

6. Консультанти окремих розділів проекту (роботи)

Розділ роботи	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання одержав
Економічне обґрунтування запропонованих заходів	К.е.н., доц. Гриценко Н.В.		

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

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



(підпис)

Д.В. Ломотько
(ініціали і прізвище)

Завдання одержав



(підпис)

А.М..Жуков
(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 та багажу	18.03.2025	
	Техніко – експлуатаційна характеристика пасажирської станції залізничного вузла	06.04.2025	
	Аналіз вітчизняного і закордонного досвіду організації роботи залізничних станцій в умовах реалізації швидкісного руху. Організація пасажирських перевезень в сучасних умовах із застосуванням новітнього та перспективного рухомого складу.	25.04.2025	
	Техніко – експлуатаційна характеристика ділянки швидкісного руху, рухомого складу та транспортно-пересадочного вузла. Розрахунок перспективного плану формування швидкісних пасажирських поїздів	02.05.2025	
	Аналіз показників роботи залізничної станції в умовах реалізації швидкісного руху. Організація інформації про підхід поїздів та пасажиропотоки на базі системи прогнозу.	19.05.2025	
	Аналіз потреби у мультимодальних швидкісних залізничних пасажирських перевезеннях та прогнозування їх динаміки	26.05.2025	
	Економічна оцінка заходів в умовах залізничної станції при реалізації швидкісного пасажирського руху	04.06.2025	

Керівник проекту (роботи) _____

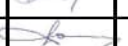
Д.В. Ломотько

Завдання одержав _____

А.М. Жуков

Зміст

Вступ		8
1	Аналіз системи організації залізничних пасажирських перевезень	12
1.1	Аналіз вітчизняної системи організації пасажирських перевезень	12
1.2	Класифікація, нумерація і схеми формування пасажирських поїздів	20
1.3	Аналіз закордонного досвіду організації швидкісних пасажирських перевезень	23
1.4	Аналіз науково-прикладних розробок з удосконалення системи пасажирських перевезень	31
1.5	Аналіз сучасних інформаційних систем залізничних пасажирських перевезень	37
	Висновок з розділу	39
2	Техніко-експлуатаційна характеристика залізничного пасажирського рухомого складу	41
2.1	Технічна характеристика пасажирського рухомого складу	41
2.2	Напрямки покращення організації пасажирських перевезень в Україні	48
	Висновок з розділу	51
3	Аналіз основних показників швидкісних перевезень в сучасних умовах роботи вокзалу станції	52
3.1	Загальна характеристика вокзалу станції	52
3.2	Аналіз основних показників перевезень пасажирів	54
	Висновок з розділу.	57
4	Розрахунок плану формування пасажирських поїздів за умови безпересадкового сполучення	59

					УТПЗП.300.00.00.ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.		Жуков			Удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у сучасних умовах	Лім.	Аркуш	Аркушів
Перев.		Ломотько				i	5	108
Н.контр		Лючков				УкрДУЗТ		
Затв.		Ломотько						

4.1	Аналіз основних напрямків залізничних перевезень пасажирів	59
4.2	Основні принципи розрахунку плану формування пасажирських поїздів	59
4.3	Математична модель розрахунку плану формування пасажирських поїздів при організації безпересадкового сполучення пасажиропотоків	62
4.4	Розрахунок плану формування пасажирських поїздів на заданому полігоні при забезпеченні безпересадкового сполучення пасажиропотоків	64
	Висновки з розділу	70
5	Розробка заходів з удосконалення обслуговування пасажирів при залізничних пасажирських перевезеннях	72
5.1	Удосконалення і розширення сфери послуг в умовах експлуатації швидкісних залізничних магістралей	72
5.2	Автоматизація системи узгодження графіку руху пасажирських та приміських поїздів на швидкісних залізничних магістралях	73
5.3	Оцінка економічного ефекту від впровадження автоматизованої системи організації залізничних пасажирських перевезень	77
5.4	Визначення одноразових та поточних витрат щодо впровадження АРМ АГВР для пасажирських перевезень в умовах станції X	80
5.5	Оцінка результатів від впровадження АРМ АГВР та економічного ефекту	84
	Висновки з розділу	87
	Висновки	89
	Список використаних джерел	93
	Додаток А Об'ємні показники по пасажирських перевезень по дослідному вокзалу	97

Вступ

Залізничний транспорт України є важливою галуззю в дорожньо-транспортному комплексі країни. Він забезпечує 82% вантажних і майже 50% пасажирських перевезень, здійснюваних всіма видами транспорту.

Важливим завданням залізничного транспорту є як найбільш можливо повне задоволення потреб населення в перевезеннях. Наша держава має розгалужену залізничну інфраструктуру, що має велике стратегічне значення для логістичних ланцюгів, у тому числі й військових. Через це до 2030 року урядом країни прийнято оновлену стратегію розвитку галузі [1]. Зрозуміло, що під час воєнного стану не доводиться говорити про великі інвестиційні проекти й значні покращення якості перевезень, тому слід розглянути можливості для вдосконалення перевезень після перемоги у війні, взявши за основу плани АТ «Укрзалізниця» щодо модернізації до повномасштабного вторгнення у 2022 році.

Розвиток пасажирського руху на залізницях України є одним з пріоритетних напрямків діяльності АТ «Укрзалізниця». Найважливішими задачами, які поставлені перед залізницями є своєчасне, якісне та повне задоволення потреб клієнтів і пасажирів у перевезеннях при безумовному забезпеченні безпеки руху при створенні технології мультимодальних швидкісних залізничних пасажирських перевезень. 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. Робота залізничного транспорту в умовах конкуренції, 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.

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

Саме розвиток пасажирського швидкісного руху на залізницях, сервісне обслуговування пасажирів на вокзалах на сьогоднішній день є дуже актуальною темою. Так як, розвиток технології мультимодальних швидкісних залізничних пасажирських перевезень у перспективі стає основою для залучення користувачів залізничного транспорту і підвищення рентабельності перевезень незалежно від форм власності та характеру функціонування пасажирських компаній. Послуги, які надаються впливають на кінцевий результат - величину доходів і рентабельність роботи транспортних компаній, організацій.

Методи дослідження. При дослідженні пасажирського залізничного руху були використані різні типи методів дослідження, які поділяються за метою і способом реалізації. У процесі дослідження використано комплекс взаємодоповнюючих загальнонаукових та спеціальних методів: аналіз, синтез, системний аналіз рейсу маршруту, методи емпіричного дослідження пасажиропотоків, методи математичної статистики, математичне моделювання, імітаційне моделювання та комп'ютерний експеримент. Первинні методи були використані при вивченні нормативної та наукової літератури; спостереження – при дослідженнях роботи сервіс-центру, вокзалу, інших структурних підрозділів; вторинні методи - при обробці та аналізі даних про характер та обсяги перевезень, вартість перевезень на різні станції призначення. Методи верифікації були застосовані при співвіднесенні кількості проданих проїзних документів у різні періоди року.

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

Предметом роботи є: технологія обслуговування пасажирів на пасажирській станції в умовах залізничних пасажирських перевезень.

Мета роботи: удосконалення технології залізничних пасажирських перевезень шляхом якісного задоволення потреб пасажирів.

До основних задач роботи відносяться: аналіз роботи вокзалу, сервіс-центру і встановлення недоліків у їх роботі; перевірка виконання на вокзалі правил перевезень пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України; встановлення необхідної технології обслуговування пасажирів на пасажирській станції в умовах залізничних пасажирських перевезень; перевірка умов розрахунку плану формування пасажирських поїздів на заданому полігоні; ознайомлення з переліком послуг, які надаються пасажирам на вокзалі, в сервіс-центрі та інших підрозділах вокзалу; аналіз доходів, витрат, рентабельності від послуг, які надаються на вокзалі; підтвердження запропонованих заходів по удосконаленню технології пасажирських перевезень техніко-економічними розрахунками.

Практичне значення одержаних результатів.

Розвиток індустрії послуг у країнах з високорозвиненою промисловістю й транспортом є одним із найважливіших явищ сучасного життя. 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, кожний вкладений у сервіс долар дає вдвічі більше прибутку, ніж вкладений у виробництво техніки. Для надання сервісного обслуговування населення може бути задіяне до 25 % від основного персоналу, яке забезпечує перевезення. Основні результати апробовано в умовах станцій Харківського залізничного вузла.

Публікації. Наукових праці по тематиці даної випускної роботи відповідає нормативним вимогам щодо присудження кваліфікації магістра.

Ломотько Д.В., Жуков А. М. Світовий досвід в модернізації технології залізничних перевезень пасажирів. Тези доповідей 37 міжнародної науково-практичної конференції інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті., 2024. № 3 (додаток). С.59-60.

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.

НУБіП 2025

1 Аналіз системи організації залізничних пасажирських перевезень

1.1 Аналіз вітчизняної системи організації пасажирських перевезень

Основною продукцією залізничного транспорту для населення 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 залізниць належать послуги, пов'язані з основною транспортною послугою, що надаються пасажиром під час оформлення проїзду, приймання багажу чи вантажобагажу, перебування в поїзді чи на вокзалі під час повернення невикористаних проїзних і перевізних документів.

Сучасне суспільство характеризується інтенсивними комунікаційними процесами. Забезпечення зростання мобільності населення є одним із вирішальних факторів стратегії розвитку економіки країни. На даний час у сфері транспортного обслуговування залізничні пасажирські перевезення є одним із найбільш ефективних видів транспорту, що дозволяє забезпечити необхідну швидкість, комфорт, надійність і безпеку перевезень з мінімальними витратами та з урахуванням ресурсних обмежень і умов навколишнього середовища.

У межах технологічних аспектів 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 пасажиром 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 [18].

Відповідно до основ організації пасажирських перевезень попит на транспортні послуги визначає дохід залізниць, тоді як пропозиція місць у вагонах

пасажирського поїзда породжує експлуатаційні витрати на рух, формування та їх технічне обслуговування, які можна зменшити лише продажем більшої кількості квитків. У свою чергу для підвищення ефективності функціонування системи пасажирських перевезень головною задачею для залізниць є конкурентна боротьба за найбільше залучення пасажирів в умовах приведення запропонованих послуг залізниць до потреб споживачів, що постійно змінюються.

Аналіз вітчизняної системи організації пасажирських перевезень виконано на основі кількісних показників роботи АТ «Укрзалізниця». У довоєнні роки показники пасажирських перевезень відносно стабільні обсяги. Зокрема за 10 місяців 2021 року було перевезено та відправлено 42 млн та 19,9 млн пасажирів, що становить 51,7% та 50,9% відповідно від минулорічних показників (рис. 1.1).

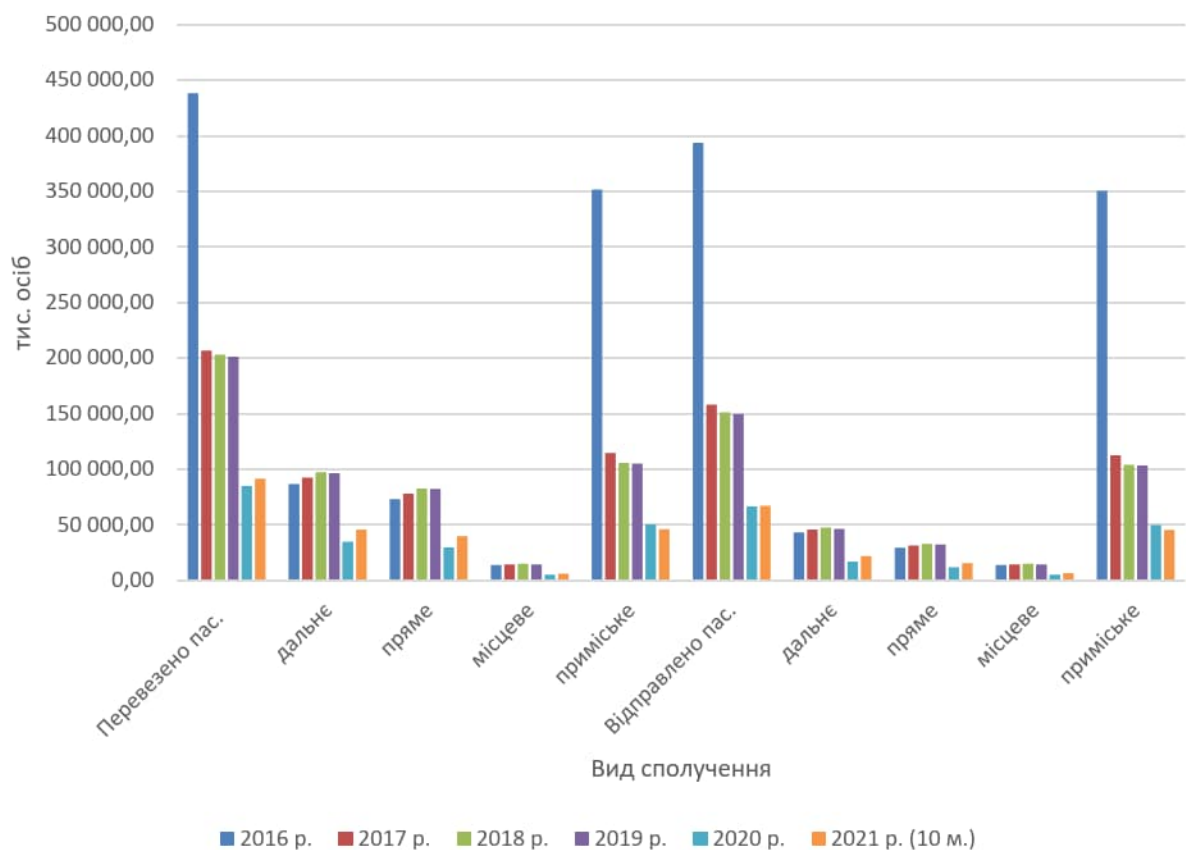


Рисунок 1.1 — Об'ємні показники пасажирських перевезень за довоєнні 2016-2021 рр.

Починаючи з лютого 2022 року АТ «Укрзалізниця» довелося виконувати важливі соціальні функції по евакуації населення. Такі дії були необхідними, проте негативними для фінансової стабільності компанії. Як повідомив міністр інфраструктури України, протягом 2022 року було евакуйовано 4,6 мільйона осіб. Не всі з цих понад 4 мільйонів пасажирів евакуювалися безкоштовно, проте збитки для компанії виявилися відчутними.

Аналіз стану та розвитку залізничних пасажирських перевезень у країні показав, що на сьогоднішній день, пасажирські перевезення в Україні забезпечуються лише автомобільним та залізничним транспортом. Встановлено, що українська залізнична мережа є значущим компонентом транспортної інфраструктури країни, виконуючи важливу роль у забезпеченні пасажирських перевезень на різних рівнях: дальнього, регіонального і частково приміського сполучення. Зокрема, система залізничних перевезень стала критично важливою після подій лютого 2022 року, коли зміни в транспортній системі відбулися внаслідок введення воєнного стану. Пасажирський залізничний транспорт не лише забезпечує зручний доступ до різних регіонів країни, але також відіграє важливу роль у транспортуванні поранених, евакуації мирного населення та перевезенні високопоставлених осіб. 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 УЗІПК.

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.

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.

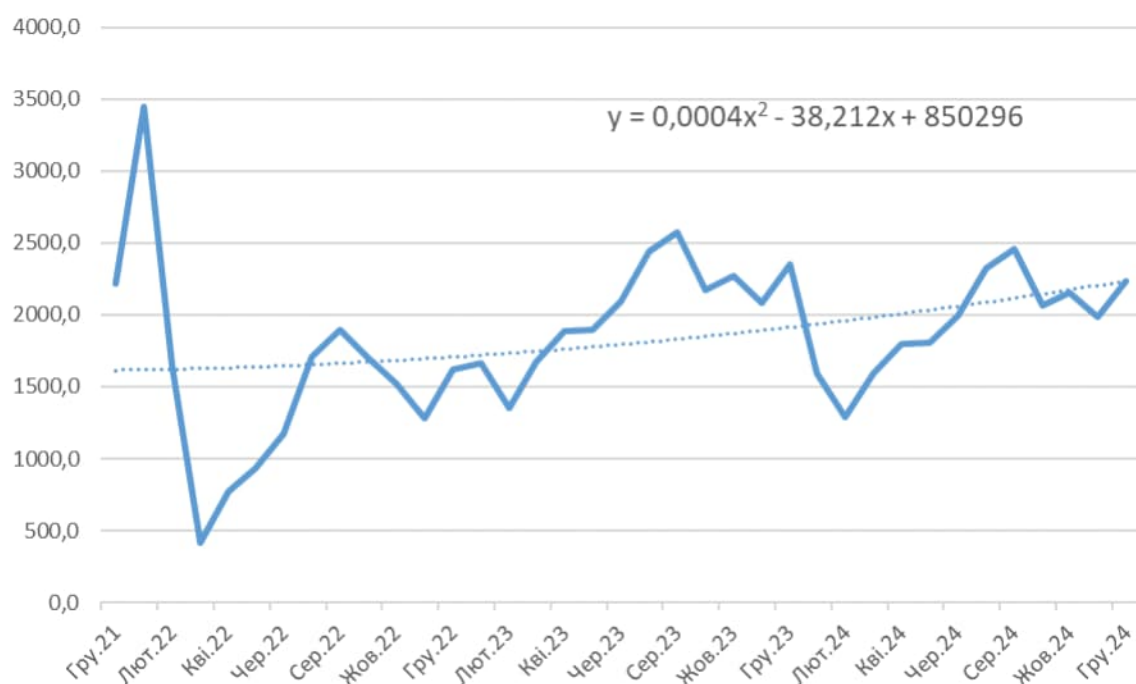


Рисунок 1.2 - Динаміка кількості перевезених пасажирів поїздами далекого сполучення по Україні, тис. пас. (без евакуаційних поїздів)

Сьогодні Україна має розвинену мережу залізниць, експлуатаційна довжина яких складає понад 22 тис. км. Характерною особливістю діючої моделі перевізного процесу є змішаний рух пасажирських і вантажних поїздів. Для пропускання пасажирських поїздів використовується до 30 % пропускнуєї спроможності двоколійних ліній і близько 20 % – одноколійних. За таких умов пасажирський рух з фіксованим розкладом суттєво впливає на розміри

вантажного руху, а надійність виконання графіка руху пасажирських поїздів значно нижче, ніж на спеціалізованих залізничних лініях (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні статистичні показники 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.

В умовах конкуренції на транспортному ринку України частка залізничних пасажирських перевезень у пасажирообігу всіх видів транспорту складає близько 40 % [3]. Визначальною особливістю залізничних пасажирських перевезень є регулярність і універсальність перевезень незалежно від пори року і кліматичних умов, розгалужена мережа залізниць і їх висока провізна спроможність. При цьому для отримання переваг на ринку пасажирських перевезень визначальним фактором є підвищення якості транспортних послуг та сервісу. Вся система якості обслуговування пасажирів на залізничному транспорті характеризується рівнем забезпечення безпеки руху, надійністю роботи, ефективністю використання технічних засобів, комфортом та культурою організації перевезень.

Для обліку особливостей різних груп пасажирів і правил тарифікації пасажирські перевезення на залізницях України розрізняють за видами сполучення [2, 4]:

- 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 електро- 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;

- 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.

Питома вага пасажирів дальнього сполучення на мережі залізниць України становить близько 15 %, а пасажирів місцевого сполучення становить близько 20 %, за обсягами виконаної роботи вони також становлять приблизно 20 %. 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).

Мережу сполучень поділяють на напрямки. Під напрямком розуміється лінійна ув'язка визначеного числа залізничних дільниць, по яких безпересадочно 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 представлено на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Схема основних напрямків відправлення і прибуття швидкісних поїздів

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.

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

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.

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. Ефективність управління пасажирськими перевезеннями залежить від наявності сучасних систем керування, які відповідають умовам транспортного ринку. Безпосередньо пасажирські перевезення на залізницях України організують за вертикальною схемою, що наведено на рис 1.4.

