

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет залізничного транспорту

**СІВАКОНЕВА ГАННА ОЛЕКСАНДРІВНА**

УДК 656.025.2

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ У БЕЗПЕРЕСАДКОВОМУ СПОЛУЧЕННІ**

05.22.01 – транспортні системи

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Харків – 2015

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі транспортних систем та логістики Українського державного університету залізничного транспорту Міністерства освіти і науки України

**Науковий керівник:** доктор технічних наук, професор  
**Альошинський Євген Семенович**, Український державний університет залізничного транспорту, кафедра транспортних систем та логістики, завідувач кафедри

**Офіційні опоненти:** доктор технічних наук, професор  
**Давідич Юрій Олександрович**, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, кафедра транспортних систем та логістики, професор кафедри

кандидат технічних наук, доцент  
**Нестеренко Галина Іванівна**, Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, кафедра управління експлуатаційною роботою, доцент кафедри

Захист відбудеться «\_\_»\_\_\_\_\_ 2015 р. о \_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.820.04 в Українському державному університеті залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Українського державного університету залізничного транспорту за адресою: 61050, м. Харків, майдан Фейєрбаха, 7.

Автореферат розісланий “\_\_”\_\_\_\_\_ 2015 р.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради

А.В. Прохорченко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Метою діяльності залізничного транспорту України у сфері пасажирських перевезень є задоволення потреб населення у перевезеннях з забезпеченням відповідного рівня якості обслуговування. Крім того, одним з пріоритетних напрямків розвитку галузі є підвищення фінансового стану залізничного транспорту. В умовах збитковості пасажирських перевезень, нестачі рухомого складу, невідповідної до вимог більшої частини пасажирів інфраструктури та підвищеного рівня конкуренції (особливо з автотранспортом), вище наведена задача є дуже складною.

Таким чином, задача удосконалення організації транспортної діяльності залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень у безпересадковому сполученні є складовою частиною наукової задачі зменшення збитковості пасажирських перевезень, оптимізації використання рухомого складу, підвищення ефективності пасажирських залізничних перевезень.

Враховуючи необхідність удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в сучасних умовах, а також недостатній рівень дослідження проблеми перевезень пасажирів у безпересадковому сполученні та в спеціальних пасажирських вагонах (СПВ), і виявлення обсягів потенційних пасажирів таких вагонів, тему дисертаційної роботи можна кваліфікувати як актуальну та спрямовану на вирішення важливого науково-практичного завдання.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційна робота виконана у відповідності до «Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки», затвердженої розпорядженням Кабінету Міністрів України (КМУ) від 16 грудня 2009 р. №1390; «Стратегії розвитку залізничного транспорту України до 2020 року», затвердженої розпорядженням КМУ від 16 грудня 2009 р. №1555-р; «Угоди про формування транспортно-логістичного кластеру (ТЛК) Харківської області», затвердженої рішенням Харківської обласної державної адміністрації від 31 січня 2013 р. Також напрям дослідження співпадає з науково-дослідною роботою на тему: «Впровадження швидкісного руху пасажирських поїздів на дільниці Гребінка – Полтава – Красноград – Харків – Лозова. Станція стикування постійного 3,3 кВ та змінного 27,5 кВ видів тягового струму по ст. Лозова. Розробка технології обслуговування під'їзних і тракційних колій залізничних та промислових підприємств Лозовського вузла» (ДР 0112U000423), у якій автор дисертаційної роботи є співвиконавцем.

**Мета і задачі дослідження.** Мета дослідження полягає в удосконаленні технології залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в СПВ. Для реалізації поставленої мети необхідна постановка та вирішення наступних задач дослідження:

- провести оцінку стану системи пасажирських залізничних перевезень місцевого та прямого сполучень України;
- формалізувати технологію формування розкладу руху СПВ;

- розробити метод визначення параметрів технології пасажирських перевезень у спеціальних вагонах;
- сформувавши спосіб оцінювання зручності часу прибуття СПВ на залізничні станції та часу відправлення з залізничних станцій;
- удосконалити структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи при організації пасажирських перевезень у спеціальних вагонах;
- провести оцінку економічної доцільності впровадження удосконаленої технології залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в СПВ.

*Об'єктом дослідження* є процес функціонування транспортного комплексу пасажирських перевезень.

*Предметом дослідження* є організація залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в СПВ.

**Методи дослідження.** У дослідженні використано кластерний аналіз при дослідженні кількісних та якісних показників пасажирських залізничних перевезень та при виявленні кластеру потенційних пасажирів СПВ. Для дослідження розподілу пасажиропотоків за основними маршрутами руху поїздів місцевого та прямого сполучень застосовано методи математичної статистики. При моделюванні процесу формування розкладу руху спеціальних вагонів використовувалися методи теорії розкладу, еволюційного моделювання (генетичні алгоритми). Для дослідження роботи пасажирського комплексу (ПК) було застосовано імітаційне моделювання на основі теорії мереж Петрі для моделювання процесу обслуговування пасажирських поїздів та вагонів, і визначення міжопераційних простоїв СПВ на пасажирській станції (ПС) та на пасажирській технічній станції (ПТС). Для отримання первинної інформації відносно зручності часу відправлення та прибуття СПВ використано методи експертних оцінок та анкетування. Для оцінювання зручності часу відправлення та прибуття пасажирських поїздів відповідно до існуючого розкладу руху пасажирських поїздів (РРПП) використано регресійний аналіз. При аналізі процесу технологічної обробки пасажирських поїздів, до яких планується причеплення СПВ, застосовано методи мережевого планування та управління (МПУ). Використано метод найменших квадратів при дослідженні теоретичних даних на адекватність.