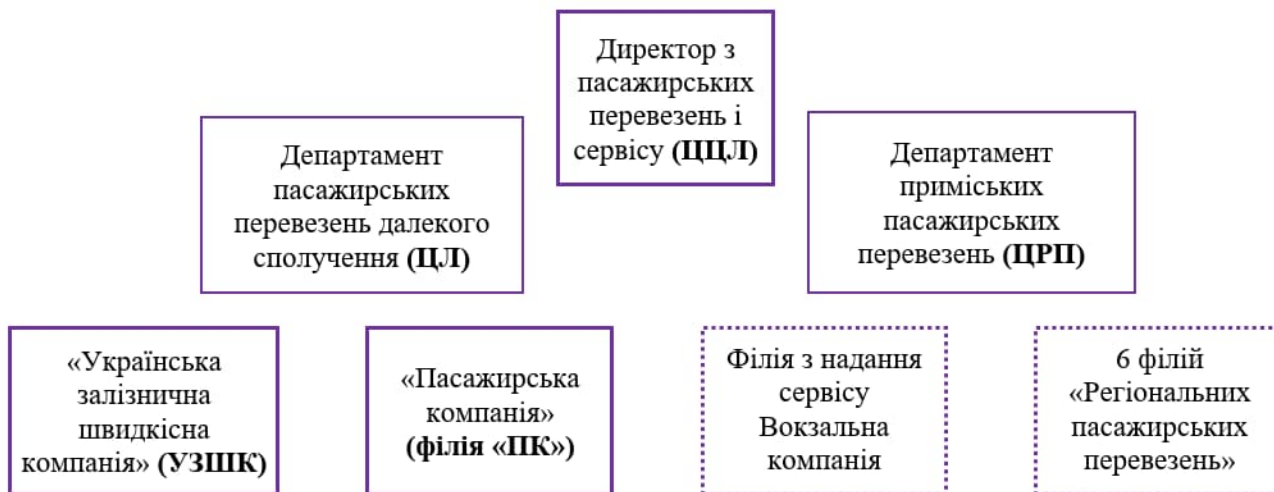


Рисунок 1.3 - Схема управління пасажирськими перевезеннями АТ УЗ

Розклад руху пасажирських і приміських поїздів сполученням у межах однієї залізниці встановлюється начальником залізниці, у межах двох і більше залізниць - Укрзалізницею, 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 зупинкових пунктів встановлюються угодами між відповідними суб'єктами господарської діяльності та зацікавленими місцевими державними адміністраціями [6].

1.2 Класифікація, нумерація і схеми формування пасажирських поїздів

Поїзд пасажирський - поїзд, сформований з вагонів, призначених для перевезення пасажирів, багажу та вантажобагажу [2, 7]. 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 700 км;
- місцеві поїзди, що курсують на відстань від 150 до 700 км;
- приміські поїзди, що обертаються на приміських лініях відстанню до 150 км;
- міські поїзди.

Залежно від швидкості поїзди поділяють так [8]:

1 Інтерсіті+ (IC+) - 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 (IC) – 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 (PE) – 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.

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.

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.

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 з можливим включенням вагонів СВ.

Залежно від рівня комфорту пасажирським поїздам може присвоюватись категорія фірмового або підвищеного комфорту. Присвоєння поїзду категорії фірмового з видачею відповідного свідоцтва здійснює Укрзалізниця відповідно до Положення про фірмові пасажирські поїзди та групи пасажирських фірмових вагонів [9] на підставі заяви начальника залізниці. Фірмовий поїзд - поїзд, сформований з вагонів, яким присвоєна категорія фірмових. У разі потреби до складу фірмового поїзда можуть включатись нефірмові вагони. Відмінною особливістю фірмового поїзда є наявність власного імені (наприклад, “Столичний експрес” сполученням Харків-Київ) та підвищений рівень сервісу та комфорту.

Як правило, це швидкі або прискорені поїзди, маршрут яких проходить між обласними центрами та столицею або між обласним центром і курортом (наприклад, "Хаджибей" Ужгород - Одеса).

Поїзд підвищеного комфорту - пасажирський поїзд, сформований з вагонів типової або спеціальної конструкції, яким присвоєна категорія підвищеного комфорту (надання харчування, особливих умов і послуг) [2, 8]. Як правило, таку категорію присвоюють місцевим пасажирським, електро- та дизель-поїздам, рейковим автобусам, що знаходяться в обігу міжобласного сполучення (наприклад, поїзд сполученням Горлівка-Харків).

У всіх вагонах пасажирських поїздів, крім приміських і міських, здійснюється індивідуальна нумерація місць.

Кожна категорія поїзда повинна мати індивідуальну емблему (символіку) та однотипне оформлення складу.

На вагони, які включені до складу поїзда, у визначених місцях наносяться умовні позначення (пиктограми) для ідентифікації пасажирями категорії поїзда, вагона та послуг, які надаються.

Залежно від варіанта формування пасажирські поїзди класифікують так:

1 Поїзд пасажирський довгосоставний - пасажирський поїзд, довжина якого перевищує довжину, встановлену схемою формування даного поїзда.

2 Поїзд пасажирський підвищеної довжини - пасажирський поїзд, що має у своєму складі 20 і більше вагонів.

3 Поїзд пасажирський з'єднаний - поїзд, що складається з двох пасажирських поїздів, зчеплених між собою, з діючими локомотивами в голові кожного поїзда.

4 Поїзд вантажно-пасажирський - формується на малодіяльних ділянках із вантажних і пасажирських вагонів, які призначені для перевезення вантажів і пасажирів [7].

5 Поїзд пасажирський груповий - поїзд, що складається з двох або трьох груп вагонів різного призначення, організують для забезпечення безпересадочного сполучення. Перечеплення груп вагонів відповідних

призначень із одного поїзда в інший виконується в залізничних вузлах, куди ці поїзди підводять за узгодженим розкладом. Поїзди, до яких проводиться причеплення прямих безпересадочних вагонів з інших поїздів, називаються погодженими. Безпересадочними називають пасажирські вагони, які прямують до станції призначення з причепленням на шляху прямування до двох чи більше поїздів разом з пасажирами, що перебувають у вагоні.

1.3 Аналіз закордонного досвіду організації швидкісних пасажирських перевезень

Перша комерційна високошвидкісна залізнична мережа була створена в Японії [12]. У 1964 році була відкрита перша лінія між містами Осака і Токіо. 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. Загальна довжина поїзда складає близько 400 м станції для цих поїздів теж подовжені і спеціально пристосовані до таких поїздів. Лінії Сінкансен для технічного обслуговування перестають функціонувати з 0:00 до 06:00. У цей час продовжують працювати звичайні поїзди, які курсують за паралельними маршрутами.

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 густоті 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).

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 ізолюються 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 Великій Британії - Eurostar.

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).

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]. Схему високошвидкісних магістралей Європи наведено на рисунку 1.4.



Рисунок 1.4 - Високошвидкісні магістралі Європи

Найбільша у світі мережа високошвидкісних залізниць загальною протяжністю понад 7055 км створена в Китаї CRH (англ. China Railway High-speed – Китайська Високошвидкісна Залізниця). Схему високошвидкісних магістралей Азії наведено на рисунку 1.5. Структура мережі CRH Китаю включає: модернізовані звичайні залізничні лінії, нові лінії, побудовані спеціально для руху високошвидкісних поїздів, а також перші у світі комерційні лінії для руху поїздів на магнітній левітації (Шанхай). Вражають і темпи розвитку мережі: так, у 1993 році середня швидкість руху пасажирських поїздів у Китаї складала 48 км/год, станом на 2011 рік середня швидкість руху на CRH складає – 200 км/год і вище.

У технологічному плані організація високошвидкісного залізничного сполучення в Китаї відбувається за рахунок угод з передачі технологій від закордонних виробників, таких як Бомбардье, Алстом і Кавасакі. Переймаючи закордонні технології, Китай створив власний поїзд серії CRH-380A, що

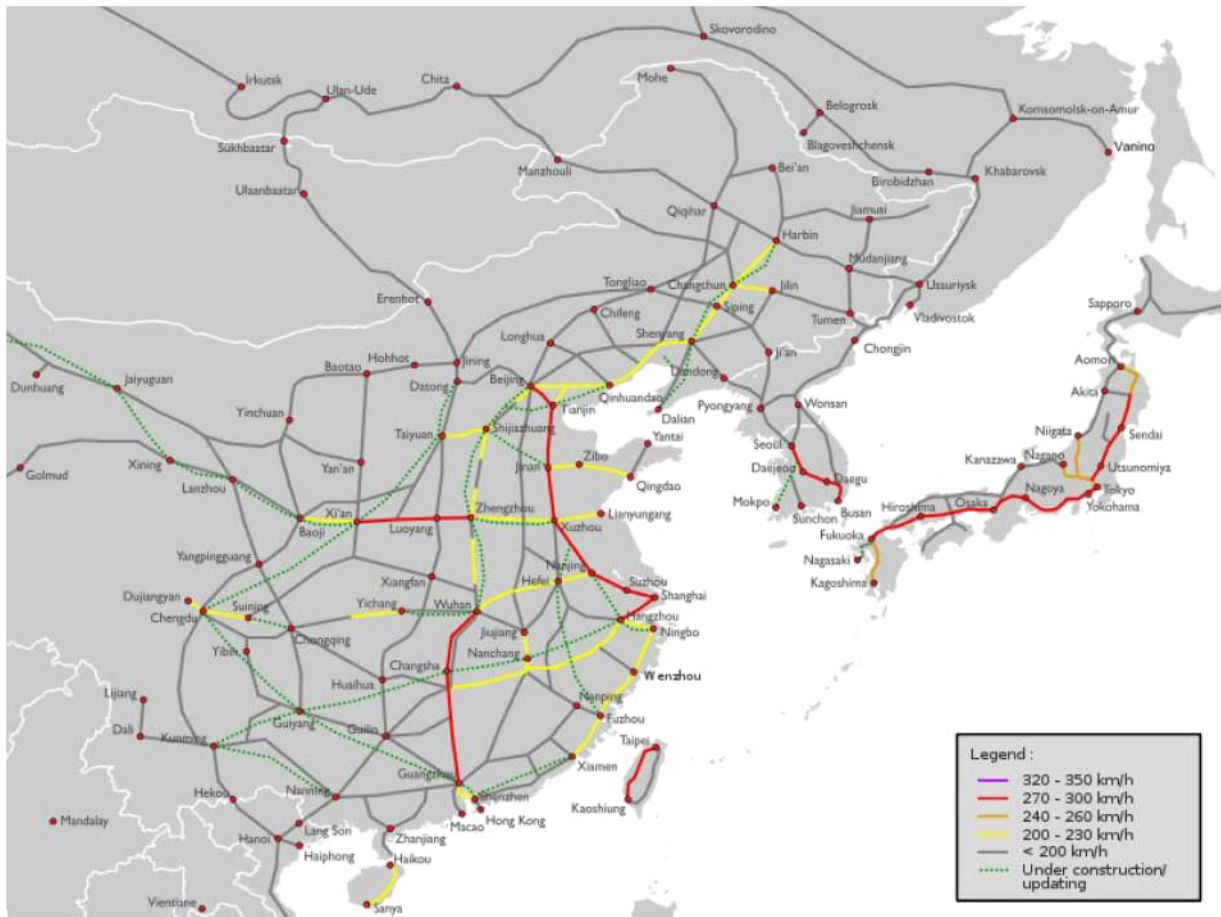


Рисунок 1.5 - Високошвидкісні магістралі Азії

розвиває швидкість понад 350 км/год і з 2010 року знаходиться в стадії експлуатації.

Типовим представником Азійської системи високошвидкісного руху є високошвидкісна залізнична мережа компанії Korail в Південній Кореї – Korea Train eXpress (KTX) [13]. Впровадження почалося з будівництва спеціалізованої лінії в 1992 році, але надалі проект був розділений на дві фази і включив також розвиток існуючих ліній і будівництво додаткової лінії з Сеула в Мокпхо. Технологія, використана при запуску KTX, була заснована на французькій системі TGV, проте незабаром імпортовані технології отримали розвиток у Кореї і в період 2002-2008 років був створений власний поїзд KTX-II. Перша фаза проекту була завершена, і рух поїздів почався у 2004 році. У перші роки експлуатації обсяг перевезень і доходи не виправдовували очікувань, однак вже з 2007 року лінія

стала приносити прибуток, а кількість перевезених пасажирів перевищила 100000 пасажирів на день.

Комерційний успіх високошвидкісних мереж світу ґрунтується на зменшенні тривалості поїздки (до 3 год у дорозі), що дозволяє конкурувати з автомобільним і авіаційним транспортом. Високошвидкісні залізниці більш вигідні, ніж звичайні, якщо не враховувати вартість будівництва інфраструктури. Причиною є те, що багато експлуатаційних витрат, таких як штат, мають фіксовані витрати на годину, у той час як дохід від квитка заснований на відстані. Пасажири також платять більше за кілометр за високу швидкість. Таким чином, експлуатаційне співвідношення доходу та вартості є більшим для високошвидкісних систем, а отже, якщо існує потенційний попит на перевезення, то доходи будуть випереджати витрати [14].

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 швидкісного пасажирського коридору «Львів-Київ-Полтава-Харків-Дніпропетровськ» і запуск сучасних міжрегіональних денних поїздів, зокрема Hyundai Rotem Electric Multiple Unit (EMU) та Skoda Vagonka.

Найближчими до умов АТ «Укрзалізниця» є досвід у пасажирських перевезеннях, які має Литва, Латвія та Естонія, що на відміну від інших європейських країн мають однаковий з нами стандарт ширини колії.

Литва після розпаду СРСР, знаходячись у такому самому положенні, що й Україна, успішно провела модернізацію старого рухомого складу і закупівлю нового [11]. На даний момент часу «Литовські залізниці» мають у розпорядженні 171 вантажний локомотив, 17 пасажирських локомотивів, 89 маневрових локомотивів, 58 одиниць МВРС (ДР1А, Д1, АР2, РА2, 620М) та 17 електропоїздів (ЕР9-М, EJ-575). З тепловозів мають М62, 2М62, ТЕП60, ТЕП70, ТЕП70БС, Тепловоз ЧМЕЗ, ЧМЕЗМ, ТЕМ2, ER20, ТЕМ-ТМХ. Литва поступово позбувається від застарілого рухомого складу.



Рисунок 1.6 — EJ-575 «Литовських залізниць»

«Естонські залізниці» є найуспішнішим прикладом оновлення рухомого складу серед колишніх республік СРСР. Вони повністю відмовились від застарілих моделей і перейшли на електричні та дизельні поїзди швейцарської компанії Stadler у пасажирських перевезеннях [12]. Єдиний виробник моделей поїздів робить дешевшою закупівлю запчастин і логістику їх доставки.



Рисунок 1.7 — Stadler Flirt «Естонських залізниць»

Але серед трьох балтійських країн найближчою за становищем на залізниці для «Укрзалізниці» є «Латвійська залізниця». Перелічуючи рухомий склад, у неї можна знайти такі знайомі для нас моделі як М62, 2М62, 2М62У, 2ТЕ10, 2ТЕ10, ТЕП70, ЧМЕЗ, ТЕМ2, ТГК2, ТГМ3, ТГМ4, ЕР2, ЕР2Т, ЕР2М, ДР1А, ДР1АМ. На жаль, Латвія, колись виробляючи поїзди для багатьох країн СРСР і не тільки, стала заручником свого Ризького вагонобудівного заводу, що не зміг пристосуватися до нових умов ринкової економіки та почав процедуру банкрутства у 2017 році [13]. Зараз «Латвійські залізниці» намагаються виправити помилки минулого і замість колишньої модернізації старого рухомого складу, що все одно ніяк не пристосований для потреб маломобільних людей, після багатьох спроб влаштування тендерних процедур та апеляцій до них, закупують 32 електропоїзди Skoda на загальну суму у 260млн євро [18]. Ці поїзди Skoda, до речі, повинні були транспортувати через Україну, проте через розв'язану агресивну війну Російською Федерацією проти України плани довелося переробити і ці поїзди повезуть по секціях на автомобільних трейлерах через територію країн Євросоюзу.



1.4 Аналіз науково-прикладних розробок з удосконалення системи пасажирських перевезень

Для запровадження швидкісного пасажирського руху проводиться комплекс робіт для модернізації інфраструктури та подальше розділення залізничних ходів на вантажні та пасажирські. Саме завдяки цьому кроку від вантажних поїздів будуть звільнені транспортні коридори, призначені для швидкісних поїздів. Також, не менш важливе для нормальної експлуатації швидкісної ділянки є і те, що вона розрахована виключно на пасажирські поїзди, а не на важкі вантажні, які негативно впливають на колії. В результаті буде досягнуто необхідне зростання швидкості, відповідно комфортність перевезень та якість обслуговування пасажирів. Розділення пасажирського та вантажного рухів, у цілому, позитивно вплине на якість перевезень пасажирів, які стануть більш комфортні та швидкі. Такі новації нададуть змогу населенню зекономити час на здійснення поїздок та пожвавити їх ділову активність у всіх сферах.

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, Укрзалізницею здійснюється низка заходів: запровадження швидкісного пасажирського руху, придбання пасажирського рухомого складу нового покоління (електропоїздів Hyundai і Skoda), покращення сервісу тощо.

В рамках розвитку проекту впровадження високошвидкісного пасажирського руху на залізницях України Укрзалізниця придбала десять нових двосистемних міжрегіональних електропоїздів Hyundai (IC +) у дев'ятивагонній комплектації та два фірмових двоповерхових швидкісних електропоїздів Skoda

(ІС) у шестивагонній комплектації, що здійснювалось в рамках проекту впровадження в Україні швидкісного пасажирського руху.

Потяги передали в експлуатацію спеціально створеному дочірньому підприємству - "Українська залізнична швидкісна компанія" (УЗШК). Це робиться для того, щоб створити чітке уявлення про економіку проекту і вивести його на прибутковість.

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, зокрема 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.

У подальший розвиток результатів досліджень в даному напрямку, а саме: розробки систем регулювання розмірів руху пасажирських поїздів, технічного розвитку станцій, визначення оптимальних схем формування поїздів,

застосування інформаційних технологій в експлуатаційній роботі, внесли великий вклад такі вчені та практики: І.М. Аксенов, А.А. Босов, В.І. Бобровський, Т.В. Бутько, І.В. Берестов, М.І. Данько, В.К. Доля, І.В. Жуковицький, Д.В. Константинов, В.І.Крячко, Ю.Ф. Кулаєв, В.М. Кулешов, А.В. Лаврухін, Д.В. Ломотько, В.І. Лукашев, О.А.Малахова, Г.І. Музикіна, Є.В. Нагорний, В.Я. Негрей, Г.І. Нечаєв, С.В.Панченко, Л.О. Пархоменко, А.В. Прохорченко, В.В. Скалозуб, Б.І. Торопов, В.А. Федоров, А.Н. Фролов, П.О. Яновський та інші.

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 [14, 15] необхідно забезпечувати реалізацію вище зазначених технологій на основі маркетингових досліджень з використанням сучасних інтелектуальних технологій.

Питання регулювання розмірів пасажирського руху розглядались у багатьох роботах [21, 24, 26]. 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 [24]. 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 пропускнуою спроможністю і по інших статтях, включаючи порожній зворотній рейс в основне депо або варіант відстою в очікуванні більш економічно вигідного зворотнього рейсу [28].

На основі досліджень [29, 30] 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.

У науковій праці [34] автори звернули увагу на важливість організації правильно влаштованих транспортно-пересадочних вузлів у місцях пересадки із залізниці на інші види транспорту, необхідність узгодження графіків руху різних

видів транспорту, виявили, що це допоможе у грамотному використанні посадкових місць транспортних засобів та зменшенні часу очікування пасажирів під час пересадки.

Наукові діячі з'ясували, що в разі імплементації інтегрованих графіків руху потрібна єдина технологія роботи перевізників із різних сфер транспортної галузі, яка дає змогу встановити параметри пересадки у транспортно-пересадочних вузлах.