**Наукова новизна одержаних результатів.** У дисертаційному дослідженні вирішено науково-прикладне завдання удосконалення технології залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в спеціальних пасажирських вагонах, що базується на мінімізації простоїв спеціальних вагонів на території пасажирських комплексів при виборі раціональних маршрутів їх руху у складі пасажирських поїздів з можливістю використання системи підтримки прийняття рішень при формуванні розкладу руху спеціальних вагонів з урахуванням зручності часу прибуття та відправлення з пунктів призначення.

*Вперше:*

- на основі теорії кластеризації проведено оцінку стану системи пасажирських залізничних перевезень місцевого та прямого сполучень України, що, на відмінність від відомих досліджень стану системи пасажирських перевезень, дозволило виявити кластер потенційних користувачів транспортного продукту перевезень у спеціальних вагонах;

- сформовано наукову процедуру розрахунку технічних параметрів пасажирських комплексів при організації роботи зі спеціальними вагонами, яка базується на моделі цілочисельного програмування і, на відмінність від відомих моделей, дозволяє визначити економічно обґрунтовану тривалість виконання технологічних операцій з спеціальними вагонами на конкретній пасажирській станції конкретного маршруту.

*Удосконалено:*

- комплекс функціональних задач автоматизованої системи керування пасажирськими перевезеннями Укрзалізниці (АСК ПП УЗ) з використанням способу оцінювання зручності часу прибуття-відправлення спеціальних вагонів до пунктів призначення, що дозволяє підвищити якість обслуговування пасажирів спеціальних вагонів;

- підходи щодо формування розкладу руху залізничних пасажирських перевезень, що дозволяють вирішувати задачі складання розкладу руху не лише для повноскладних пасажирських поїздів, а й для спеціальних пасажирських вагонів, за допомогою побудованої на принципах теорії розкладу математичної моделі.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблений комплекс моделей з удосконалення функціонування ПК дозволяє визначати економічно обґрунтовані параметри технології пасажирських перевезень у СПВ. Комплекс моделей функціонування ПК рекомендовано інтегрувати до автоматизованих робочих місць працівників тактичного рівня, які відповідають за управління поїздопотоками на мережі залізниць. Основні результати дисертаційного дослідження по удосконаленню технології організації пасажирських залізничних перевезень у СПВ враховано у планах роботи Міністерства інфраструктури України, а саме Департаменту координації політики розвитку інфраструктури та туризму; використано при розробці «Стратегії розвитку регіональної транспортної системи на базі формування транспортно-логістичного кластеру (ТЛК) Харківської області» Харківською обласною державною адміністрацією. Також результати дисертаційного дослідження були використані у навчальному процесі факультету Управління процесами перевезень Українського державного університету залізничного транспорту (УкрДУЗТ).

Практичне впровадження результатів роботи підтверджується відповідними документами, патентами та авторськими свідоцтвами України, які наведені у додатках до дисертації.

**Особистий внесок здобувача.** Усі результати теоретичних та експериментальних досліджень, що наведені у роботі отримані автором самостійно і проводились в УкрДУЗТ. Статті [1, 7, 13] опубліковані без співавторів.

В роботах, опублікованих у співавторстві, особистий внесок автора полягає у наступному: у статті [2] автором визначено перспективи розвитку залізничного туризму в Україні; у статті [3] розглянуті види диверсифікації діяльності залізничного транспорту та обґрунтовано застосування найбільш оптимальних із них у межах регіональних ТЛК; у статті [4] досліджено процес організації перевезень пасажирів залізницею в умовах надання додаткових послуг до та після «Євро-2012»; у статті [5] запропоновано сервісні послуги щодо обслуговування пасажирів; у статті [6] доведено доцільність удосконалення електронного

документообігу у межах логістичного кластеру Харківського регіону з метою підвищення якості надання транспортних послуг пасажиром; у статті [8] досліджено вплив швидкісного пасажирського руху на організацію місцевої роботи на залізничних станціях; у статті [9] досліджено вплив швидкісного пасажирського руху на організацію вантажного руху на залізничних станціях; у патенті на корисну модель [10] розроблено спосіб визначення вхідних параметрів для розробки графіку руху пасажирських поїздів; у статті [11] доведена доцільність відродження залізничного туризму шляхом здійснення перевезень організованих груп пасажирів; у патенті на корисну модель [12] розроблено основні підходи щодо формування графіку руху причіпних пасажирських вагонів; у свідоцтвах про реєстрацію авторського права [14, 15] запропоновані додаткові послуги пасажиром під час перевезень у безпересадковому сполученні та технологія їх надання.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення дисертації доповідались, обговорювались та схвалені на науково-технічних та науково-практичних конференціях (НТК та НПК) [16-34]: II-й та IV-й міжнародних НПК «Маркетинг і логістика в системі менеджменту пасажирських перевезень на залізничному транспорті» (м. Донецьк, 2011-2012 рр.); міжнародних НПК «Інтеграція України в міжнародну транспортну систему» (м. Дніпропетровськ, 2011, 2013-2014 рр.); міжнародних НПК «Сучасні проблеми та шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті» (м. Одеса, 2011-2013 рр.); VIII-й, IX-й та X-й міжнародних НПК «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України» (м. Харків, 2012-2014 рр.); VI-й та VII-й міжнародних НПК «Проблеми економіки та управління на залізничному транспорті» (м. Київ, 2012-2013 рр.); міжнародній науковій конференції «Наукова періодика слов'янських країн в умовах глобалізації» (м. Київ, 2012 р.); IX-й міжнародній НПК «Сучасна наука в мережі Інтернет» (м. Київ, 2013 р.); 75-й та 76-й міжнародних НТК «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (м. Харків, 2013-2014 рр.); міжнародній НПК «Транспорт – 2013» (м. Ростов-на-Дону, 2013 р.); НПК «Наукові підсумки 2013 р.» (м. Харків, 2013 р.).

Повністю результати дисертаційної роботи заслухано та схвалено на розширеному засіданні кафедри «Транспортні системи та логістика» УкрДУЗТ (м. Харків) та на науковому семінарі кафедри «Транспортні технології» Харківського національного автомобільно-дорожнього університету (м. Харків).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 34 наукові публікації, у тому числі 9 наукових статей (2 із них без співавторів) у виданнях, що затверджені Міністерством освіти і науки України, 2 праці, які додатково відображають наукові результати дисертації (1 із них без співавторів), 2 патента на корисні моделі та 2 свідоцтва про реєстрацію авторського права, 19 тез доповідей на НТК та НПК.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел та 10 додатків. Повний обсяг дисертаційної роботи складає 256 сторінок, з яких обсяг основного тексту 136 сторінок. Робота ілюстрована 53 рисунками, з них на 36 сторінках рисунки, що займають повну площу листа, наведено 1 таблицю, список використаних джерел із 131 найменування на 16 сторінках і 10 додатків на 84 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми для вирішення завдання удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в спеціальних вагонах. Сформульовані мета та задачі дослідження, відображені зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами, наукова новизна та практична цінність дисертаційної роботи, подано її загальну характеристику.

У першому розділі проведено аналіз стану та розвитку пасажирських залізничних перевезень місцевого та прямого сполучень в Україні, який показав, що розміри перевезень пасажирів залізничним транспортом поступово збільшуються. Має місце тенденція зниження частки перевезень пасажирів у 1990-х роках, що пов'язано зі зниженням життєвого рівня населення. Зазначений фактор і є причиною уповільнення зростання кількісних показників пасажирських перевезень. Виходячи зі збитковості пасажирських перевезень, в першу чергу необхідно підвищити їх доходність за рахунок впровадження додаткових послуг, які спроможні приносити стійкий дохід і вирішувати існуючі фінансові проблеми. З метою досягнення поставленої мети запропоновано впровадити транспортний продукт перевезень у СПВ на напрямках із низькою населеністю пасажирських вагонів.

Значний внесок для удосконалення процесу організації пасажирських перевезень внесли такі вчені та практики: В.М. Акулінічев, І.М. Аксьонов, Т.В. Бутько, В.І. Бобровський, А.І. Воркут, П.С. Грунтов, О.М. Гудков, М.І. Данько, Ю.О. Давідіч, В.К. Доля, І.В. Жуковицький, Г.М. Кірпа, Л.А. Мазо, О.А. Малахова, Є.В. Нагорний, Г.І. Нестеренко, Ю.О. Пазойський, А.В. Прохорченко, С.М. Резер, А.О. Смахов, Є.А. Сотніков, В.М. Самсонкін, П.О. Яновський та інші. Аналіз проведених наукових досліджень підтверджує складність процесу організації перевезень пасажирів залізничним транспортом. Сучасні методи управління показали, що на сьогодні не існує досконалого підходу до визначення оптимальних параметрів системи доставки пасажирів до пунктів призначення та методу оцінки ефективності перевезень з урахуванням інтересів усіх суб'єктів транспортного ринку.

Таким чином, здійснення перевезень пасажирів у СПВ в безпересадковому сполученні може стати конкурентоспроможним проектом у сфері пасажирських перевезень Укрзалізниці у сучасних умовах. Застосування наведених результатів аналізу дозволить удосконалити технологію пасажирських залізничних перевезень у спеціальних вагонах відповідно до існуючого попиту на транспортні послуги та підвищити фінансовий стан транспортної галузі. Тому необхідно встановити загальний обсяг перевезень потенційних пасажирів у СПВ.