Виявили, що пасажир при обранні способу переміщення звертає увагу на технічні та економічні фактори. Визначили, як залежить щільність пасажиропотоку від площі, яка припадає на одного пасажирів, навели формули для визначення тривалості пересадки, висадки, переходу з одного транспортного засобу на інший.

Автори зробили висновок, що для задоволення потреб пасажирів потрібно застосовувати технології мультимодальних перевезень та формувати погоджені графіки руху між різними видами транспортних засобів.

Складно не погодитися з висновками даної наукової праці, адже ефективно побудовані графіки руху значно спрощують пересадки пасажирів та приваблюють нових клієнтів до користування послугами пасажирських компаній, тим самим генеруючи капітал для нових інвестицій в майбутньому.

У роботі [32] проведено дослідження сьогоdnішніх програм та нових підходів до введення інноваційних способів модернізації перевезень, проаналізували способи, які економлять час переміщення, покращують зручність поїздок і роблять їх екологічніше, знайдено плюси і мінуси таких засобів та зробили пропозиції щодо ліквідації присутніх недоліків.

Науковцями зроблено висновки, що усім країнам, у тому числі й Україні потрібно розвивати сприятливу для довкілля інфраструктуру, тим самим покращуючи стан екології нашої держави.

У даній роботі основний акцент робиться на екологічності перевезень, що є важливим аспектом у розвитку різних видів транспорту, проте саме в нашій

державі наразі є більш гострі проблеми, пов'язані з засобами пересування, ніж їх вплив на навколишнє середовище, тож я вважаю це другорядною проблемою.

У науковій публікації [33] з'ясували, з чим пов'язані проблеми затримок пасажирських поїздів на конкретному прикордонному переході, пояснили це кількістю пасажирів, що перетинають кордон.

Авторами було запропоновано розробити величину, що є часом затримки на одного клієнта пасажирської компанії. За словами цих науковців прорахування даної величини дозволить в майбутньому зменшити час очікування й підвищити прибуток перевізників. Також дана технологія дасть змогу запровадити так званий єдиний квиток для зручних пересадок пасажирів.

Розробниками даної роботи було встановлено, що навіть під час повномасштабної війни можливо покращувати роботу різних засобів перевезення пасажирів та таким чином задовольняти потреби більшої частини клієнтів пасажирських компаній, ніж це є зараз.

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.

Застосування логістичної концепції управління залізничним пасажирським комплексом за умови максимального задоволення платоспроможного попиту населення на перевезення дозволить по-новому поставити та вирішити найбільш важливі задачі організації мультимодальних швидкісних пасажирських

перевезень, в тому числі 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.

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).

1.5 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”;
- АС „Оформлення проїзду (перевезень);
- АС „Облік дохідних надходжень та їх розподіл;
- АС „Інформаційно-пошукові системи” (ПС;
- АС „Аналітично-інформаційна робота;
- АС „Регулювання транспортного процесу;
- АС «Термінальне обладнання»;
- АС „Пасажирське господарство”.
- АС „Комплексна система захисту інформації”;
- АС „Сервіс”.

Інформаційне забезпечення АСК ПП УЗ складається з трьох основних частин:

- загальносистемна інформація;
- інформація про абонентів (касові та диспетчерські термінали, АРМи працівників функціональних і експлуатаційних служб);
- інформація про поїзди.

Інформаційна сумісність системи АСК ПП УЗ із системами управління забезпечується:

- використанням єдиних керівних і методичних документів при розробленні різноманітних систем управління;
- АСК ПП УЗ будується на підставі узвичаєних міжнародних домовленостей з класифікації і кодування інформації (поїзда, станції, мережі залізниць і т. д.);
- використанням стандартних протоколів обміну інформацією між різноманітними системами;
- використанням промислових СКБД та інтерфейсів між ними, що дозволяє здійснювати «прозорий» доступ до даних, які зберігаються в різноманітних системах керування;

- використання спеціально розроблених інтерфейсів для обміну даними між різноманітними системами керування (АС інших держав; АС, розроблені без застосування промислових СКБД).

Але основним недоліком існуючої системи АСК ІІІ УЗ 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, обслуговування пасажирів при залізничних перевезеннях є дуже актуальною проблемою для всіх її структурних підрозділів. Актуальність проблеми 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 дефіциту вагонного парку і прискореного його старіння вимагає розвитку ремонтної бази, залучення додаткових інвестицій і контингенту працівників на залізничний транспорт. Це завдання може бути вирішено за рахунок надання додаткових сервісних послуг і кардинальної зміни форм обслуговування.

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 звітної 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.

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 населення на перевезення дозволить по-новому поставити та вирішити найбільш важливі задачі організації мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень. 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.

Проведене науковцями дослідження є корисним для покращення стану пасажирських перевезень прямо зараз, адже під час воєнного стану деякі інновації потребують відтермінування впровадження. До того ж, система «єдиного квитка» є актуальною для більшості розвинених країн й Україні потрібно наздоганяти своїх партнерів у сфері пасажирських перевезень.

Таким чином, саме розвиток сектора послуг підвищує привабливість основного виду обслуговування – швидкісних перевезень пасажирів. Такі сервісні послуги, як єдиний квиток на мультимодальне перевезення, повинні підтримувати, підкріплювати беззбиткову працю, створюючи більш сприятливі умови переміщення пасажирів, забезпечуючи перевізникові додаткові прибутки.

2 Техніко-експлуатаційна характеристика залізничного пасажирського рухомого складу

2.1 Технічна характеристика пасажирського рухомого складу

В Україні ринок залізничні перевезення пасажирів є монополізованим. Пасажирські послуги надає АТ «Укрзалізниця», а саме її філія «Пасажирська компанія». Компанія у своєму розпорядженні станом на 2022 рік має 3908 пасажирських вагонів, 2807 з яких експлуатуються, 15 швидкісних поїздів (10 дев'ятивагонних складів міжрегіональних електропоїздів подвійного живлення HRCS2 виробництва Hyundai Rotem, 2 шестивагонні склади електропоїздів подвійного живлення EJ-675 виробництва "Skoda Vagonka a.s.", 2 дев'ятивагонних склади міжрегіональних електропоїздів подвійного живлення ЕКр1 виробництва публічного акціонерного товариства "Крюківський вагонобудівний завод"), 13 з яких використовуються, 1294 секції електропоїздів, 927 з яких задіяні (EP2, EP9, ED9, EPL9T) та 235 секцій дизельних поїздів (Д1, ДР1), 150 з яких працюють на лініях [6].

На жаль, те, що деякі одиниці рухомого складу застосовуються на залізниці, не означає, що вони знаходяться у повністю справному стані. Деякі пасажирські вагони виходять у рейси без справної системи кондиціонування або опалення, а майже всі електропоїзди та дизель-поїзди є застарілими та умовно придатними до експлуатації.

Вагони пасажирські - вагони, призначені для перевезення пасажирів. До числа цих вагонів належать також багажні, вагони-ресторани, службово-технічні (службові, у тому числі вагони-салони, клуби, санітарні, випробувальні та вимірювальні, лабораторії, автомобілевози та інші вагони пасажирського типу зі спеціальним обладнанням).

На сьогоднішній день основними видами швидкісного рухомого складу, що обслуговує пасажирів, є поїзди ЕКр1, Skoda і HRCS2.

Залежно від облаштування, кількості місць та умов проїзду розрізняють пасажирські вагони за такими категоріями [2, 8]:

- 1, 2, 3 класів - з відкритими та закритими купе з місцями для сидіння;
- з відкритими купе з місцями для сидіння;
- з відкритими купе з місцями для лежання;
- з окремими чотиримісними купе з місцями для лежання;
- з окремими двомісними СВ та тримісними купе з місцями для лежання.

Залежно від внутрішнього облаштування та конструкції зазначені вагони можуть визначатись як вагони підвищеного комфорту, бізнес-класу, економ-класу, фірмові тощо. Основним приміщенням для пасажирів в міжрегіональних швидкісних поїздах є пасажирський салон для вагонів некупейного типу, що розташовані в кузові вагона. Основне приміщення при вході у вагон називають тамбур. Для організації продажу квитків і визначення місткості швидкісного пасажирського поїзду важливим є схема розміщення місць у вагоні.

Загальна інформація та технічні характеристики міжрегіональних поїздів закордонного виробництва наведені в таблиці 2.1. Приклади схем вагонів категорії Інтерсіті+ та Інтерсіті наведено на рисунках 2.1-2.2.

Таблиця 2.1 - Загальна інформація та технічні характеристики міжрегіональних поїздів закордонного виробництва

	Поїзд Інтерсіті+ (HYUNDAI)	Поїзд Інтерсіті (SKODA)
Країна-виробник	Південна Корея	Чеська Республіка
Кількість вагонів в складі поїзда	9	6
Довжина головного вагона, м	22,38	26,40
Довжина проміжного вагона, м	22,20	26,40
Довжина рухомого складу, м	200,16	158,40
Загальна маса поїзда, т	461	334
Висота вагона, м	4,27	4,63
Ширина вагона, м	3,50	2,82

Максимальна швидкість, км/год	160	160
Кількість місць для сидіння	579	607
1 класу	168 (вагон №2,5,8)	46 (вагон №1,6)
2 класу	411 (вагон №1,3,4,6,7,9)	561 (вагон №2,3,4,5)
Кількість місць для осіб з обмеженими можливостями, од.	2	4

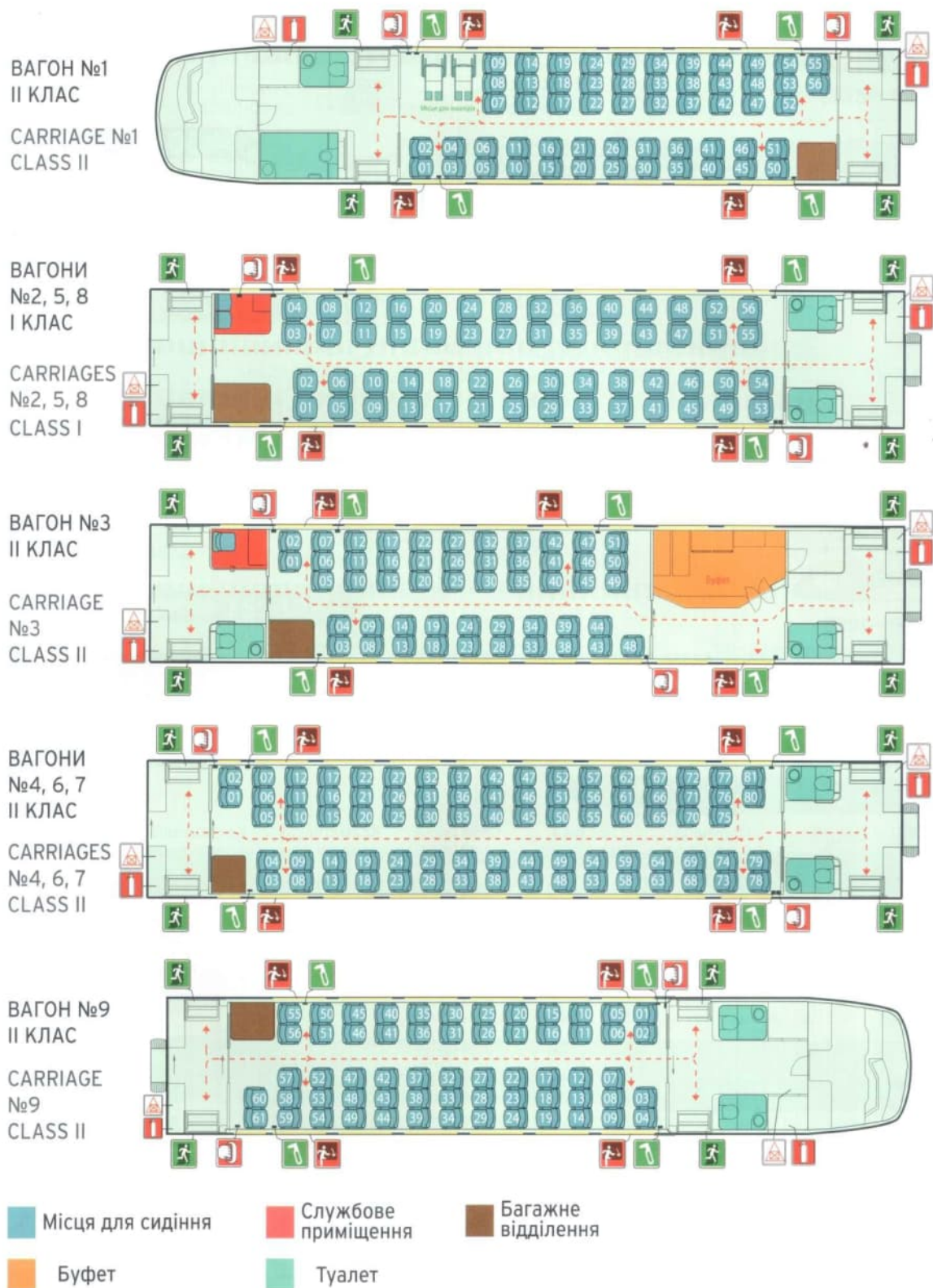


Рисунок 2.1 - Схема вагонів категорії Інтерсіті+ HRCS-2

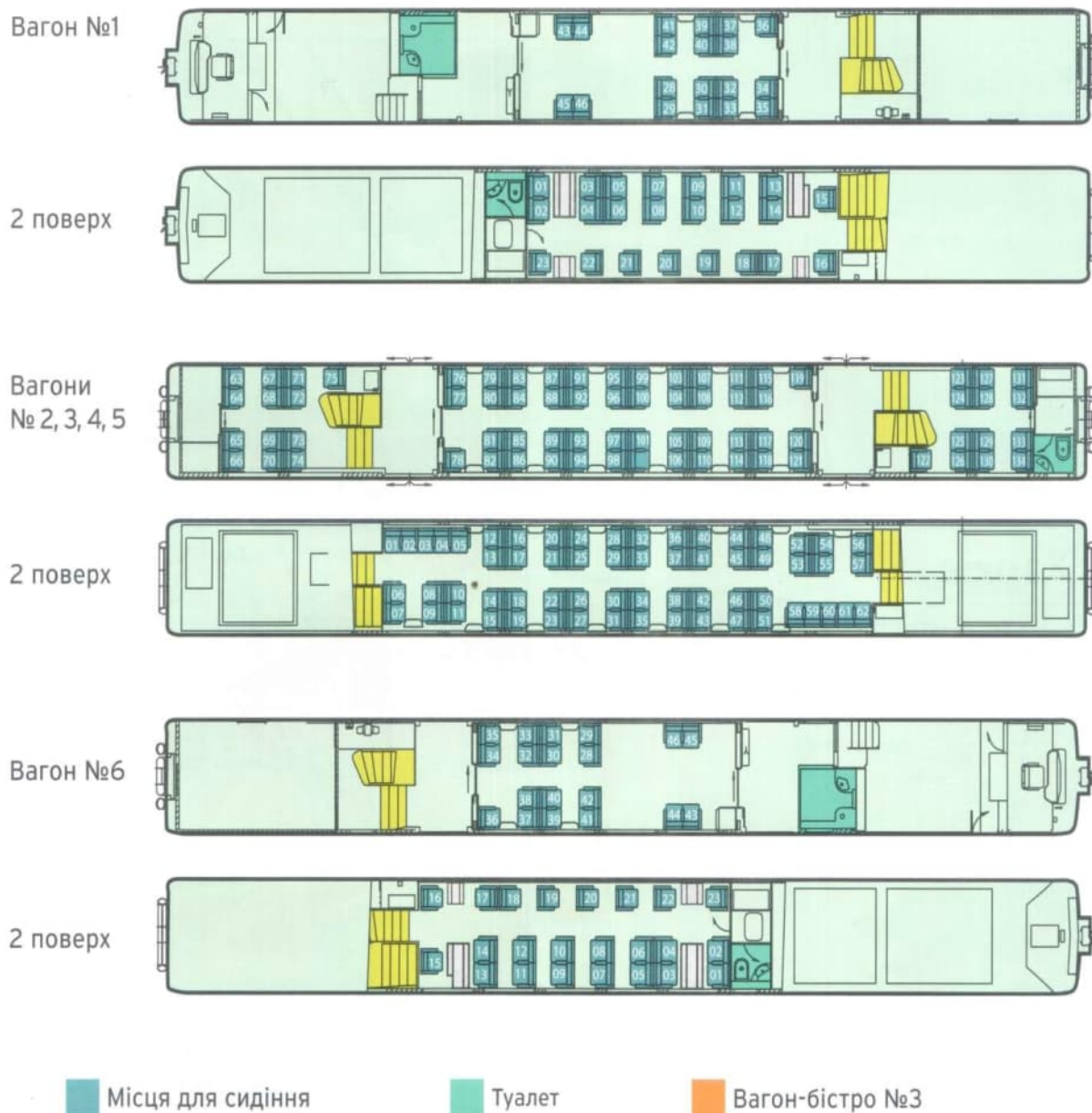


Рисунок 2.2 - Схема вагонів категорії Інтерсіті Skoda

На сьогоднішній день основним видом вітчизняного швидкісного рухомого складу є поїзди ЕКр1. Схема вагонів вітчизняного електропоїзду ЕКр1 «Тарпан» (Крюківського заводу) представлена на рис. 2.3, а його характеристика – у табл. 2.2.

СХЕМА ВАГОНІВ ПОЇЗДА ЕКР-1 «ТАРПАН» ВИРОБНИЦТВА ПАТ «КВБЗ»/ EKR-1 «TARPAN» TRAIN SEATING PLAN

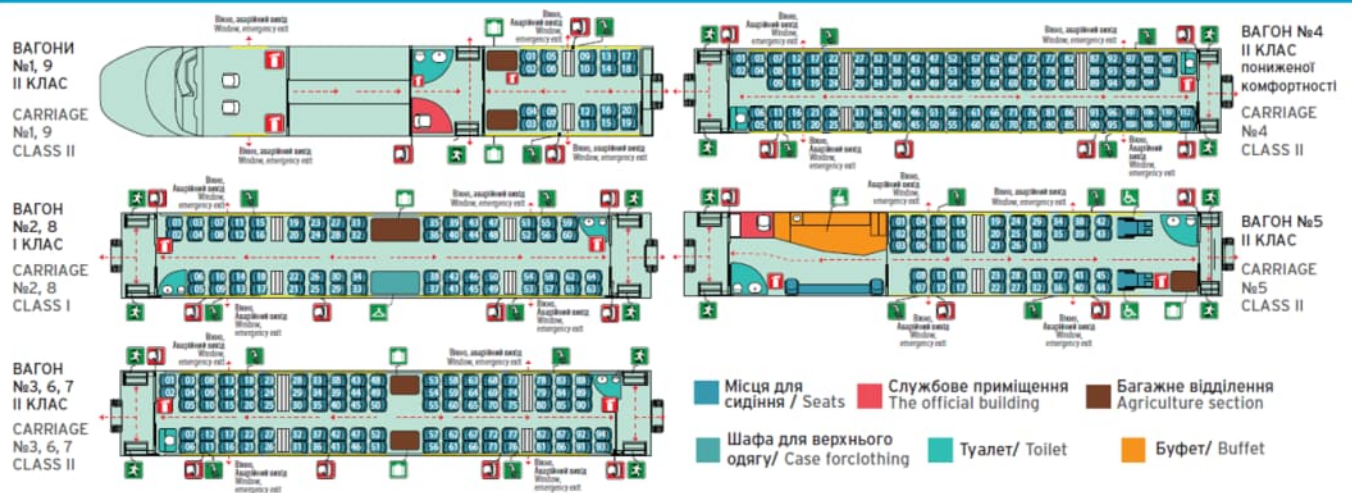


Рисунок 1.5 – Схема вагонів електропоїзду ЕКр1 «Тарпан» (Крюківського заводу)

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;

Пасажиromісткість – 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.

Таблиця 2.2 - Технічні характеристики ЕКр-1.