У другому розділі проведено аналіз пасажиропотоків залізничного транспорту на різних напрямках, у тому числі на напрямках з вітеутніми прямими маршрутами з використанням кластерного аналізу, метою якого є виявлення кластеру (групи) потенційних пасажирів СПВ.

На початковому етапі аналізу показників роботи залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень визначено, що вони формують кластери. Шляхом ієрархічної кластеризації при методі повного зв'язку (визначає відстань між

кластерами як найбільшу відстань будь-якими об'єктами у різних кластерах) та міри близькості, яка визначається евклідовою відстанню, що являє собою геометричну відстань між об'єктами в  $n$ -мірному просторі і розраховується по вихідним, а не стандартизованим даним, було отримано дендрограму (рис. 1). Таким чином, показники сервісу обслуговування поєднані у кластер 1, кількісні показники – у кластер 2. До того ж перший та другий кластер утворюють єдиний кластер експлуатаційних показників 3.

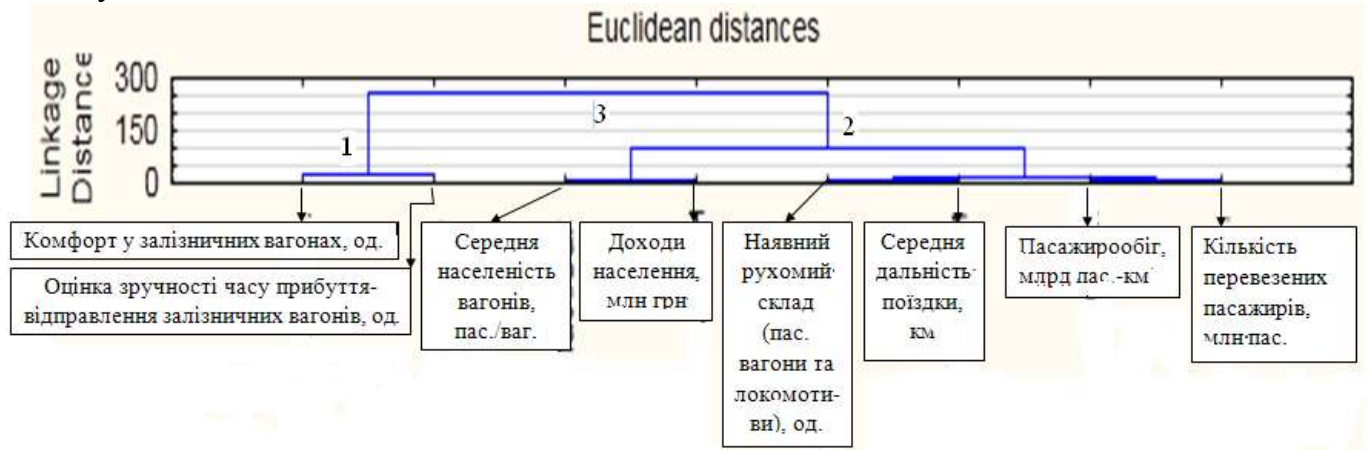


Рисунок 1 – Горизонтальна дендрограма результатів ієрархічної кластеризації показників роботи залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень

Кластерний аналіз пасажиропотоків на різних маршрутах Укрзалізниці показав прогнозу кількість потенційних пасажирів СПВ. Проведена комплексна оцінка стану системи пасажирських залізничних перевезень місцевого та прямого сполучень України на основі теорії кластеризації дозволила виявити кластер потенційних користувачів транспортного продукту перевезень у СПВ. Розмір кластеру склав 0,004547% від загального пасажиропотоку, що відповідає 22 тисячам пасажирів на рік.

Розроблено математичну модель формування розкладу руху СПВ. В основі математичного опису постановки задачі загальна проблема при формуванні вказаного розкладу полягає у виборі раціональних маршрутів доставки пасажирів виявленого кластеру і ниток відправлення пасажирських поїздів з СПВ зі станції формування і станцій перечеплення до пунктів призначення. Ефективність організації залізничних перевезень може бути суттєво підвищена за рахунок використання стратегії маршрутизації і планування (мається на увазі аналіз інтересів усіх зацікавлених сторін відносно того, яким чином можна досягнути їх сумісної мети) з урахуванням динаміки зміни попиту на послуги залізничного транспорту. Для рішення поставленої задачі запропоновано використати моделі теорії розкладу. Тому для формалізації поставленої задачі було розглянуто систему, що складається з  $g$  СПВ, які необхідні для перевезення пасажирів ( $g = \overline{1, G}$ , де  $G$  – найбільша кількість СПВ для причеплення до пасажирських поїздів). Послідовно занумеровано кожен нитку графіку прибуття та відправлення пасажирського поїзду на залізничну станцію ( $k = \overline{1, K}$ , де  $K$  – максимальна кількість порядкових номерів ниток графіку руху пасажирських поїздів, до яких є можливим здійснення причеплення СПВ і слідування згідно із затвердженим графіком руху до станції призначення СПВ).



Цільовою функцією поставленої задачі формування розкладу руху СПВ виступає мінімізація тривалості простоїв даної категорії вагонів на  $j$ -му маршруті ( $t_{прост.j}$ ), а саме

$$t_{прост.j} = \sum_{i=1}^{n_j-1} (T_{kij}^{відпр.} - T_{kij}^{приб.} - \theta_{ij}) \rightarrow \min, \quad (1)$$

де  $i$  – порядковий номер станції на  $j$ -му маршруті руху СПВ ( $j \in J$ , де  $J$  – множина маршрутів прямування СПВ),  $i = \overline{1; n_j}$ , де  $n_j$  – порядковий номер станції призначення СПВ (станцію формування слід вважати першою станцією на  $j$ -му маршруті руху СПВ);  $T_{kij}^{відпр.}$  – момент відправлення СПВ зі станції  $i$   $j$ -го маршруту руху СПВ;  $T_{kij}^{приб.}$  – момент прибуття СПВ на станцію  $i$   $j$ -го маршруту руху СПВ;  $\theta_{ij}$  – тривалість виконання технологічних операцій з СПВ на  $i$ -ій пасажирській станції  $j$ -го маршруту руху СПВ

$$\theta_{ij} = \sum_{h=1}^H t_h = t_{ен.i} + t_{в.i} + t_{нн.i} + t_{ТО} + t_{нз.i} + t_{н.i} + t_{нн.i}, \quad (2)$$

де  $h$  – номер технологічної операції, що виконується з СПВ на  $i$ -ій станції,  $h = \overline{1; H}$ , де  $H$  – множина технологічних операцій, що виконуються з СПВ на ПС та ПТС;  $t_{ен.i}$  – тривалість висадки пасажирів з СПВ на  $i$ -ій станції, год.;  $t_{в.i}$  – тривалість відчеплення СПВ від пасажирського поїзду на  $i$ -ій станції та причеплення до маневрового локомотива, год.;  $t_{нн.i}$  – тривалість перестановки СПВ з колій  $i$ -ої ПС на колії ПТС чи колії відстою, год.;  $t_{ТО}$  – тривалість технічного огляду СПВ на коліях ПТС чи коліях відстою, год.;  $t_{нз.i}$  – тривалість перестановки СПВ з колій ПТС чи колій відстою на колії  $i$ -ої ПС, год.;  $t_{н.i}$  – тривалість причеплення СПВ до пасажирського поїзду на  $i$ -ій станції, год.;  $t_{нн.i}$  – тривалість посадки пасажирів у СПВ на  $i$ -ій станції, год.

Задача формування розкладу руху СПВ вирішується при наступних обмеженнях

$$\begin{cases} T_{kij}^{відпр.} - T_{kij}^{приб.} - \theta_{ij} \geq 0, \\ T_{kij}^{відпр.} \leq T_{сп.}^{відпр.}, \end{cases} \quad (3)$$

де  $T_{сп.}^{відпр.}$  – граничний момент часу відправлення СПВ зі станції формування, який визначається шляхом оцінювання зручності часу відправлення для потенційних пасажирів СПВ визначеного кластеру.

Для дотримання вимоги виконання останньої операції по прибуттю спеціальних вагонів на колії ПС з ПТС чи колій відстою до відправлення пасажирського поїзду, до якого планується їх причеплення, необхідно встановити  $T_{сп.}^{відпр.}$ . На рис. 2 наведено графік узгодження розкладу подачі та забирання спеціальних вагонів з ПТС чи колій відстою для здійснення їх відчеплення та причеплення до пасажирських поїздів.

Для розрахунку  $\theta_{ij}$  необхідно визначити потребу у рухомому складі, тобто у кількості СПВ на  $j$ -му маршруті ( $N_j$ )

$$N_j = \frac{Z_{nj}}{\varphi_n} + \frac{Z_{kj}}{\varphi_k} + \frac{Z_{свj}}{\varphi_{св}}, \quad (4)$$

де  $Z_{nj}, Z_{kj}, Z_{cej}$  – кількість заявок потенційних пасажирів СПВ на  $j$ -ий маршрут перевезень, відповідно, для плацкартних, купейних та спальних вагонів;  $\varphi_n, \varphi_k, \varphi_{ce}$  – місткість одного СПВ, відповідно, плацкартного, купейного, спальняного.