Вид технічної характеристики	Значення технічної характеристики
Країна-виробник	Україна
К-ть вагонів у складі поїзда	9
Довжина головного вагона, м	20,42
Довжина проміжного вагона	26,69
Довжина рухомого складу, м	230
Загальна маса поїзда, т	560
Висота вагона, м	4,40
Ширина вагона, м	3,42
К-ть місць для осіб з особливими потребами	2

Технічні характеристики ДР1 та ДПКр-3 у порівнянні наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Технічні характеристики ДР1 та ДПКр-3 у порівнянні.

Показник	ДР1	ДПКр-3
	Значення технічної характеристики	Значення технічної характеристики
Країна-виробник	Латвія	Україна
К-ть вагонів у складі поїзда	6	3
Довжина головного вагона, м	26,01	24,45
Довжина проміжного вагона	25,58	24,60
Довжина рухомого складу, м	154,35	73,50
Загальна маса поїзда, т	272	
Висота вагона, м	4,47	4,40
Ширина вагона, м	3,12	3,50
Максимальна швидкість, км/год	120	140
Кількість місць для сидіння		
1-го класу	-	
2-го класу	-	
3-го класу	648	
К-ть місць для осіб з особливими потребами	0	2

2.2 Напрямки покращення організації пасажирських перевезень в Україні

Для вирішення проблеми незадовільного стану перевезень пасажирів багатьма науковцями та експертами у залізничній сфері запропоновано чимало методів: від впровадження спільно побудованих графіків руху з іншими видами транспорту до введення ринково обґрунтованих цін на проїзні квитки. З багатьма з цих методів складно не погодитись, проте, на мою думку, спочатку для їх застосування потрібно оновити наявний пасажирський рухомий склад вітчизняного перевізника.

Відповідно [19] вантажні перевезення на відміну від пасажирських є прибутковими (88% прибутків у 2019 році, у той час як пасажирські перевезення показали збитки в 12,8 млрд грн).

Може здатися, що потрібно вкладатися у розвиток вантажної інфраструктури залізниці через те, що саме вона приносить найбільше коштів, які потім можна буде витратити на подальшу модернізацію рухомого складу, усунувши тим самим незручності для клієнтів «Укрзалізниці». Проте це працює якраз навпаки: чим кращий стан рухомого складу, тим більше пасажирів мають бажання ним користуватися. Так само це явище працює у будь-якій сфері: при наявності альтернатив ніхто не буде користуватися автомобільною/авіаційною інфраструктурою, що не модернізована.

Тобто, якщо оновити пасажирський рухомий склад, обладнати його усіма сучасними базовими пристроями, то більше пасажирів забажають користуватися послугами АТ «Укрзалізня», через що збільшиться прибутковість пасажирських перевезень. Якщо цього не зробити, пасажирів будуть обирати альтернативні види транспорту, такі як автомобільний чи авіаційний. Таким чином ми визначилися, що першочерговою задачею для АТ «Укрзалізня» має бути підвищення привабливості послуг для пасажирів.

Станом на 2020 рік АТ «Укрзалізня» мала 3908 пасажирських вагонів, експлуатованих — 2807, 545-ом потрібен ремонт капітального характеру. У березні 2023 року наша залізниця отримала 15 останніх вагонів з партії у 100

одиниць за програмою «Велике будівництво». Не всі з вагонів, що експлуатуються, знаходяться у належному технічному стані, проте дані про кількість таких вагонів не опубліковані.

Тож, «Укрзалізниці» вже зараз потрібно замінити від 500 до 1000 пасажирських вагонів. Ціна за один новий купейний пасажирський вагон, згідно даних [7] 27 759 090 грн. Витрати на таку закупівлю складуть:

У разі закупівлі 500 вагонів:

$$27759090 \cdot 500 = 13\,879\,545\,000 \text{ грн.} \approx 13,9 \text{ млрд. грн.}$$

У разі закупівлі 1000 вагонів:

$$27759090 \cdot 1000 = 27\,759\,090\,000 \text{ грн.} \approx 27,8 \text{ млрд. грн.}$$

З наявних 1294 секцій (по два вагони) приміських електропоїздів експлуатуються 927, а 570 потребують капітального ремонту. Одна секція у різних модифікаціях електропоїздів може вміщувати від 150 до 200 осіб.

Тендер на закупівлю 80 комфортабельних поїздів в рамках проекту City Express мали провести наприкінці лютого 2022 року [7], проте, як ми всі знаємо, в Україні почалася повномасштабна війна. Участь у цьому тендері мали брати такі компанії як Siemens, Stadler, Alstom, Pesa, Škoda та Крюківський вагонобудівний завод. Але я в розрахунках зверну увагу саме на електроїзд швейцарської компанії Stadler, Stadler Flirt. Компанія Stadler навіть привозила електропоїзд у Київ для демонстрації його можливостей, скоріше за все, саме цей виробник був би фаворитом на тендері.

Кількість місць одного електропоїзда Stadler Flirt складає 250 або 300 одиниць, вартість одного п'ятивагонного поїзда — 553 500 000 грн [6]. Якщо врахувати, що заміни потребують від 600 до 1000 секцій електропоїздів, закупити буде потрібно таку кількість поїздів Stadler Flirt, яка б вміщувала принаймні від 90 до 150 тисяч пасажирів. У такому разі їх би знадобилося у кількості від 300 до 500 поїздів, тобто витратити довелося від 166 до 276,7 млрд. грн.

Розуміючи, що така сума є занадто великою навіть для бюджету всієї України, що вже казати про АТ «Укрзаліниця». Розглянемо інший, більш дешевий варіант модернізованих на потужностях залізничного оператора

електропоїзди моделей EP2, EP9 та EP19T, так, вони не є інклюзивними, тобто такими що здатні приймати маломобільних людей, проте в них є багато зручностей сучасності, таких як нормальні санвузли, сповивальні столики тощо.

Тож ми можемо розглянути закупівлю 80 електропоїздів Stadler Flirt, що вміщують 300 пасажирів кожний (як планувалося до повномасштабного вторгнення), а інші секції електропоїздів — модернізувати. 80 Stadler Flirt вміщують 24 000 пасажирів, тобто потрібно модернізувати від 440 до 840 секцій електропоїздів, що курсують залізницею зараз.

За інформацією з майданчика прозорих закупівель модернізація одного десятивагонного (5 секцій) електропоїзда EP9T коштує 29 928 948 грн, тоді закупівля 440 секцій буде коштувати 2 633 747 424 грн, а 840 — 5 028 063 264 грн.

Загальна вартість модернізації електропоїздів буде коштувати:

У разі закупівлі 440 модернізованих секцій:

$$80 \cdot 553\,500\,000 + 44 \cdot 59\,857\,896 = 46\,913\,747\,424 \text{ грн} \approx 46,9 \text{ млрд. грн.}$$

У разі закупівлі 840 модернізованих секцій:

$$80 \cdot 553\,500\,000 + 84 \cdot 59\,857\,896 = 49\,308\,063\,264 \text{ грн} \approx 49,3 \text{ млрд. грн.}$$

Тоді взагалі витрати на електричний моторвагонний рухомий склад складуть від 46 до 49 млрд. грн, що є вже не такою невідомою сумою як закупівля виключно рухомого складу швейцарської компанії.

На жаль, вдалих проектів модернізації дизель-поїздів АТ «Укрзалізниця» не було, а ситуація з ними набагато критичніша за електропоїзди. Є приклад закупівлі дизель-поїздів виробництва Крюківського вагонобудівного заводу ДПКр-1, ДПКр-2 та ДПКр-3. Одна одиниця ДПКр-3, що складається з трьох вагонів, які вміщують 170 пасажирів, коштує 177 млн. грн.

Станом на 2023 рік майже не існує дизель-поїздів моделі Д1 та ДР1 у повністю справному стані. Усього 235 секцій і всі вони потребують заміни. 235 секцій (по три вагони) дизель-поїздів вміщують приблизно 70 500 пасажирів.

У такому разі для повного оновлення парку дизельних поїздів потрібно приблизно 415 поїздів моделі ДПКр-3, на що б довелося виділити 73,5 млрд. грн.

Висновок з розділу

В Україні ринок залізничні перевезення пасажирів є монополізованим. Пасажирські послуги надає АТ «Укрзалізниця», а саме її філія «Пасажирська компанія». Компанія у своєму розпорядженні станом на 2022 рік має 3908 пасажирських вагонів, 2807 з яких експлуатуються, 15 швидкісних поїздів. Нажаль АТ «Укрзалізниця» за роки незалежності майже не оновлювала пасажирський рухомий склад, саме тому зараз з'явилася така невтішна статистика. За винятком швидкісних залізничних перевезень, існує проблема з якістю та прибутковістю пасажирських переміщень. Аналіз можливості закупівлі пасажирського рухомого складу показав, що для повного оновлення потрібні інвестиції у розмірі від 14 до 28 млрд. грн. для парку пасажирських вагонів, 46 млрд. грн. – для парку електропоїздів, 73,5 млрд. грн. - для дизельних поїздів.

3 Аналіз основних показників швидкісних перевезень в сучасних умовах роботи вокзалу станції

3.1 Загальна характеристика вокзалу станції

Пасажирські перевезення займають особливе місце в економіці України в зв'язку з природно-географічними та геополітичними умовами її розвитку. В сучасних умовах транспортна інфраструктура країни потребує оновлення, для чого потрібні капітальні вкладення. Вокзал станції, що розглядається, за обсягом роботи і загальною площею вокзальних приміщень відноситься до позакласного. Він розташований в центрі міста, біля станції, яка є великим пасажирським вузлом на перетині залізничних напрямків, які зв'язують найбільші економічні регіони України. У довозний період вокзал розташований на шляху інтенсивного пасажиропотоку. Штат вокзалу становить 934 працівників, в тому числі 45 працівників апарату управління.

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.

Вокзал включає: будівлю вокзалу та павільйони приміських кас, пасажирські платформи з навісами і без них, міст для переходу через залізничні колії, пішохідні тунелі, багажні приміщення, будівля котельні, гаражу та приміського терміналу.

Попередні каси проводять оформлення проїзних документів з особистою явкою пасажирів, а також для зручності пасажирів проїзні документи можуть бути оформлені на замовлення, прийняті по телефону або через Internet: з особистою явкою пасажира та доставкою квитків додому.

Пункти продажу квитків проводять оформлення проїзних документів готівкою і по безготівковому розрахунку, оформлення пільгових залізничних

квитків. Організовано оформлення проїзних документів по груповим замовленням за готівку та по безготівковому розрахунку.

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. 3.1). Крім основних характеристик ТПВ за участю швидкісного залізничного транспорту з урахуванням можливого часу знаходження пасажирів у класифікації використано додаткові критерії – планувальне рішення ТПВ, наявність і розміщення сервіс –центру, наявність «перехоплюючого» автопаркування.

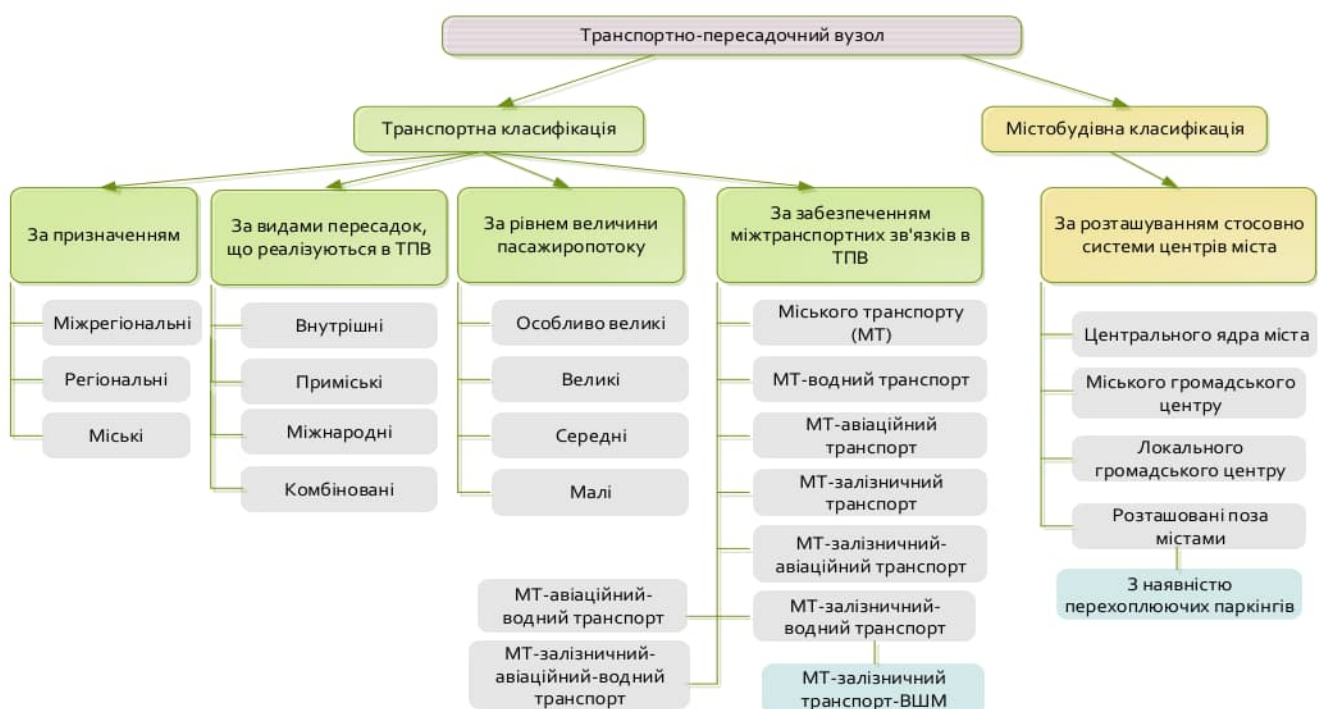


Рисунок 3.1 - Удосконалена класифікація транспортно-пересадочних вузлів

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.

3.2 Аналіз основних показників перевезень пасажирів

Робота різних видів транспорту спрямована на забезпечення зв'язків між регіонами країни, забезпечуючи вплив на всі сфери економічної політики держави. У зв'язку з цим зростання пасажиропотоків, що очікується на залізничному транспорті, вимагає вирішення задачі перевірки технічних і технологічних параметрів дільниць, транспортно-пересадочних вузлів (ТПВ), вокзалів та рухомого складу на можливість ефективної організації пасажиропотоків. Загальні пасажиропотоки ТПВ, що прямують із основних залізничних вузлів наведено на рис. 3.2.

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 пасажиром 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. 3.3.

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.

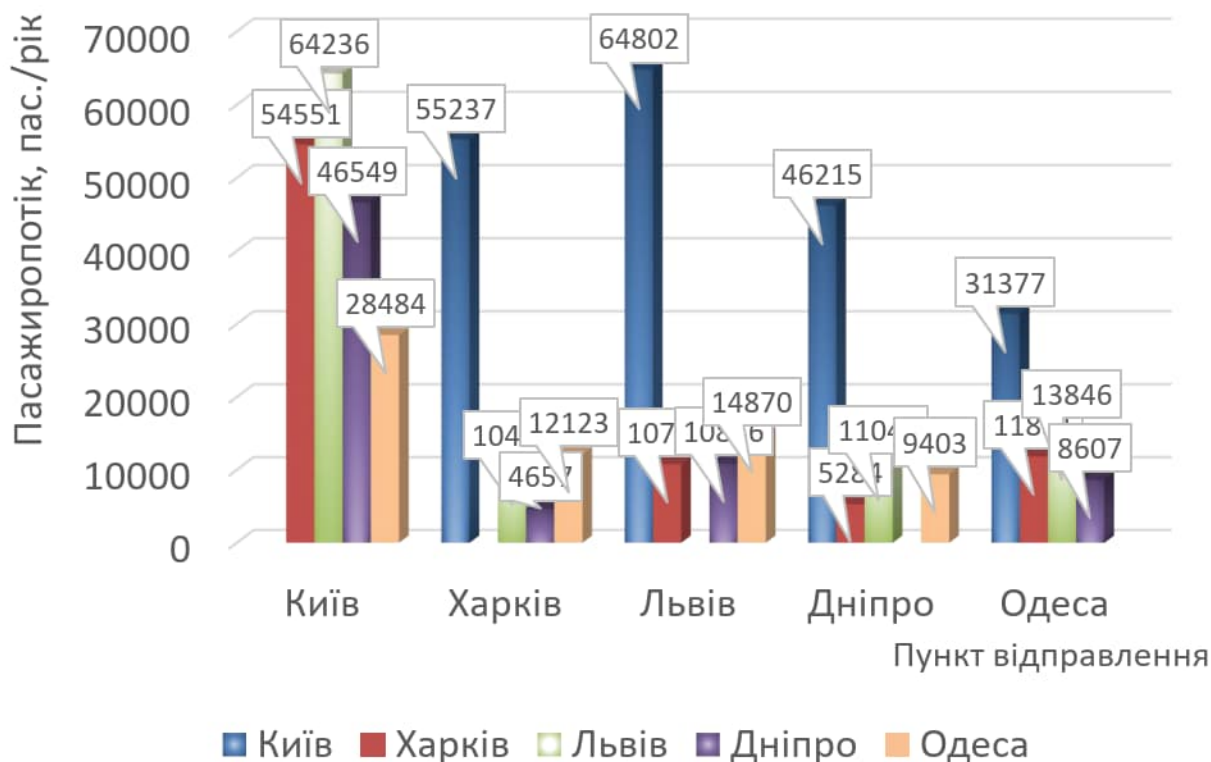


Рисунок 3.2 - Пасажиропотік ТПВ основних залізничних вузлів (дані АТ Укрзалізниця за довоєнний період)

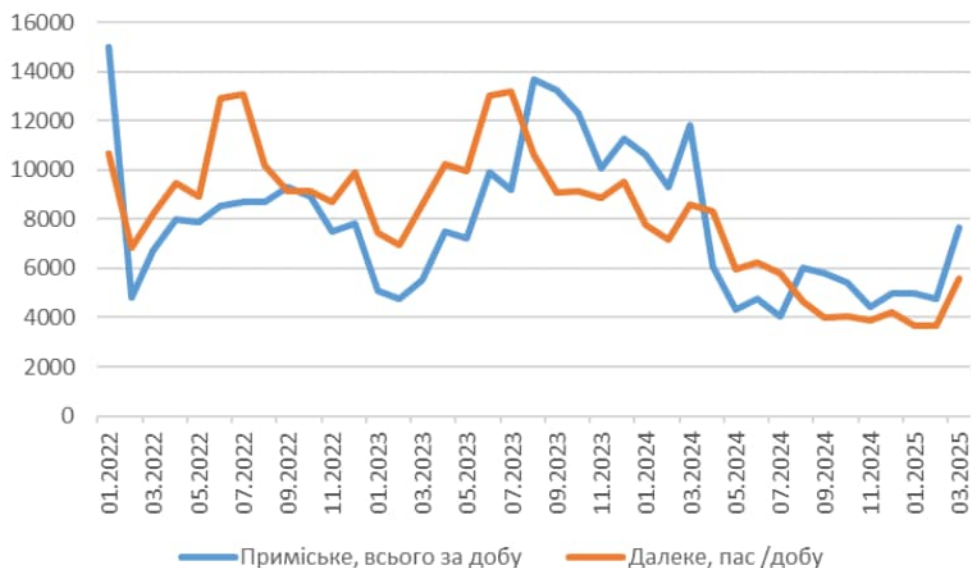


Рисунок 3.3 – Динаміка пасажиропотоку ТПВ станції Х (без евакуаційних поїздів)

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 українських умов - він розвиває швидкість до 160 км / год. Всі вузли і механізми поїзда адаптовані до кліматичних, ландшафтних, технологічних умов, інфраструктури і технічним вимогам АТ «Укрзалізниця». Ці фактори істотно вплинули на тривалість прямування та обігу в цілому для цих поїздів.