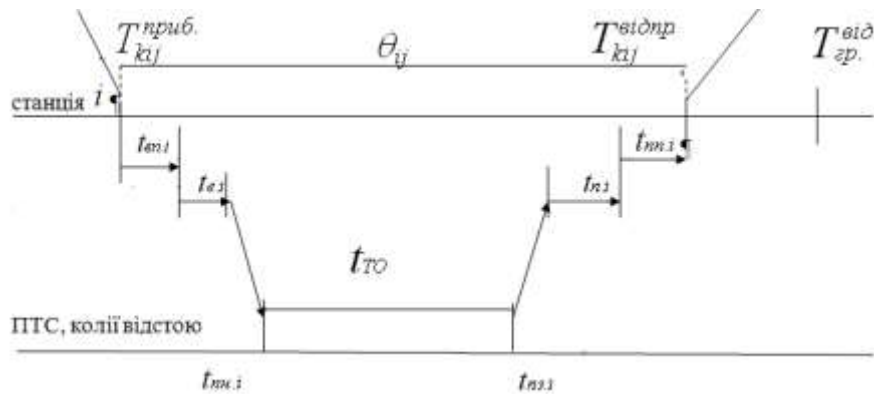


Рисунок 2 – Графік узгодженої подачі СПВ на колії залізничної станції під  $k$ -ту нитку графіку руху пасажирських поїздів на  $i$ -й станції  $j$ -го маршруту

При визначенні потреби у рухомому складі на  $j$ -му маршруті необхідно ввести наступні обмеження стосовно забезпечення високого рівня населеності СПВ (50% і вище)

$$\begin{cases} Z_{nj} \geq 27, Z_{kj} \geq 18, Z_{cej} \geq 9, \\ \varphi_n = 54, \varphi_k = 36, \varphi_{ce} = 18. \end{cases} \quad (5)$$

Раціональний маршрут прямування СПВ обирається шляхом визначення мінімальної тривалості їх руху до станції призначення з урахуванням розрахованого часу відправлення з  $i$ -их станцій  $j$ -их маршрутів

$$\begin{aligned} t_{марш.} = \min_j t_{марш.j} = \min_j (t_{x.2j} + (T_{k2j}^{відпр.} - T_{k2j}^{приб.}) + t_{x.3j} + \\ + (T_{k3j}^{відпр.} - T_{k3j}^{приб.}) + \dots + t_{x.nj} + (T_{knj}^{відпр.} - T_{knj}^{приб.})), \end{aligned} \quad (6)$$

де  $t_{x.2j}, t_{x.3j}, t_{x.nj}$  – тривалість прослідування перегонів між  $i$ -ми станціями  $j$ -их маршрутів, відповідно, тривалість прослідування перегону між станцією формування СПВ та першою станцією перечеплення, тривалість прослідування перегону між першою станцією перечеплення та наступною станцією перечеплення, тривалість прослідування перегону між останньою станцією перечеплення та станцією призначення СПВ, год.

Зменшення простоїв СПВ та середньої тривалості здійснення перевезень призведе до ефективного використання рухомого складу залізничного транспорту, а саме пасажирських вагонів. Поставлену задачу визначення розкладу руху спеціальних вагонів вирішено за рахунок використання методу еволюційного моделювання – генетичних алгоритмів.

На основі методів МПУ були встановлені «критичні роботи» (тобто роботи, на виконання яких витрачається найбільше часу, і які найчастіше є причинами непродуктивних простоїв) на ПС та ПТС, за допомогою чого було вирішено задачу календарного планування руху спеціальних вагонів. Оптимізація мережевих графіків за часом проводилась на основі зменшення загальної тривалості виконання

комплексу робіт до мінімальної величини, або до величини відповідного директивного заданого терміну. Так як загальна тривалість комплексу робіт визначається довжиною «критичного шляху», то оптимізація за часом базувалася, перш за все, на зменшенні тривалості «критичних робіт». Для подальшого рішення задачі удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у СПВ потребується дослідження процесу роботи ПК при обслуговуванні пасажирських поїздів та СПВ.

**Третій розділ** присвячено формуванню моделі роботи ПК на основі мереж Петрі з метою визначення параметрів технології пасажирських перевезень у СПВ. Для досягнення мети удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в спеціальних вагонах проведено формалізацію процесу обробки пасажирських поїздів різних категорій на залізничних станціях. Задача формалізації постає у представленні процесу визначення таких параметрів технології пасажирських перевезень у спеціальних вагонах, які дозволяють мінімізувати тривалість виконання технологічних операцій з СПВ на  $i$ -й станції  $j$ -го маршруту ( $\theta_{ij}$ ).

Згідно із технологічним процесом роботи ПС та ПТС повинні виконуватися певні технологічні операції з СПВ, відповідно до встановлених норм тривалості їх виконання ( $t_{ij}$ ) та у встановленій послідовності. У результаті аналізу тривалості обробки СПВ на території ПК встановлено, що значення деяких технічних параметрів ПС впливає на  $\theta_{ij}$ , а саме, кількість маневрових локомотивів ( $N_{млїj}$ ), кількість бригад пункту технічного огляду ( $N_{ПТОїj}$ ) і параметрів ПТС – кількість вивізних локомотивів ( $N_{влїj}$ ), кількість бригад працівників ремонтно-екіпірувального депо ( $N_{РЕДїj}$ ). При збільшенні значення наведених параметрів зменшується тривалість виконання технологічних операцій з СПВ, але необхідно враховувати економічну доцільність кількісних значень наведених параметрів для  $i$ -ої ПС.