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 входні прислонно-зсувні двері, що забезпечують високу щільність, разом з тим вони обладнані функцією виключає заземлення пасажира. Всі операції, пов'язані з відкриттям і закриттям дверей супроводжуються голосовими повідомленнями.

Загальна кількість місць для сидіння в поїзді - 579. Місця першого класу - 168 сидінь, розміщені за схемою 2 + 2 один за одним в трьох вагонах по 56 місць кожен. Місця другого класу - 411 сидінь за схемою 3 + 2 - розміщені в шести вагонах. Є два місця для осіб з обмеженими фізичними можливостями. В поїзд включено вагон з буфетом і 51 місцем другого класу. Якщо прийняти коефіцієнт населеності $k_{\text{нас}}$ поїзду 0.86, кількість пасажирів у поїзді складе $N_{\text{нас}} = 500$ осіб.

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.

Дослідження [29] свідчать, що населеність поїздів є випадковою величиною, що має певні закономірності, характерні для всіх великих залізничних вузлів. Основна маса пасажирів (до 70...90%) заповнює поїзд протягом 15...20 хв до відправлення включаючи до себе очікування обслуговування в касі та тривалість придбання квитка.

Якщо пасажира задовольняє вартість проїздки, то якість обслуговування під час поїздки стає дуже важливою. Це можливо врахуванням можливої внутрішньодобової нерівномірності пасажиропотоку при формуванні узгодженого графіку. Наприклад, нерівномірність пасажиропотоку по ТПВ ст. Х, пасажирів на годину, наведено на рис. 3.4.

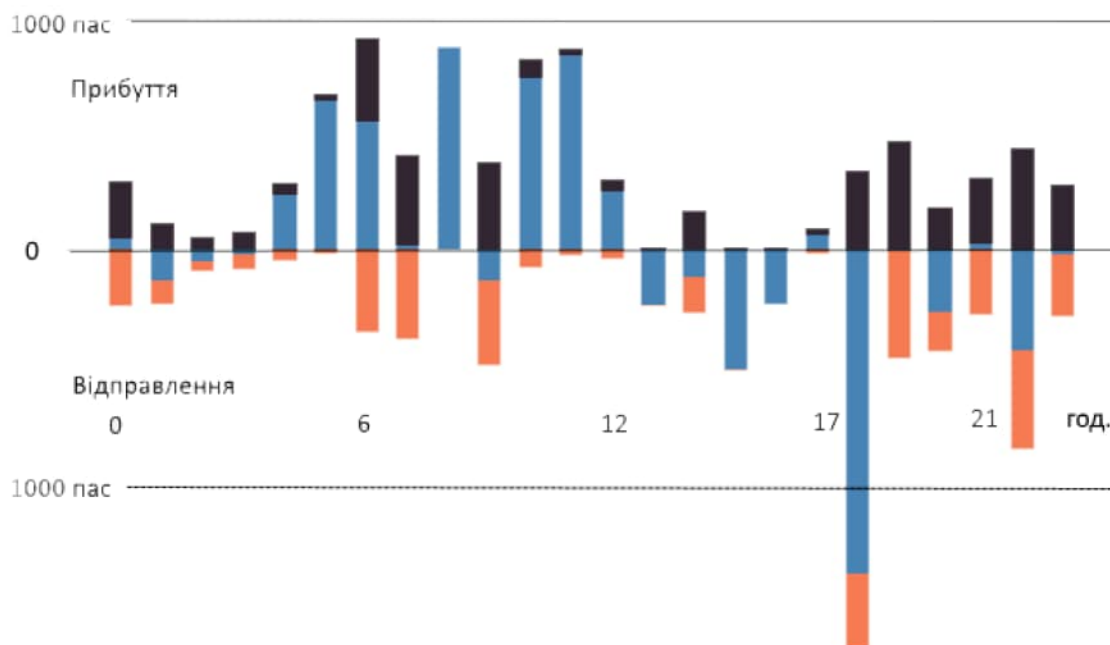


Рисунок 3.4 - Нерівномірність пасажиропотоку далекого сполучення по ТПВ ст. Х, пас./год (дані Укрзалізниці)

Аналіз нерівномірності пасажиропотоку по ТПВ ст. Харків-Пасажирський для пасажирів далекого сполучення свідчить про необхідність організації залізничних пасажирських перевезень таким чином, щоб у першу половину доби орієнтуватися на пасажирів, що прибувають, а в другу половину дня – на пасажирів, що відправляються.

Висновок з розділу.

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

рентабельності додаткових видів послуг та доходу комерційної зони ТПВ. Оскільки найбільший потік пасажирів спостерігається в ранкові та вечірні години пік, то розрахунок компоновки та обґрунтування вимог до 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.

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.

Проведено аналіз і сформовано рекомендації щодо підвищення ефективності експлуатації ТПВ з урахуванням технічної, технологічної, економічної, організаційної складових та 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, стаття 40).

Аналіз нерівномірності пасажиропотоку по ТПВ ст. Х для пасажирів далекого сполучення свідчить про можливість організації пасажирських перевезень таким чином, щоб у першу половину доби орієнтуватися на пасажирів, що прибувають, а в другу половину дня – на пасажирів, що відправляються.

Таким чином, саме сервісних послуг підвищує привабливість основного виду обслуговування – перевезення пасажирів. Сервісні послуги повинні підтримувати, підкріплювати беззбиткову працю, створюючи більш сприятливі умови переміщення пасажирів, забезпечуючи перевізникові додаткові прибутки.

4 Розрахунок плану формування пасажирських поїздів за умови безпересадкового сполучення

4.1 Аналіз основних напрямків залізничних 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 пасажиропотік, який сформувався під час воєнного стану..

Таким чином, формування сучасних ТПВ має сенс починати з найбільш завантажених транспортних вузлів та напрямів. 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 пасажирів 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 - пасажирів в цілому 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.

4.2 Основні принципи розрахунку плану формування пасажирських поїздів

На світовому ринку намітилася тенденція до скорочення довжини маршрутів прямування пасажирських поїздів і створення транспортно-пересадочних комплексів (вузлів). Це з одного боку підвищує ефективність роботи пасажирського залізничного транспорту за рахунок доходних

надходжень від надання додаткових послуг транзитним пасажиром. Однак з іншого боку це призводить до необґрунтованого збільшення пересадочних повідомлень, що знижує якість обслуговування пасажирів, збільшує час прямування, створює незручність поїздки, а в кінцевому підсумку призводить до переходу частини пасажирів на альтернативні види транспорту.

Найважливішим завданням організації швидкісних перевезень пасажирів є встановлення відповідності між величиною і структурою перспективного пасажиропотоку - попиту пасажирів на перевезення (включаючи і вимоги на забезпечення відповідного комфорту під час перевезення пасажирів, високу швидкість перевезення) і числом і призначеннями швидкісних пасажирських поїздів, схемами розсадки і маршрутами їх слідування. Це завдання вирішує план формування швидкісних пасажирських поїздів.

Одним з найважливіших вимог для якісної організації швидкісних пасажирських перевезень є вимога безпересадкового сполучення пасажирів для найбільш великих кореспонденцій пасажиропотоків.

У роботах, що присвячено розрахунку плану формування пасажирських поїздів, в якості інформації про перспективні пасажиропотоки використовувалися агреговані дані у вигляді густин пасажиропотоку на ділянках розрахункової мережі. Для встановлення прозорості картини перевізного процесу необхідно в якості вихідної інформації використовувати кореспонденції пасажиропотоків.

Більш того, використання кореспонденцій пасажиропотоків переважно в порівнянні з густотою з точки зору створення можливості декомпозиції мережевий завдання розрахунку плану формування швидкісних пасажирських поїздів на ряд завдань на ізольованих полігонах, що істотно знижує розмірність завдання.

У зв'язку зі створенням самостійної вертикалі для перевезень у далекому сполученні та швидкісної пасажирської компанії (УЗШК), особливо гостро постало питання її самоокупності і, в подальшому, рентабельності при одночасному поліпшенні обслуговування пасажирів і задоволенні попиту на

пасажирські швидкісні перевезення. В таких умовах, доводиться шукати шляхи скорочення експлуатаційних витрат. Одним з таких шляхів є удосконалення плану формування пасажирських поїздів.

Критеріями оптимізації плану формування є експлуатаційні витрати або прибуток швидкісної пасажирської компанії при повному задоволенні попиту на перевезення з максимальними зручностями для пасажирів (з найменшою кількістю пересадок на шляху прямування). Однак, існуюча система обліку відправлення пасажирів не дає можливості виявити реальний попит на перевезення, тому що фіксує відправлення пасажирів за існуючим планом формування. Пасажир, у якого немає можливості доїхати до потрібної йому станції без пересадки, змушений брати квиток на поїзд наступний до станції пересадки, а вже там знову брати квиток до потрібної йому станції. Таким чином, він буде врахований двічі і при цьому створюється враження задоволеності попиту на перевезення двох пасажирів за чинним планом формування. У зв'язку з цим, потрібно змінити систему видачі проїзних документів пасажирам і, відповідно, обліку його поїздки. Тобто виникає питання єдиного квитка на мультимодальну поїздку за участю швидкісного залізничного транспорту. Єдиний квиток призводить до того, що пасажиру необхідно, по-суті, видавати два проїзних документа: один - що враховує оплату проїзду від станції відправлення до станції призначення (інфраструктурна складова тарифу) і це реальний попит, а другий - оплату проїзду в конкретному поїзді (вокзальна, локомотивна та вагонна складові тарифу), яка показує задоволення попиту чинним планом формування. При такій організації ми отримаємо реальний попит на перевезення між станціями мережі, тобто реальні пасажиропотоки.

Забезпечення прозорості формування тарифів в швидкісних пасажирських перевезеннях залізничного транспорту в даний час стоїть досить гостро, так як ця проблема має велике соціальне значення.

При розробці плану формування швидкісних пасажирських поїздів, слід чітко уявляти, які витрати несе швидкісна компанія від призначення в обіг поїзду та від обслуговування одного пасажирів. До таких витрат належать:

- за призначеними швидкісними поїздами - оплата користування інфраструктурою і рухомим складом (або локомотивних парком при локомотивної тязі);
- по вагонах – за утримання (ТО і ремонт) вагонів моторвагонного рухомого складу та за обслуговування пасажирів на шляху прямування;
- по пасажирів – за користування вокзалом (ТПВ), сервіс-центром і за оформлення проїзних документів.

4.3 Математична модель розрахунку плану формування пасажирських поїздів при організації безпересадкового сполучення пасажиропотоків

Безпересадкове сполучення в швидкісних пасажирських перевезеннях грає ключову роль при розробці плану формування пасажирських поїздів. Його важливість визначається двома головними аспектами [31, 37]:

- задоволення попиту пасажирів.
- безпека пасажирів.

Керуючись цими двома аспектами, можна зробити висновок, що необхідно вирішити задачу, де одним з найважливіших є умова забезпечення безпересадкового сполучення. Цю умову неможливо врахувати при розрахунку плану формування за допомогою традиційних методів, що базуються на перспективних густотах пасажиропотоку. Тому розрахунок слід проводити на основі інформації про перспективні кореспонденції пасажиропотоків. Це дає можливість врахувати необхідність забезпечення заданого рівня безпересадочних сполучень для основного потоку пасажирів.

Тоді, умова забезпечення безпересадкового сполучення пасажирів має встановлювати рівність між величиною кореспонденції пасажиропотоку і

загальною кількістю пасажирів даної кореспонденції, що прямують в швидкісних поїздах різних призначень без пересадки на шляху прямування

$$P_i = \sum_{j=1}^I \delta_{ijk} y_{ij} ; \forall i \quad (4.1)$$

де P_i - величина i -ої кореспонденції пасажиропотоку (чол.);

y_{ij} - Кількість пасажирів i -ої кореспонденції пасажиропотоку, що прямують у поїзді j -го призначення (чол.); $y_{ij} \geq 0$;

J - Загальна кількість поїзних призначень;

$\delta_{ij} = \{ 1, \text{ якщо маршрут } i - \text{ ой кореспонденції пасажиропотоку входить в маршрут } j - \text{ го призначення; } 0, \text{ в іншому випадку;}$

При цьому, умова забезпечення безпересадкового сполучення пасажирів не є достатньою для розрахунку розмірів руху пасажирських поїздів. Необхідно ввести умову освоєння кореспонденцій пасажиропотоків, де кількість наданих місць в швидкісних поїздах певного призначення буде більше або дорівнює загальній кількості пасажирів, які можуть слідувати в поїздах даного призначення без пересадки. Крім цього, дана умова необхідно виконувати окремо для кожної ділянки, яка входить в маршрут прямування поїзного призначення. Тоді, умова освоєння кореспонденцій пасажиропотоку буде мати вигляд

$$\delta_{ik} a_j x_j \geq \sum_{i=1}^I \delta_{ijk} y_{ij} ; \quad \forall j ; \forall k ; \quad (4.2)$$

де x_j - кількість поїздів j - го призначення, $x_j \geq 0$;

a_j - місткість поїзда j - го призначення;

I - Загальне число струменів пасажиропотоку;

$\delta_{ik} = \{ 1, \text{ якщо маршрут потягу } j - \text{ го призначення слідує по } k - \text{ й ділянці; } 0, \text{ в іншому випадку;}$

$\delta_{ijk} = \{ 1, \text{ якщо маршрут } i - \text{ ой кореспонденції пасажиропотоку входить в маршрут } j - \text{ го призначення і ці маршрути містять } k - \text{ ту ділянку; } 0, \text{ в іншому випадку;} \}$

Критерієм оптимальності для даного завдання буде мінімум сумарних експлуатаційних витрат перевізника від організації пасажирського сполучення на мережі залізниць:

$$F = \sum_{j=1}^J E_j x_j \rightarrow \min \quad (4.3)$$

де E_j - експлуатаційні витрати, які припадають на швидкісний поїзд j -го призначення, що включають в себе витрати на поїзний і вагонну складові.

Формули (4.1) - (4.3) являють собою загальну задачу лінійного програмування і може бути вирішена за допомогою відповідного математичного апарату.

4.4 Розрахунок плану формування пасажирських поїздів на заданому полігоні при забезпеченні безпересадкового сполучення пасажиропотоків

Для розрахунку використано наступні вихідні дані: розрахунковий полігон, прогнозні розрахункові кількісні значення струменів пасажиропотоків (Π_i), місткості поїздів з урахуванням коефіцієнту населеності (a_j), маршрути прямування поїзних призначень (x_j) і вартісні оцінки поїздів (E_j) представлені на рис. 4.1.

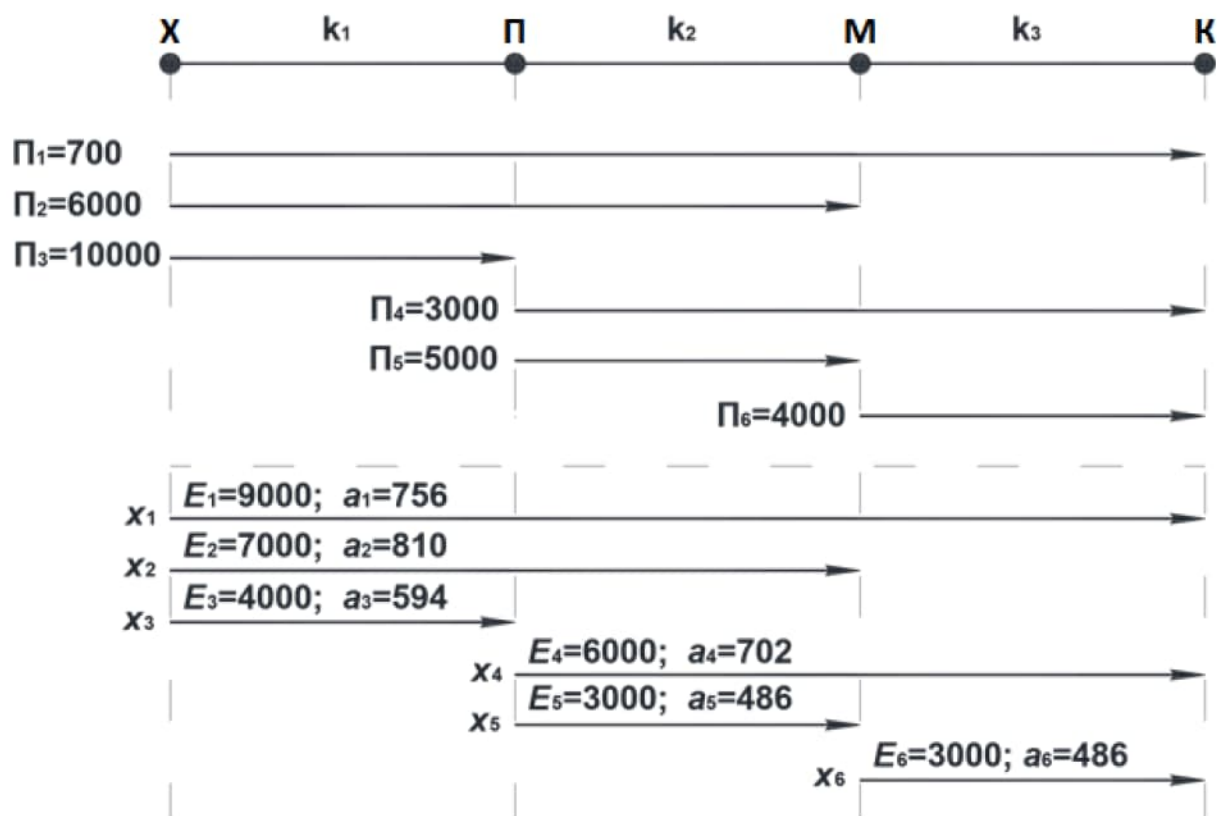


Рисунок 4.1 – Схема пасажиропотоків розрахункового полігону

Необхідно знайти оптимальне число і призначення пасажирських поїздів (x_j) при найменших експлуатаційних витратах, за умови виконання вимог щодо забезпечення безпересадкового сполучення.

Умова забезпечення безпересадкового сполучення пасажирів (4.1):

$$700 = y_{11}; 6000 = y_{21} + y_{22}; 10000 = y_{31} + y_{32} + y_{33};$$

$$3000 = y_{41} + y_{44}; 5000 = y_{51} + y_{52} + y_{54} + y_{55}; 4000 = y_{61} + y_{64} + y_{66};$$

Умова освоєння струменів пасажиропотоків (4.2) буде наступною:

$$\begin{aligned} &\text{при } j = 1, k = 1: 756 x_1 \geq y_{11} + y_{21} + y_{31}; \text{ при } j = 1, k = 2: 756 x_1 \geq y_{11} + y_{21} + y_{41} + y_{51}; \\ &\text{при } j = 1, k = 2: 756 x_1 \geq y_{11} + y_{41} + y_{61}; \text{ при } j = 2, k = 1: 810 x_2 \geq y_{22} + y_{32}; \\ &\text{при } j = 2, k = 2: 810 x_2 \geq y_{22} + y_{52}; \text{ при } j = 3, k = 1: 594 x_3 \geq y_{33}; \\ &\text{при } j = 4, k = 2: 702 x_4 \geq y_{44} + y_{54}; \text{ при } j = 4, k = 3: 702 x_4 \geq y_{44} + y_{64}; \\ &\text{при } j = 5, k = 2: 486 x_5 \geq y_{55}; \text{ при } j = 6, k = 3: 486 x_6 \geq y_{66}; \end{aligned}$$

цільова функція (4.3) має вигляд:

$$F = 9000x_1 + 7000x_2 + 4000x_3 + 6000x_4 + 3000x_5 + 3000x_6 \rightarrow \min;$$

Вирішимо задачу за допомогою пакета «пошук рішення» MS Excel.

Результати рішення задачі наведені в табл. 4.1.