Таким чином, наведена задача є задачею цілочисельного лінійного програмування:

$$\theta_{ij} = f(N_{млїj}, N_{ПТОїj}, N_{влїj}, N_{РЕДїj}) \rightarrow \min, \quad (7)$$

$$\begin{cases} 1 \leq N_{млїj} \leq N_{млїj}^{\max}, \\ 1 \leq N_{ПТОїj} \leq N_{ПТОїj}^{\max}, \\ 1 \leq N_{влїj} \leq N_{влїj}^{\max}, \\ 1 \leq N_{РЕДїj} \leq N_{РЕДїj}^{\max}, \end{cases} \quad (8)$$

де  $N_{млїj}^{\max}$ ,  $N_{ПТОїj}^{\max}$ ,  $N_{влїj}^{\max}$ ,  $N_{РЕДїj}^{\max}$  – максимально можлива економічно обґрунтована кількість, відповідно, маневрових локомотивів, бригад пункту технічного огляду вагонів, вивізних локомотивів на ПТС, бригад ремонтно-екіпірувального депо.

Тривалість обробки СПВ на території ПК  $\theta_{ij}$  спроможні оптимізувати (за рахунок тенденції зменшення тривалості) наступні показники:  $N_{млїj}$ ,  $N_{ПТОїj}$ ,  $N_{влїj}$ ,  $N_{РЕДїj}$ . Для даної множини показників збільшення їх значень може призвести до значних додаткових єдиноразових та експлуатаційних витрат. Тобто задачу визначення раціональних технічних параметрів функціонування ПК слід кваліфікувати як оптимізаційну відносно економічно обґрунтованих значень наведеної множини показників.

Оскільки тривалість виконання технологічних операцій з СПВ на  $i$ -ій пасажирській станції  $j$ -го маршруту руху СПВ залежить від заданих значень технічних параметрів функціонування ПК, визначення даних параметрів ПС та ПТС слід здійснювати за умовою мінімізації сумарних єдиноразових і експлуатаційних витрат ( $B$ ) за період життєвого циклу ( $t_{жц}$ )

$$B = \int_0^{t_{жц}} B(N_{млїj}, N_{влїj}) dt \rightarrow \min. \quad (9)$$

Мінімізація цільової функції здійснюється за умовою, що  $1 \leq N_{млїj} \leq N_{млїj}^{\max}; 1 \leq N_{влїj} \leq N_{влїj}^{\max}$ . У якості життєвого циклу системи пропонується обрати період часу, обмежений середнім терміном служби ( $n$ ) маневрових та вивізних локомотивів (для тепловозів – 29 років, для електровозів – 36 років). Економічний ефект від здійснення інвестиційного проекту, а саме, збільшення кількості маневрових або вивізних локомотивів на ПК, визначається згідно з умовами їх використання за розрахунковий період (життєвий цикл). Сукупний економічний ефект визначається як сума річних економічних ефектів за розрахунковий період з обов'язковим урахуванням фактору часу (дисконтуванням або компаундуванням грошових потоків) за формулою

$$E(N_{млїj}, N_{влїj}) = \sum_{t_{жц}=1}^n E_{t_{жц}} \cdot \alpha_{t_{жц}} = \sum_{t_{жц}=1}^n (P_{t_{жц}} - B_{t_{жц}}) \cdot \alpha_{t_{жц}}, \quad (10)$$

де  $E(N_{млїj}, N_{влїj})$  – економічний ефект проекту впровадження додаткових локомотивів на ПС за період життєвого циклу, грн;  $P_{t_{жц}}$  – вартісна оцінка результатів здійснення проекту за кожен рік життєвого циклу, грн;  $B_{t_{жц}}$  – вартісна оцінка витрат на здійснення проекту за кожен рік життєвого циклу, грн;  $\alpha_{t_{жц}}$  – коефіцієнт приведення результатів і витрат до розрахункового року.

Оскільки тривалість виконання технологічних операцій з СПВ на  $i$ -ій ПС  $j$ -го маршруту руху СПВ залежить від заданих значень кількості бригад працівників ПК, а саме,  $N_{птоїj}, N_{редїj}$  визначення даних параметрів ПС та ПТС слід здійснювати за умовою оцінювання економічного ефекту від впровадження заданої кількості бригад за розрахунковий період ( $t_p$ )

$$E(N_{птоїj}, N_{редїj}) = \sum_{t_p=1}^r E_{t_p} \cdot \alpha_{t_p} = \sum_{t_p=1}^r (P_{t_p} - B_{t_p}) \cdot \alpha_{t_p} \geq 0, \quad (11)$$

де  $r$  – тривалість розрахункового періоду, роки;  $P_{t_p}$  – вартісна оцінка результатів здійснення проекту за кожен розрахунковий рік, грн;  $B_{t_p}$  – вартісна оцінка витрат на здійснення проекту за кожен розрахунковий рік, грн;  $\alpha_{t_p}$  – коефіцієнт приведення результатів і витрат до розрахункового року.