Таблиця 3.1 - Матриця розподілу пасажиропотоків по поїзним призначень

Номер призначення		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Кількість поїздів		10,18	8,64	3,37	0	0	0
номер струм еня	Потужність струменя, пас.	Розподіл пасажиропотоків по поїздам					
П1	700	700	-	-	-	-	-
П2	6000	4000	2000	-	-	-	-
П3	10000	3000	5000	2000	-	-	-
П4	3000	3000	-	-	0	-	-
П5	5000	0	5000	-	0	0	-
П6	4000	4000	-	-	0	-	0

Перевізні витрати при цьому складуть $F = 165\,630$ грн./добу

Як видно з результатів, значення кількості пасажирських поїздів вийшли дробовими, тому їх необхідно округлити в більшу сторону. Після чого здійснено аналіз отриманих результатів.

Основним якісним показником роботи швидкісного пасажирського поїзда є коефіцієнт використання місткості (n_j), який розраховується за формулою

$$n_j = \sum_{k=1}^K \frac{N_{jk}}{K_j a_j} \quad (4.4)$$

При цьому

$$N_{jk} = \sum_{i=1}^p \frac{\delta_{ijk} y_{ij}}{x_j} \quad (4.5)$$

де N_{jk} - населеність j -го поїзда на k -й ділянці;

K_j - Загальна кількість ділянок, яка входить в маршрут прямування j -го призначення.

На рис 4.2. наведені діаграми зміни населеності швидкісних поїздів по ділянках.

Отже, після округлення кількість поїздів по призначеннях буде наступним: $x_1 = 11$; $x_2 = 9$; $x_3 = 4$. Коефіцієнти використання місткості дорівнюватимуть: $n_1 = 0,92$; $n_2 = 0,96$; $n_3 = 0,84$. При цьому значення цільової функції також зміниться і складе: $F = 178\,000$ грн./добу.

При округленні результатів значення цільової функції збільшилося, тому такий підхід може не дати оптимального рішення і це завдання необхідно вирішити як цілочисельну.

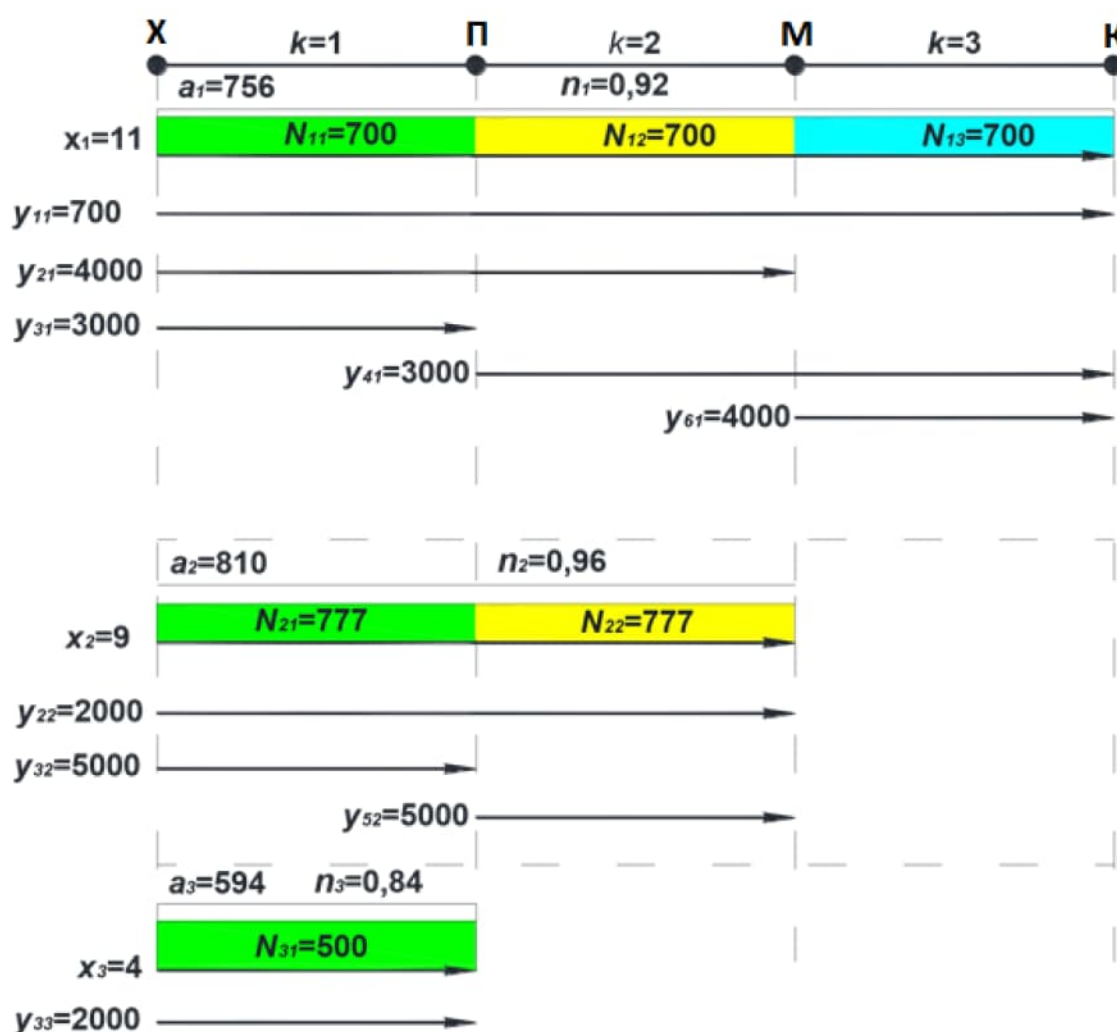


Рисунок 4.2 - Діаграма зміни населеності пасажирських поїздів по ділянках

Для уточнення плану формування вирішимо задачу для дослідного полігону, але при цьому введемо додаткову умову: $x_j \in Z$ (Z - множина цілих

чисел), тобто вирішимо завдання, як цілочисельну. Результати розрахунку наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 - Матриця розподілу пасажиропотоків по поїзним призначень

Номер призначення		x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
Кількість поїздів		11	9	2	0	0	0
номер струм еня	Потужність струменя, чол.	Розподіл перспективних пасажиропотоків по поїздам					
П1	700	700	-	-	-	-	-
П2	6000	4616	1384	-	-	-	-
П3	10000	3000	5906	1904	-	-	-
П4	3000	3000	-	-	0	-	-
П5	5000	0	5000	-	0	0	-
П6	4000	4000	-	-	0	-	0

Перевізні витрати при цьому складуть $F = 170\,000$ грн./добу.

Як видно з результатів пасажиропотоки перерозподілились, а витрати на перевезення знизилися. На рис. 4.3. наведені діаграми зміни населеності поїздів по ділянках.

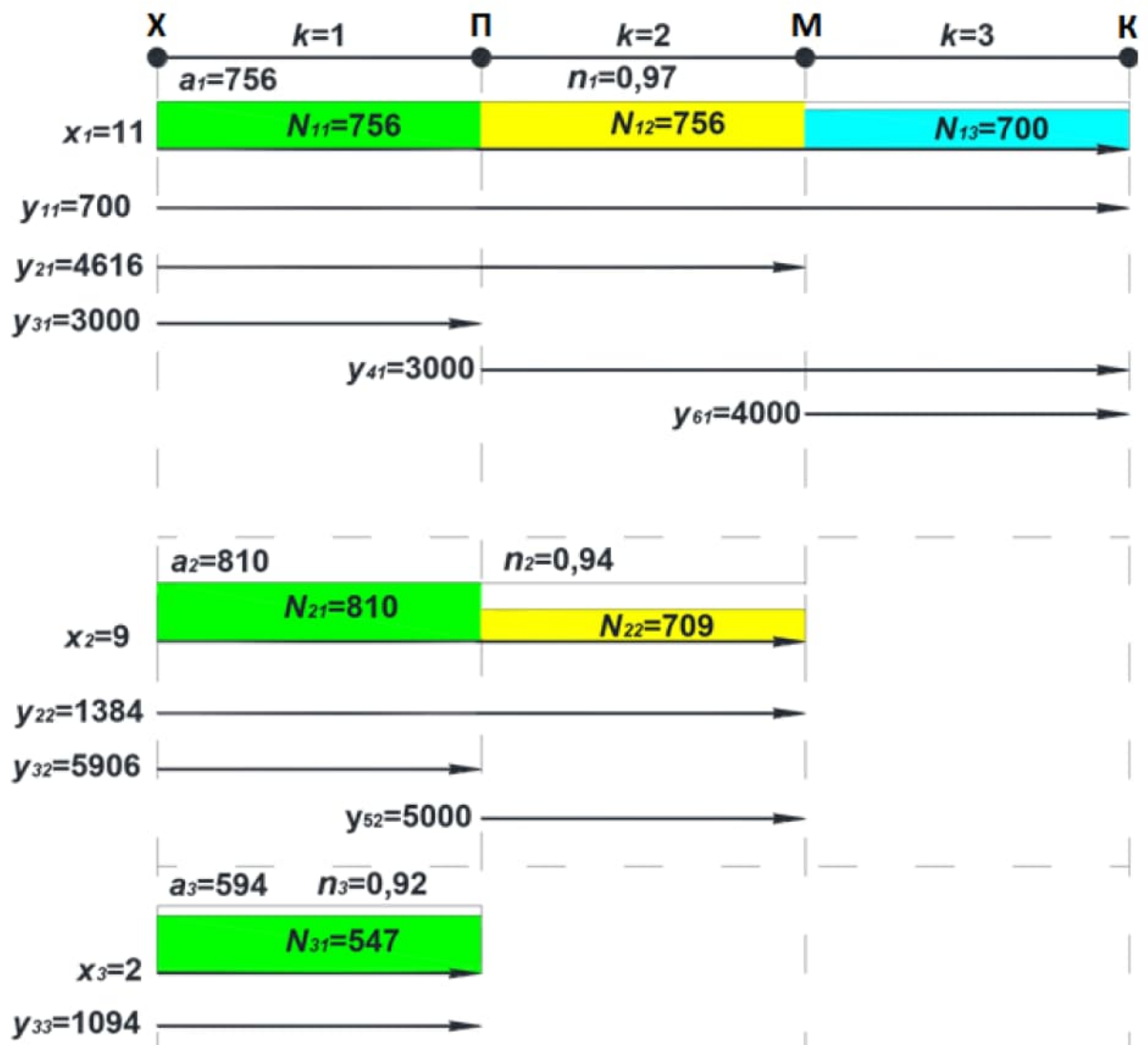


Рисунок 4.3 - Діаграми зміни населеності пасажирських поїздів по ділянках (цілочисельна задача)

Порівняльний аналіз отриманих варіантів плану формування пасажирських поїздів на заданому полігоні при забезпеченні безпересадкового сполучення пасажиропотоків результатів наведено в табл. 4.3.

З отриманих результатів видно, що рішення даного завдання за допомогою цілочисельного розрахунку дозволяє більш точно розподілити пасажиропотоки та зменшити витрати. У подальшому прийнято 2-й варіант плану формування пасажирських поїздів на заданому полігоні, який дає скорочення розмірів руху на 2 потяги, зменшення витрат на 8000 грн./добу та

збільшення середнього значення коефіцієнту використання місткості швидкісного електропоїзду на 3,3%.

Таблиця 4.3 – Порівняльний аналіз результатів розрахунку варіантів плану формування швидкісних пасажирських поїздів

Призначення поїздів	Кількість поїздів		Коефіцієнт використання місткості (η_j)	
	варіант I	варіант II	варіант I	варіант II
x_1	11	11	0,92	0,97
x_2	9	9	0,96	0,94
x_3	4	2	0,84	0,92
x_4	0	0	-	-
x_5	0	0	-	-
x_6	0	0	-	-
Всього	24	22	0,91	0,94
	$F_1 = 178\ 000$ грн./доб		$F_2 = 170\ 000$ грн./доб	

Висновки з розділу

Модель розрахунку плану формування при забезпеченні безпересадкового сполучення пасажиропотоків використовує в якості вихідних даних перспективні кореспонденції пасажиропотоків, що дає можливість враховувати початковий і кінцевий пункт призначення пасажирів. Таким чином, з'являється можливість врахувати одну з головних умов розробки плану формування пасажирських поїздів - безпересадкове сполучення пасажирів. Крім цього за результатами рішення задачі можна отримати дані про розподіл пасажиропотоку по потягах, що дозволяє вже на стадії планування визначити пункти і обсяги посадки-висадки пасажирів для кожного поїзда окремо.

Так як модель розрахунку плану формування при забезпеченні безпересадкового сполучення пасажиропотоків не враховує переваги пасажирів за типами місць, її рекомендується застосовувати на полігонах, де

експлуатується тільки один тип вагонів, наприклад високошвидкісний рухомий склад, який в більшості випадків має один тип вагонів і склади постійного формування.

Розрахунок плану формування по запропонованій моделі при забезпеченні безпересадкового сполучення пасажиропотоків показує, що кількість пересадок пасажирів і їх розташування можна змоделювати. Це досить важливий фактор при плануванні перевезень на великих полігонах, де розташовуються великі міста, транспортні вузли, транзит пасажирів в яких серйозно ускладнює роботу залізничного транспорту. Рішення даного завдання дозволить перерозподілити потоки, розвантажити транзитні пункти. У подальшому прийнято 2-й варіант плану формування пасажирських поїздів на заданому полігоні, який дає скорочення розмірів руху на 2 потяги, зменшення витрат на 8000 грн./добу або 2,9 млн. грн/рік, та збільшення середнього значення коефіцієнту використання місткості поїзду на 3,3%. Крім цього, організація пасажиропотоків з пересадками на тих станціях, де розташовуються ТПВ, інфраструктура яких з комфортом дозволяє поміняти вид транспорту або здійснити пересадку на інший потяг, дозволить поліпшити якість перевезень за рахунок використання мультимодальних технологій.

5 Розробка заходів з удосконалення обслуговування пасажирів при залізничних пасажирських перевезеннях

5.1 Удосконалення і розширення сфери послуг в умовах експлуатації швидкісних залізничних магістралей

Організація мультимодальної пасажирської перевезки вимагає знаходження додаткових резервів в їх організації. З впливом часу у пасажирів з'явився більший спектр нових, сучасних, необхідних потреб: комп'ютерні послуги; ксерокопіювання, зв'язок через комп'ютер; юридичні і нотаріальні послуги; оренда автомобілів, телефонів, послуги мобільного зв'язку, туристично-екскурсійні послуги; доставка пасажирів і багажу до вокзалу і з вокзалу; приймання замовлень на проїзні документи по електронній пошті і телефону; бронювання і оформлення місць в готелі, бронювання місць на поїзди, які відправляються з різних станцій мережі залізниць і багато інших послуг.

Основною метою діяльності Сервіс-центру (СЦ) є забезпечення потреб платоспроможної частини населення в наданні основних, супроводжуючих і додаткових видів товарів і послуг, розширення діапазону послуг і покращення якості транспортного обслуговування, оперативна взаємодія з СЦ інших станцій з ціллю більш повного задоволення потреб клієнтів в транспортному обслуговуванні.

В Україні функціонує 35 Сервіс-центрів на ТПВ. Вони підпорядковані тим вокзалам, на яких вони функціонують і не співпрацюють між собою. Але досвід інших країн показав, що набагато ефективніше починають функціонувати Сервіс-центри, якщо вони об'єднуються в єдину мережу. За допомогою співпраці Сервіс-центрів різних міст можливо надавати туристичні продукти по формулі “поїзд плюс...”. Наприклад, формування туристичного продукту “поїзд плюс готель” дає можливість клієнту придбати і проїзні документи, і зробити бронювання місць в готелі, при чому не тільки на

початкових і кінцевих пунктах призначення туристичного маршруту, але на шляху слідування поїзда. Можливо створити також туристичні продукти “поїзд плюс екскурсія”, “поїзд плюс футбольний матч”, “поїзд плюс виставка” та інші.

Економічно важливим показником роботи ВШМ є ціна квитка $C_t^{\text{ВШМ}}$ для проїзду по цій лінії. Надмірно висока ціна на проїзд на ВШМ негативно відбивається на обсяги пасажирських перевезень і може стати причиною незадовільно низького завантаження поїздів. Для визначення ціни квитка в швидкісному поїзді необхідно враховувати відношення витрат до доходів на ВШМ у вигляді операційного коефіцієнту, а також наступні фактори:

- рівень доходу населення;
- перспективи зростання національного доходу на душу населення;
- ціни на квитки в інших видах транспорту;
- привабливість і комфортабельність поїздки;
- рівень обслуговування пасажирів.

5.2 Автоматизація системи узгодження графіку руху пасажирських та приміських поїздів на швидкісних залізничних магістралях

Подальше удосконалення технології роботи з узгодження графіку руху пасажирських та приміських поїздів на швидкісних залізничних магістралях передбачає автоматизацію цієї роботи. Оскільки кожний вид мультимодальних пасажирських перевезень має свою специфіку і вимоги, в програмі автоматизації слід передбачити можливість створення індивідуальних налаштувань. Зокрема запропонована програма автоматизації на основі диспетчеризації обробки замовлень та аналізу графіку руху пасажирських і приміських поїздів.

Програмне забезпечення системи узгодження графіку руху пасажирських та приміських поїздів на залізничних магістралях та аналізу графіку руху поїздів (АРМ АГВР) складається із серверу застосувань (СЗ ДГП), що забезпечує розрахунок статистичних даних та взаємодію користувача через АРМ АГВР з базою даних та довідок (звітних документів) на Єдиному корпоративному

інформаційному порталі Укрзалізниці (ЄКІП УЗ). Пропонується, що технологічно з АРМ АГВР буде взаємодіяти логіст з пасажирських перевезень. Схему інформаційних потоків системи АГВР та процедуру інформаційної підтримки узгодження графіку руху швидкісних пасажирських та приміських поїздів наведено на рис. 5.1.

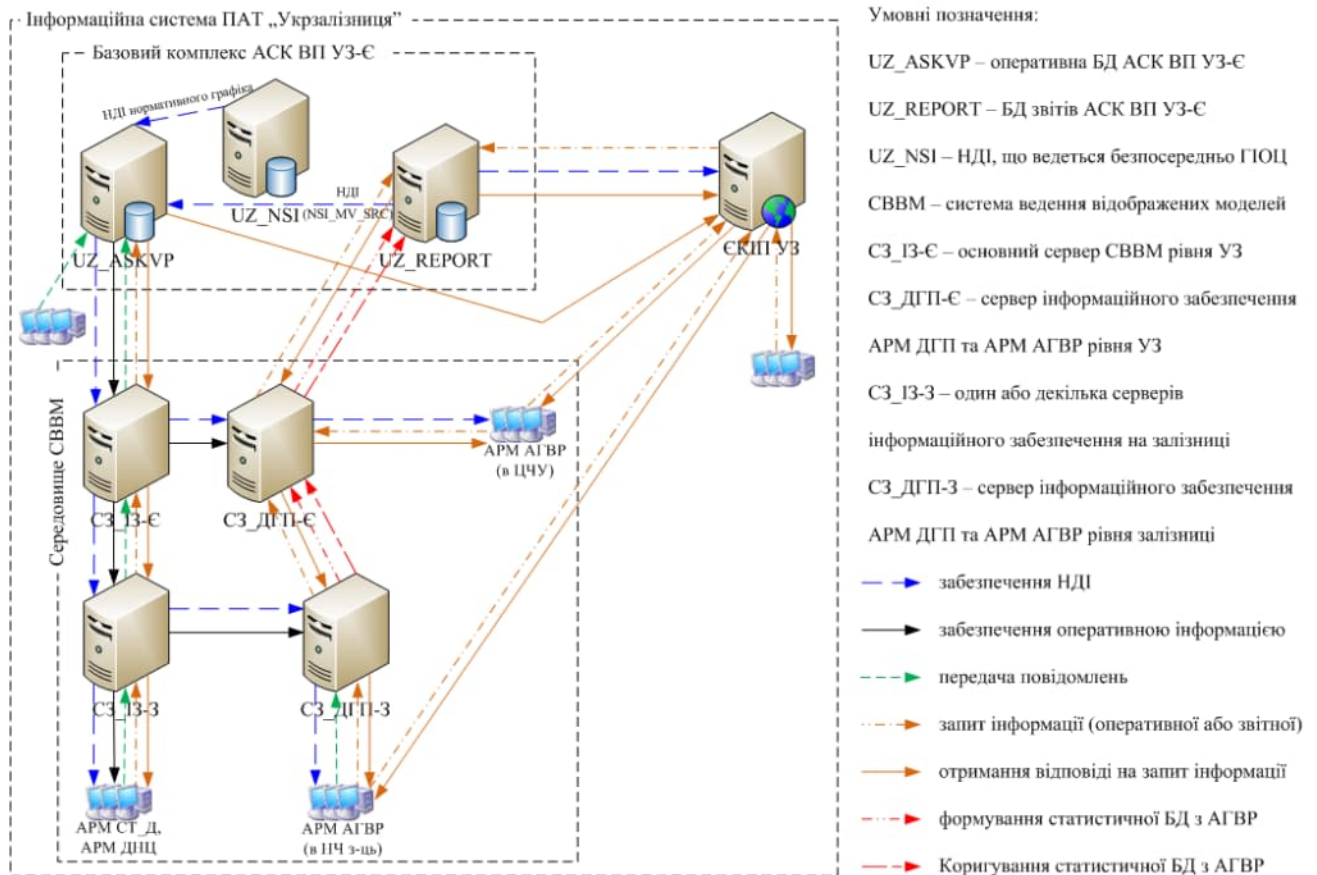


Рисунок 5.1 - Схема інформаційних потоків системи інформаційної підтримки узгодження графіку руху пасажирських та приміських поїздів

Система аналізу побудована таким чином, що дозволяє:

- працювати з операторами, що мають у своєму розпорядженні нитки руху поїздів;
- обробляти одно- та багатогрупні пасажирські поїзди;
- аналізувати поїзди, які мають повторне надходження на полігон (дирекції, залізниці, Укрзалізниці);

– автоматично встановлювати причини запізнень поїздів по залізниці та Укрзалізниці на підставі внесеної інформації про запізнення по напрямкам залізничних перевезень;

– формувати нові довідки (звіти) про виконану роботу на підставі статистичних даних;

– відслідковувати поопераційно наповнення статистичної бази даних мультимодальних пасажирських перевезень.

Зовнішній вид інтерфейсу системи підтримки узгодження графіку руху швидкісних пасажирських та приміських поїздів наведена на рис. 5.2.

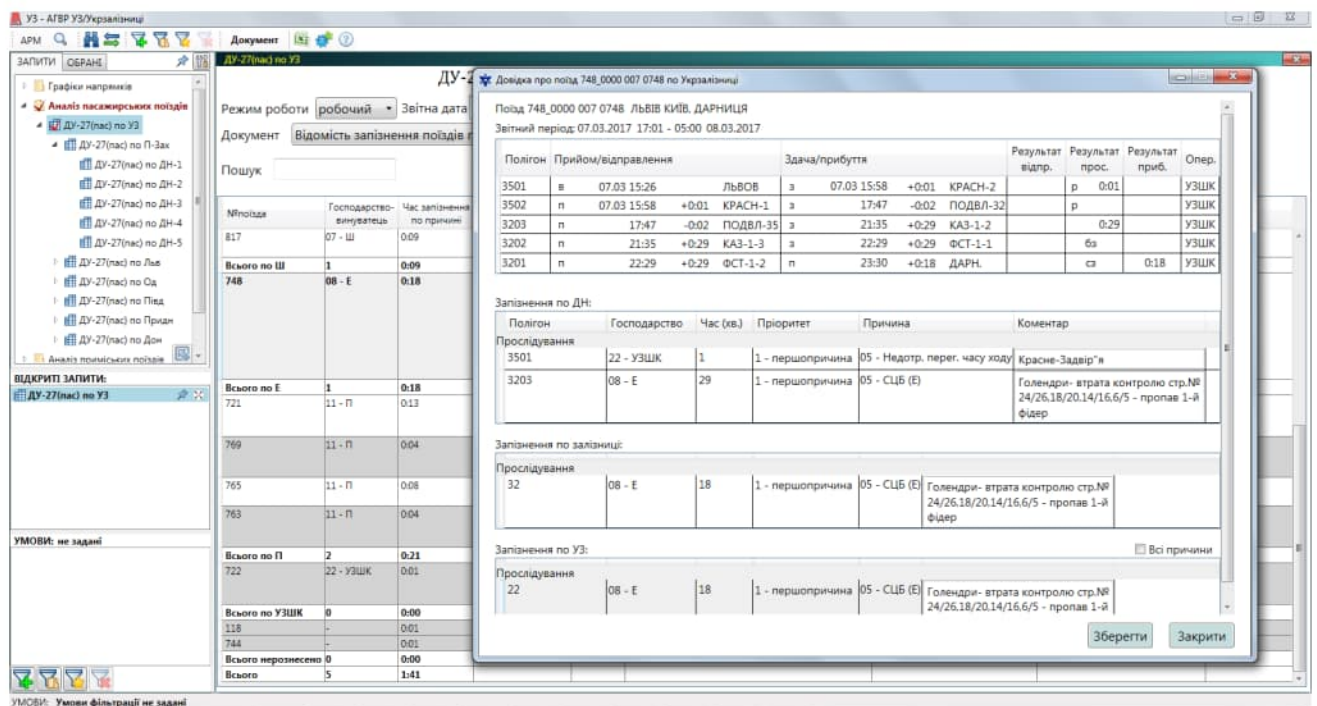


Рисунок 5.2 - Зовнішній вид інтерфейсу системи підтримки узгодження графіку руху пасажирських та приміських поїздів

В системі підтримки узгодження графіку руху швидкісних пасажирських та приміських поїздів АРМ АГВР формуються наступні основні довідки (звітні документи):

- книга аналізу графіку виконаного руху пасажирських поїздів ф. ДУ-27;
- книга аналізу графіку виконаного руху приміських поїздів ф. ДУ-27;
- звіт про виконання графіку руху пасажирських (приміських) поїздів ф. ДО-12;
- виконання графіка по стикових пунктах (додаток 1 до ф. ДО-12);

- виконання графіка руху та затримки поїздів;
- довідка про запізнення поїздів, що не були рознесені за господарствами;
- довідка про виконання графіка руху міжнародних пасажирських поїздів.

Окрім того, користувачу надається можливість отримати уточнюючу інформацію за посиланням через наступні додаткові довідки:

- історія змін показників по пасажирському (приміському) поїзду;
- перелік операцій з пасажирським (приміським) поїздом;
- уточнюючі дані (перелік поїздів за обраною умовою);
- деталізація даних по стикових пунктах;
- деталізація даних по станціях відправлення/ призначення;
- перелік поїздів по станціях відправлення/ призначення;
- дані про проходження поїзда.

За даними ПАТ «Укрзалізниця» рівень виконання графіку руху пасажирських поїздів залежить від величини часу, яка вважається запізненням. На теперішній час у ПАТ «Укрзалізниця» ця величина складає 5 хв. Відповідно рівень виконання графіку руху пасажирських поїздів у 2024 році склав 98,9 % на відправлення, 93,3 % на прослідування і 92,9 % на прибуття. Наприклад, якщо величина часу запізнення була б 3 хв., то рівень виконання графіку був 97,5 % на відправлення, 89,0 % на прослідування і 88,1 % на прибуття.

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.

Враховуючи, що за кожне запізнення у пункт призначення пасажирів (на станцію висадки або пересадки) у майбутньому можливе настання відповідальності перевізника, важливо зафіксувати з якої причини відбулося таке запізнення і хто повинен нести матеріальну відповідальність за невиконання

графіку руху. Виконання такого аналізу буде простішим за умови фіксації відхилень стану об'єктів інфраструктури від нормального стану, а також інших несприятливих факторів в оперативному режимі роботи в інформаційній системі.

5.3 Оцінка економічного ефекту від впровадження автоматизованої системи організації залізничних пасажирських перевезень

Основний економічний ефект від впровадження систем автоматизації та АРМ полягає в покращенні технологічних, економічних та господарських показників роботи - за рахунок підвищення оперативності управління надходженням рухомого складу та зниженням витрат на здійснення процесу управління. В даному випадку економічний ефект виступає у вигляді економії ресурсів, що одержується від зменшення трудомісткості та підвищення якості розрахунків з отримання плану забезпечення вагонами, зниженням трудовитрат на пошук і підготовку документів з урахуванням економії на витратних матеріалах, а також за рахунок скорочення або перепрофілювання відповідних службовців у перевізника та на підприємствах, що їм обслуговуються.

Оптимальні параметри структури АРМ забезпечення вантажовідправників рухомим складом базуються на техніко-економічних розрахунках з точки зору того, що впровадження АРМ розглядається як інноваційний проект [14].

Широкого впровадження у сучасних інформаційних технологій в перевізний процес є інструментом, який може відкрити транспортні ринки Європи для рухомого складу залізниць України. Пасажир повинен бути доставленим до місця призначення у встановлений термін, у необхідній якості, а супутні послуги повинні надаватися у потрібний час у потрібному обсязі, у потрібному обсязі. Маршрут переміщення поїзду необхідно вибрати раціональним й економічним як з погляду залізниці, так і з погляду користувачів транспортних послуг. Але на даний час не зовсім чітко та раціонально виконуються вище перелічені умови.

Основним узагальнюючим показником ефективності інноваційних проектів є показник економічного ефекту, що являє собою перевищення вартісної оцінки

результатів заходу над вартісною оцінкою сукупних витрат. В даному випадку, оскільки сортувальна станція С не отримує доходів від основної діяльності, то економічний ефект буде визначатись як різниця між витратами та доходами, за формулою 5.1:

$$E = Z_{t_1} - Z_{t_2} \quad (5.1)$$

де E – економічний ефект заходу з НТП за розрахунковий період;

$Z_{t_1}; Z_{t_2}$ – вартісна оцінка затрат до та після впровадження заходу, щодо

здійснення заходу з НТП за розрахунковий період.

Початковим роком розрахункового періоду (t_{Π}) приймається рік початку фінансування робіт зі здійснення проекту, включаючи проведення наукових досліджень.

Кінцевим роком розрахункового періоду (t_K) в більшості випадків є момент завершення всього життєвого циклу інноваційного проекту, що включає розробку, освоєння, а також використання результатів здійснення проекту в народному господарстві.

Сумарний економічний ефект, за роками розрахункового періоду, визначається як перевищення сумарної вартісної оцінки результатів інноваційного проекту за розрахунковий період над вартістю оцінок сукупних витрат на здійснення інноваційного проекту за розрахунковий період, визначається за формулою 5.2:

$$E_T = \sum_{t=t_{\Pi}}^{t_K} E_t \cdot \alpha_t = \sum_{t=t_{\Pi}}^{t_K} Z_{t_1} \cdot \alpha_t - \sum_{t=t_{\Pi}}^{t_K} Z_{t_2} \cdot \alpha_t = \sum_{t=t_{\Pi}}^{t_K} (Z_{t_1} - Z_{t_2}) \cdot \alpha_t; \quad (5.2)$$

де E_t – економічний ефект у t -му році розрахункового періоду;

$Z_{t_1}; Z_{t_2}$ – вартісна оцінка витрат t -му році розрахункового періоду до та

після впровадження заходу;

α_t – коефіцієнт приведення результатів, витрат економічного ефекту різних років до розрахункового року;

t_{II} – початковий рік розрахункового періоду;

t_K – кінцевий рік розрахункового періоду.

При оцінці економічної ефективності інноваційного проекту враховується витрати на розробку і виробництво нової техніки, технології та витрати при її використанні для виготовлення продукції. Витрати на розробку і виробництво нової науково-технічної продукції (Z_T), а також витрати при її використанні розраховуються однаково підсумовуванням поточних та одноразових витрат з урахуванням зміни вартості грошей протягом розрахункового періоду за формулою 5.3:

$$Z_T = \sum_{t=t_{II}}^{t_K} Z_t \cdot \alpha_t = \sum_{t=t_{II}}^{t_K} (P_t + K_t - L_t) \cdot \alpha_t \quad (5.3)$$

де Z_t - затрати всіх ресурсів у t-тому році;

P_t - поточні витрати при використанні заходів у t-тому році без урахувань амортизаційних відрахувань;

K_t - одноразові затрати при використанні заходів (капітальні вкладення) у t-тому році;

L_t - залишкова вартість (ліквідаційне сальдо) основних фондів.

Визначення економічного ефекту проводиться за умови обов'язкового приведення різнотермінових вартісних оцінок результатів і затрат до єдиного моменту часу – розрахункового року t_K , за допомогою коефіцієнта приведення α_t .

Приведення різнотермінових результатів і затрат усіх років періоду реалізації заходу до розрахункового року, здійснюється множенням їх вартісної оцінки за кожний рік на коефіцієнт приведення (дисконтування) визначається за формулою 5.4:

$$\alpha_t = \frac{(1+E)^{t_k}}{(1+I+R)^{t_k}} = \left(\frac{1+E}{1+I+R} \right)^{t_k} \quad (5.4)$$

де E – середня річна ставка комерційних банків за депозитними внесками. При 12% річних $E=0,12$;

I – середньорічний темп інфляції, що прогнозується в період здійснення проекту (7%);

R - ставка, що враховує ступінь ризику здійснення проекту (1%);

t_k – кількість років, що відділяють розрахунковий рік від року, витрати якого приводяться до розрахункового року.

$$\begin{aligned} \alpha_{2029} &= \left(\frac{1+0,12}{1+0,07+0,01} \right)^0 = 1; & \alpha_{2028} &= \left(\frac{1+0,12}{1+0,07+0,01} \right)^1 = 1,037; \\ \alpha_{2027} &= \left(\frac{1+0,12}{1+0,07+0,01} \right)^3 = 1,075 \\ \alpha_{2026} &= \left(\frac{1+0,12}{1+0,07+0,01} \right)^2 = 1,115; & \alpha_{2025} &= \left(\frac{1+0,12}{1+0,07+0,01} \right)^4 = 1,157 \end{aligned}$$

5.4 Визначення одноразових та поточних витрат щодо впровадження АРМ АГВР для пасажирських перевезень в умовах станції Х

До основних витрат відносять, безпосередньо пов'язані з виробничим (технологічним) процесом станції. В виробництві станції вони складають найважливішу частину витрат, досягаючи 90% собівартості. Накладні витрати виникають у зв'язку з організацією, обслуговуванням виробництва і управлінням ним. Величина цих витрат залежить від структури управління підрозділами станції. Внаслідок запропонованого заходу майбутні витрати пасажирської станції Х будуть змінені. На підставі релевантних витрат буде проведено визначення економічний ефект.

Економічний ефект розраховується на кожен рік життєвого циклу проекту окремо, з приведення його до розрахункового року. Розрахунковим роком слід приймати останній рік життєвого циклу проекту. Розрахунковий рік впровадженого проекту п'ять років.

Визначення поточних і одноразових витрат у розрахунках економічного ефекту здійснюється виходячи з таких факторів:

- - для кожного етапу реалізації інноваційного проекту (розробка, виробництво і використання АРМ АГВР) варто враховувати тільки власні витрати. Так, на етапі використання не повинні враховуватися витрати на розробку та виробництво тощо;
- - підсумування витрат для кожного етапу реалізації проекту здійснюється від початкового до кінцевого року розрахункового періоду.

До одноразових витрат щодо впровадження АРМ АГВР треба віднести:

- витрати на придбання апаратного забезпечення (ПЕОМ);
- витрати на придбання лазерного принтера;
- витрати на операційну систему (ОС) та програмне забезпечення.

До складу поточних витрат I_t використання інноваційного проекту включаються витрати, обумовлені відповідно до прийнятого в галузях економіки порядку калькулювання собівартості продукції. В конкретному випадку до поточних витрат віднесено заробітну плату прийнятих на посаду логістів з пасажирських перевезень та витрати на матеріали.

Загальний річний фонд заробітної плати ($\Phi_{заг}^{річ}$) включає основний ($\Phi_{осн}$) і додатковий ($\Phi_{дод}$) фонд заробітної плати (5.5) [32]:

$$\Phi_{заг}^{річ} = \Phi_{осн} + \Phi_{дод} \quad (5.5)$$

Основний фонд заробітної плати визначається за формулою (5.6):

$$\Phi_{осн} = Ч_{обл.} \cdot ЧТС \cdot 169 \cdot 12 \quad (5.6)$$

де $Ч_{обл.}$ - облікова чисельність АРМ логістів з пасажирських перевезень, необхідних для роботи електронного документообігу на залізничну пасажирську станцію Х (4 чол.);

$ЧТС$ – часова тарифна ставка логіста з пасажирських перевезень (приймається 79,9 грн.);

169 – норма годин за місяць (прийнята на основі даних станції Х)

12 – місяців

$$\Phi_{осн} = 4 \cdot 79,9 \cdot 169 \cdot 12 = 648148,8 \text{ грн.}$$

Додатковий фонд заробітної плати включає доплати за роботу понад встановленої норми, клас кваліфікації та інші доплати і надбавки, а також премії. Приймаються такі надбавки: нічний час 20% ($D_{ніч.час.}$); вечірній час 10% ($D_{веч.час.}$); святкові дні 3% ($D_{святк.}$); вислуга років (від 1 року) 10% ($D_{висл.років.}$); премії 25% ($П$).

Відрахування на соціальне страхування складає, $k_{с/с} = 22\%$.

Відповідно цього додатковий фонд розраховуємо за формулою 5.7:

$$\Phi_{дод.} = (\Phi_{осн.} \cdot D_{ніч.час.}) + (\Phi_{осн.} \cdot D_{веч.час.}) + (\Phi_{осн.} \cdot D_{святк.}) + (\Phi_{осн.} \cdot D_{висл.років.}) + (\Phi_{осн.} \cdot П) + (\Phi_{осн.} \cdot k_{с/с}) \quad (5.7)$$

$$\Phi_{дод.} = (648148,8 \cdot 0,2) + (648148,8 \cdot 0,1) + (648148,8 \cdot 0,03) + (648148,8 \cdot 0,1) + (648148,8 \cdot 0,25) + (648148,8 \cdot 0,22)$$

$$\Phi_{дод.} = 583333,92 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{заг}^{річ} = 648148,8 + 583333,92 = 1231482,72 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріали, які відносяться до поточних, включають себе:

- а) річні витрати на придбання паперу;
- б) річні витрати на обслуговування принтера та заправку картриджу;
- в) річні витрати на електроенергію.

- по-третє, одноразові витрати, що включають в себе: комп'ютер; лазерний принтер; ліцензована ОС; прикладне програмне забезпечення.

Дійсний час роботи ПЕОМ складає 9248 маш. год.;

Потужність однієї ПЕОМ складає 0,35 кВт год.;

Вартість однієї кВт год. складає 7,35 грн.;

Річна кількість паперу складає 9060 шт.;

Вартість одного аркуша паперу складає 1,5 грн.

Експлуатаційні витрати принтера пов'язані з заправкою картриджа п'ять разів на рік, вартість однієї заправки 300,00 грн.

З метою обґрунтування рентабельності запропонованого заходу та визначення його економічного ефекту необхідно визначити одноразові та поточні витрати. У даній роботі одноразові та поточні витрати систематизовано за допомогою групування інформації про собівартість автоматизованого робочого місця логіста на пасажирську станцію Х, та зведено у таблицю калькуляції собівартості 5.1.

Таблиця 5.1 – Калькуляція собівартості впровадження АРМ АГВР на пасажирську станцію Х

Найменування обладнання	Вимірювач	Кількість одиниць	Початкова вартість обладнання, грн.	
			одиниці	загальна
одноразові витрати				
ПЕОМ	одиниць	1	18000,00	18000,00
Лазерний принтер	одиниць	1	4500,00	4500,00
Ліцензовані ОС	одиниць	1	1500,00	1500,00
Програмне забезпечення	одиниць	1	9500,00	9500,00
Разом одноразових витрат	-	-	33500,00	33500,00
поточні витрати за рік				
Витрати на папір	листів	9060	1,50	13590,00
Витрати на експлуатацію принтера	разів	5	300,00	1500,00

Витрати на електроенергію	кВт.год.	3171	7,35	2473,40
ФЗП	грн.	4 чол.	648148,80	1231482,72
Разом витрат	-	-	-	1249046,12

5.5 Оцінка результатів від впровадження АРМ АГВР та економічного ефекту

Приведенням результатів і витрат економічного ефекту різних років розрахункового періоду до останнього року розраховується для кожного року шляхом множення їхньої величини за кожний рік на коефіцієнт приведення, що розрахований для кожного року розрахункового періоду. Для розрахунку середнього річного простою вагонів в очікуванні отримання спеціалізованих документів до впровадження АРМ АГВР, що здійснюватиме електронний документообіг, використано статистичні дані станції Х. Показники середнього річного простою вагонів в очікуванні електронного документообігу після впровадження АРМ логіста отримані в результаті відповідних розрахунків. Для систематизації розрахунків економічного ефекту всі результати зведено у таблицю 5.2.

Отже, отримав розрахунки економічного ефекту можна зробити висновок, що мета інноваційного заходу здійсненна. Завдяки чому вирішена проблема зниження витрат при перевезенні пасажирів на напрямку у районі тяжіння станції Х. Використовуючи досягнення логістики при залізничних перевезеннях, суттєво підвищиться ефективність роботи станції Х.

Впровадження системи аналізу виконаного руху із електронним документообігом в межах АРМ АГВР у галузі перевезень пасажирів залізничним транспортом являє собою нову інформаційну технологію, що забезпечує оформлення в електронному вигляді документів, пов'язаних з організацією та здійсненням пасажирських перевезень, а також доставку і видачу цих електронних документів за належністю причетним до перевезення сторонам. Електронний документообіг це

єдиний механізм по роботі з документами, представленими в електронному вигляді, що забезпечить надійну та швидку роботу логіста з пасажирських перевезень.

Таблиця 5.2 - Результати розрахунків економічної ефективності впровадження інформаційно-керуючої мережі з АРМ АГВР

Показники	Роки розрахункового періоду				
	2025	2026	2027	2028	2029
1	2	3	4	5	6
1. Річна кількість пасажирських поїздів, що проходять через станцію Х, ваг.	10687	10687	10687	10687	10687
2. Середній час простою вагонів в очікуванні документів до впровадження АРМ АГВР, год.	7,93	7,93	7,93	7,93	7,93
3. Вартість однієї поїздо-години простою, грн.	591,34	591,34	591,34	591,34	591,34
4. Середня річна вартість простою поїздів до впровадження АРМ АГВР, тис. грн.	50114,8	50114,8	50114,8	50114,8	50114,8
5. Одноразові витрати, тис. грн.	33,5	-	-	-	-
6. Поточні витрати з урахуванням ФЗП, тис. грн.	1249,05	1249,05	1249,05	1249,05	1249,05
7. Середній час простою вагонів в очікуванні документів після впровадження АРМ АГВР, год.	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
8. Вартість однієї поїздо-години простою, грн.	591,34	591,34	591,34	591,34	591,34
9. Середня річна вартість простою пасажирських поїздів після впровадження АРМ АГВР, тис. грн.	36653,9	36653,9	36653,9	36653,9	36653,9
10. Всього витрат після впровадження АРМ АГВР, тис. грн	37903,05	37903,01	37903,01	37903,01	37903,01
11. Економічний ефект від впровадження АРМ АГВР, тис. грн.	12211,78	12211,81	12211,81	50114,83	12211,81
12. Коефіцієнт приведення до розрахункового року	1,157	1,115	1,075	1,037	1
13. Економічний ефект з урахуванням коефіцієнту приведення, тис. грн.	14123,94	13619,55	13133,14	51970,93	12211,81

14. Економічний ефект з наростаючим підсумкам, тис.грн.	14123,9 4	27743,49	79714,43	131685,36	143897,17
---	--------------	----------	----------	-----------	-----------

АРМ АГВР із застосуванням електронного документообігу, яке запропоновано у даній кваліфікаційній роботі, дає можливість:

- підвищити якість обслуговування пасажирів на залізничному транспорті, забезпечуючи можливість оформлення перевезень у зручному місці в зручний час;
- збільшити швидкість доставки пасажирів за рахунок скорочення часу його знаходження на ТПВ;
- використання гнучких методів координації руху поїздопотоків при залізничних перевезеннях на пасажирської станції Х;
- скоротити витрати на оформлення, пересилання та зберігання паперових документів для всіх учасників перевезення;
- здійснювати оформлення всіх документів, пов'язаних з перевозкою на єдиній інформаційній основі.

Підсумовуючи зроблені розрахунки економічного ефекту від впровадження інформаційно-керуючої мережі з АРМ АГВР, в кількості чотирьох працівників – логістів з пасажирських перевезень, можна стверджувати, що вже у першому році отримуємо перевищення сумарної вартості результатів проекту над вартістю оцінок сукупних витрат, що складає 14123,94 тис. грн. Що стосується сумарного економічного ефекту за розрахунковий період з урахуванням коефіцієнту приведення, то він, за п'ять років складає 143897,17 тис. грн., що підтверджує доцільність впровадження АРМ АГВР на пасажирської станції Х. Економічні розрахунки було зроблено для першого етапу використання електронного документообігу, надалі дане впровадження буде поширюватися та використовуватиметься не тільки на внутрішні перевезення, а й в перспективі, накладна зможе застосовуватися і при міжнародних перевезеннях пасажирів. Цей факт підтверджує доцільність даного впровадження і доказує підвищення

ефективності роботи як станції, так і в загалі всієї залізничної галузі, як у питанні підвищенні якості послуг так і у підвищенні конкурентоспроможності.

Висновок з розділу

Встановлено, що організація пасажирської перевезки вимагає знаходження додаткових резервів в їх організації. Під впливом часу у пасажирів з'явився більший спектр нових, сучасних, необхідних потреб: комп'ютерні послуги; ксерокопіювання, зв'язок через комп'ютер; туристично-екскурсійні послуги; доставка пасажирів і багажу до вокзалу і з вокзалу; приймання замовлень на проїзні документи по електронній пошті і телефону; бронювання і оформлення місць на поїзди з узгодженим графіком руху.

Рівень сервісного обслуговування 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 та аналізу графіку руху пасажирських і приміських поїздів у вигляді АРМ АГВР.

Удосконалена структура та комплекс додаткових задач програми автоматизації на основі диспетчеризації обробки замовлень та аналізу графіку руху пасажирських і приміських поїздів у вигляді АРМ АГВР із електронним документообігом дозволило підвищити якість прийнятих управлінських рішень як у нормативному, так і у технологічному сенсі, в першу чергу за рахунок раціонального використання внутрішніх ресурсів.

Проведено економічне обґрунтування впровадження удосконаленого процесу обслуговування пасажирів у залізничних перевезеннях за традиційною методикою. Сумарний приріст економічного ефекту від запропонованих заходів з урахуванням приведених грошових потоків до останнього року розрахункового періоду – 144 тис. грн. Період повернення одноразових витрат настане на 1-й рік експлуатації, коли величина сукупного економічного ефекту від АРМ АГВР стане позитивною.

Висновки

Незважаючи на воєнний стан у країні, 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 повинне бути доповнене задачами, які поставлені перед залізницями - своєчасне, якісне та повне задоволення потреб клієнтів і пасажирів у перевезеннях при безумовному забезпеченні безпеки руху при створенні удосконаленої технології залізничних пасажирських перевезень.

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.

Актуальність завдання 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 підвищення попиту на прискорені перевезення пасажирів вимагає розвитку ремонтної бази, залучення додаткових інвестицій і контингенту працівників на залізничний транспорт за рахунок надання додаткових сервісних послуг і кардинальної зміни форм обслуговування.

Проведене дослідження існуючої системи організації 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 населення на перевезення дозволить по-новому поставити та вирішити найбільш важливі задачі організації мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень. 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.

Питанням сервісного обслуговування і якістю надання послуг на вокзалах і в поїздах займалося багато вчених. Аналіз зарубіжного досвіду формування та розвитку швидкісних пасажирських перевезень дозволив виявити основні тенденції, пов'язані з формуванням комплексних ТПВ, в яких взаємодіють швидкісний залізничний, автомобільний і внутрішні види транспорту. Крім того встановлено необхідність концентрації та оптимізації графіку руху та плану формування пасажирських поїздів з метою раціоналізації використання рухомого складу та зменшення кількості пересадок пасажирів.

Рівень сервісу та обсяг послуг залежать від кількості пасажирів, що обслуговуються. Оскільки найбільший потік пасажирів спостерігається в ранкові та вечірні години пік. Пояснюється це тим, що обсяги максимальних добових пасажиропотоків утворюються саме в часи пік і зазвичай їх частка складає до 50% добового потоку пасажирів ТПВ.

Проведено аналіз і сформовано рекомендації щодо підвищення ефективності експлуатації ТПВ з урахуванням технічної, технологічної, економічної, організаційної складових та 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, стаття 40).

В Україні ринок залізничні перевезення пасажирів є монополізованим. Пасажирські послуги надає АТ «Укрзалізниця», а саме її філія «Пасажирська компанія». Компанія у своєму розпорядженні станом на 2022 рік має 3908 пасажирських вагонів, 2807 з яких експлуатуються, 15 швидкісних поїздів. Нажаль АТ «Укрзалізниця» за роки незалежності майже не оновлювала пасажирський рухомий склад, саме тому зараз з'явилася така невтішна статистика. За винятком швидкісних залізничних перевезень, існує проблема з якістю та прибутковістю пасажирських переміщень. Аналіз можливості закупівлі пасажирського рухомого складу показав, що для повного оновлення потрібні

інвестиції у розмірі від 14 до 28 млрд. грн. для парку пасажирських вагонів, 46 млрд. грн. – для парку електропоїздів, 73,5 млрд. грн. - для дизельних поїздів.

З метою покращення використання засобів залізничного транспорту найбільший інтерес викликає можливість застосування мультимодального перевезення за участю швидкісного поїзду далекого сполучення та місцевого (приміського) поїзду. Аналіз нерівномірності пасажиропотоку по ТПВ ст. Харків-Пасажирський для пасажирів далекого сполучення свідчить про можливість організації мультимодальних пасажирських перевезень таким чином, щоб у першу половину доби орієнтуватися на пасажирів, що прибувають, а в другу половину дня – на пасажирів, що відправляються.

Аналіз показує, що математичне очікування середньодобової кількості пасажирів ТПВ станції X 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.

Запропоновано використати модель розрахунку плану формування при забезпеченні безпересадкового сполучення пасажиропотоків. Визначено перспективні кореспонденції пасажиропотоків, що дає можливість враховувати початковий і кінцевий пункт призначення пасажирів. Таким чином, з'являється можливість врахувати одну з головних умов розробки плану формування пасажирських поїздів - безпересадкове сполучення пасажирів та на стадії планування визначити пункти і обсяги посадки-висадки пасажирів для кожного поїзда окремо.

Розрахунок плану формування по запропонованій моделі показує, що кількість пересадок пасажирів і їх розташування можна спрогнозувати. Рішення даного завдання дозволить перерозподілити потоки, розвантажити транзитні пункти. У подальшому прийнято 2-й варіант плану формування пасажирських поїздів на заданому полігоні, який дає скорочення розмірів руху на 2 потяги, зменшення витрат на 8000 грн./добу або 2,9 млн. грн/рік, та збільшення середнього значення коефіцієнту використання місткості поїзду на 3,3%.

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 та аналізу графіку руху пасажирських і приміських поїздів у вигляді АРМ АГВР.

Проведено економічне обґрунтування впровадження удосконаленого процесу обслуговування пасажирів у залізничних перевезеннях за традиційною методикою. Сумарний приріст економічного ефекту від запропонованих заходів з урахуванням приведених грошових потоків до останнього року розрахункового періоду – 144 тис. грн. Період повернення одноразових витрат настане на 1-й рік експлуатації, коли величина сукупного економічного ефекту від АРМ АГВР стане позитивною.

Удосконалення пасажирських перевезень дозволить підвищити конкурентоспроможність та прибутковість видів транспорту, покращити якість використання транспортних засобів, надає можливість в перспективі використання технології «єдиного квитка». Всі ці заходи дозволять підвищити прибутковість перевізника шляхом покращення організації сервісних послуг в умовах звичайного та швидкісного руху.

Список використаних джерел

- 1 Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року. — URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>
- 2 “Про транспорт” Закон України від 10 листопада 1994р. // Відомості Верховної Ради України.- 1994.- №51.- Ст. 446
- 3 “Про залізничний транспорт” Закон України від 04 липня 1996р. // Відомості Верховної Ради України.- 1996.- №40.-Ст. 183
- 4 Про затвердження Статуту залізниць України. Постанова Кабінету Міністрів України; Статут від 06.04.1998 № 457, редакція від 03.12.2015р.
- 5 Цивільний кодекс України. №435-IV від 16.01.2003 (ред. від 05.05.2025) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/435-15> (дата звернення 01.04.2025).
- 6 Офіційний сайт АТ «Укрзалізниця». URL:<https://www.uz.gov.ua/>, вільний доступ – (Дата звернення: 15.04.2025).
- 7 Rail.insider — інформаційно-аналітичне видання про залізницю в Україні. URL: <https://www.railinsider.com.ua/> (дата звернення: 17.04.2025).
- 8 Аксьонов І.М., Яновський П.О. Організація пасажирських приміських перевезень: Навчальний посібник. – К.: КУЕТТ,2002.-69с.
- 9 Аксенов І.М. Концепція сервіса в сфері пасажирських перевезень// Залізничний транспорт України. – 2002.- №1.- С.11-16.
- 10 Закон України “Про залізничний транспорт” //Відомості Верховної Ради України.-1996.-№40.-Ст.183.
- 11 Virtual train tour LTG Link. Traukinių tvarkaraščiai ir bilietai | LTG Link. URL: <https://ltglink.lt/en/virtual-train-tour>. (date of access: 17.04.2025).
- 12 Поезда Elron. Офіційний сайт Elron. URL: <https://elron.ee/ru/elronist/elroni-rongid> (дата звернення: 17.04.2025).
- 13 Škoda Vagonka почала виробництво нових електропоїздів для Латвії. Railway Supply. URL: <https://www.railway.supply/uk/skoda-vagonka-pochala-virobnicztvo-novih-elektropoizdiv-dlya-latvii/> (дата звернення: 17.04.2025).

- 14 Пархоменко, Л.О. Дослідження напрямків розвитку швидкісного і високошвидкісного пасажирського руху поїздів на залізницях України // Зб. наук. праць Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 145. – С. 44-50.
- 15 Журба, О.О. Моделювання процесу пересадки пасажирів на залізничному вокзалі Харків–пасажирський за варіантом “пасажирський поїзд – міський транспорт” // Збірник наукових праць УкрДАЗТ, 2010.- Вип. 119.- С. 60-66.
- 16 Основні чинні кодекси і закони України / Уклад. Ю.П. Єлісєєв.- К.: Махаон, 2003.- 976 с.
- 17 High speed lines in the world / International Union of Railways [Electronic resource]. URL: <http://uic.org/spip.php?article573>.
- 18 Постанова Кабінету Міністрів України від 19 березня 1997р. №252 “Про порядок обслуговування громадян залізничним транспортом”.
- 19 “Вектори економічного розвитку 2030. www.kmu.gov.ua. URL: <https://nes2030.org.ua/docs/doc-vector.pdf> (дата звернення: 17.04.2025).
- 20 Про затвердження Правил перевезення пасажирів, багажу, вантажобагажу та пошти залізничним транспортом України / Наказ Мінтрансв'язку України № 1196 від 27.12.2006 Редакція від 06.05.2021 р. // Офіційний вісник України від 20.04.2007р., № 26.
- 21 Сідляр В.О., Крищенко Ю.Г., Зеркалов Д.В. Довідник пасажирів залізниць.- К.: Знання, 1999.- 192 с.
- 22 Типовий технологічний процес з надання послуг пасажирів та організації роботи залізничних вокзалів. Міністерство транспорту та зв'язку України. Затверджено Наказом Укрзалізниці №187-Ц від 29.06.05. –К., 2005.-163с.
- 23 Технологічний процес роботи вокзалу станції Харків-Пасажирський: Рукопис. -Х.: Управління Південної залізниці, 2005. – 250с.
- 24 Helbing, D. Social force model for pedestrian dynamics / D. Helbing // Physical review E, May 1995.
- 25 Alonso, W. Location and Land Use / W. Alonso // Cambridge (Mass), Harvard University Press, 1964.

- 26 Торопов, Б.И. Развитие пассажирских комплексов на основе закономерностей формирования пассажиропотоков: дисс. канд. технических наук: 05.22.00 / Торопов Борис Иванович. – Киев, Киевский институт железнодорожного транспорта, 2000. – 154 с.
- 27 D.V. Lomotko, E.S. Alyoshinsky, G.G. Zambrybor, Methodological Aspect of the Logistics Technologies Formation in Reforming Processes on the Railways, Transportation Research Procedia, Volume 14, 2016, Pages 2762-2766, ISSN 2352-1465, <http://dx.doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.482>.
- 28 Ломотько Д. В., Даценко Г.Г. Анализ рівня сервісу в умовах транспортно - пересадочних вузлів на високошвидкісних залізничних магістралях [Текст] / Зб. наук. праць.- Харків: УкрДУЗТ, 2016.- Вип. 161. – С.25-35.
- 29 Натурні дослідження та математичні моделі приміських пасажирських перевезень [Текст] / [В. К, Мироненко, В. В. Габа, В. І. Мацюк, Т. М. Грушевська, В. П. Костюшко] // Наукоємні технології. – №4 (24). – 2014. – С. 496 – 502.
- 30 Ломотько Д. В., Листопад М. С. Напрямки підвищення рівня сервісу в умовах транспортно-пересадочних вузлів швидкісних залізничних магістралей [Текст] / Зб. наук. праць.- Харків: УкрДУЗТ, 2017.- Вип. 168. – С.4-9.
- 31 Ломотько Д.В., Воскобойников Д.Г., Сірадчук А.Д., Листопад М.С. Формування технології мультимодальних швидкісних пасажирських перевезень за участю залізниць //Вагонний парк: міжнародний професійний журнал.-2017.- № 5-6 (122-123).- С.42-47.
- 32 Крижанівська М. В., Малахова Ю. А. Сучасні підходи до удосконалення перевезень. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2019. № 27. С. 88–92. URL: <https://doi.org/10.32782/2413-9971/2019-27-17> (дата звернення: 17.06.2023).
- 33 Удосконалення технології мультимодальних пасажирських перевезень в умовах воєнного стану в Україні / Г. О. Примаченко та ін. Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. 2023. № 100. С. 120–125. URL: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2023.100.0.120> (дата звернення: 17.06.2023).

- 34 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.
- 35 Ломотько Д.В., Філіпський О.В., Ломотько М.Д., Красноштан О.М. Удосконалення технології мультимодальних залізничних пасажирських перевезень за участю автотранспорту. Залізничний транспорт України, 2019.- № 2(135).- с. 4-16. DOI: 10.34029/2311-4061-2019-131-2-04-16 12.
- 36 Бутько Т.В, Прохорченко А.В. Удосконалення системи оперативного прогнозування пасажирських потоків на основі використання інтелектуальних технологій. Зб. наук. Праць УкрДАЗТ.–Харків: УкрДАЗТ. 2007.- С. 161-171.
- 37 Тарасов К.О. Формування альтернативних маршрутів пасажирських поїздів за допомогою апарату генетичних алгоритмів. Транспортні технології у сучасних умовах: колективна монографія / за заг. ред. Г. О. Примаченко. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г. М. – 2024. - 212 с. – С. 111-143. DOI:10.63048/978-617-7926-64-0.4

Додаток А

Об'ємні показники по пасажирських перевезень по дослідному вокзалу

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

Місяць	Сполучення			Середньодобове	
	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