Наукова процедура комплексного розрахунку технічних параметрів ПК, що запропонована у дисертації, на відмінність від традиційної базується на визначенні вказаних параметрів у ході імітаційного моделювання процесу обслуговування СПВ на території ПК на електронній обчислювальній машині. Наведена постановка задачі належить до класу задач математичного лінійного дискретного програмування. Задачу

задано у неявному вигляді, тому для її вирішення використано метод імітаційного моделювання. Вирішення поставленої задачі удосконалення роботи ПК проведено з використанням математичного апарату мереж Петрі (рис. 3).

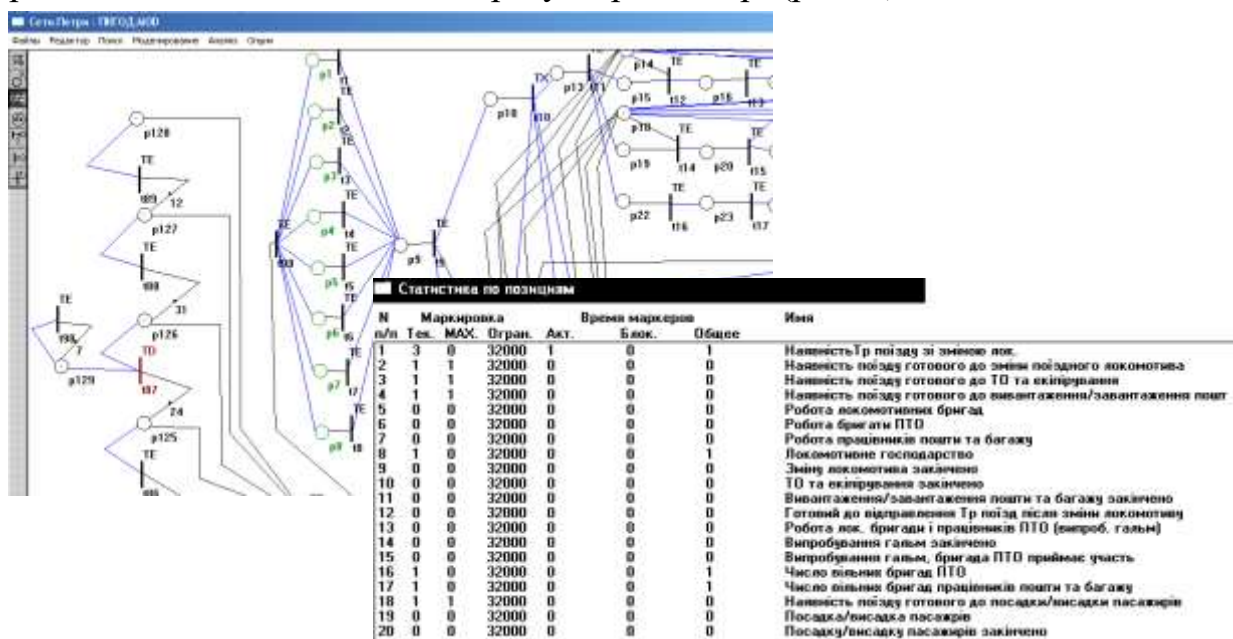


Рисунок 3 – Програмний інтерфейс моделі функціонування ПК

Використання апарату мереж Петрі дозволяє провести моделювання усіх технологічних ліній обробки пасажирських поїздів різних категорій як на мікрорівні – рівні залізничних станцій, так і на макрорівні – рівні залізничної мережі України. Вхідними параметрами імітаційної моделі виступають кількість колій на ПС та ПТС, кількість бригад працівників пункту технічного огляду, ремонтно-екіпірувального депо, тривалість виконання технологічних операцій, час прибуття та відправлення пасажирських поїздів згідно із затвердженим РРПП.

У результаті використання моделі ПК встановлено, що тривалість обробки транзитного поїзду зі зміною локомотиву та складу на ПК можна скоротити на 4,34 хв. за рахунок паралельного виконання технологічних операцій при відчепленні та причепленні вагонів (при відчепленні вагона від голови поїзда можливе відчеплення поїздного локомотива разом із групою вагонів, призначених для відчеплення від поїзда на даній станції, і, після виїзду поїздного локомотива разом з вагонами з колії прийому, здійснювати їх обробку; так само і при причепленні вагонів в голову – одночасно подавати завчасно підготовлений поїздний локомотив разом з вагонами для причеплення). Тривалість обробку поїзда свого формування по прибуттю скоротилася на 28,09 хв. (за рахунок паралельного початку виконання таких технологічних операцій, як відчеплення поїздного локомотива та поштових і багажних вагонів одночасно), тривалість обробки складу на ПТС – на 45,83 хв. (за рахунок паралельного початку операцій у ремонтно-екіпірувальному депо, таких як внутрішній ремонт вагонів, зарядка акумуляторних батарей, екіпування вугіллям та водою) у порівнянні з технологічними графіками станції Харків-Пасажирський Південної залізниці.

Отримані результати моделювання перевірені на адекватність методом найменших квадратів. Величина похибки складає не більше ніж 5%, що відповідає

умові адекватного відображення структурних та поведінкових властивостей розроблених моделей. У процесі моделювання роботи ПК у будь-який момент можна зафіксувати стан системи, змінити вхідні параметри моделі. Модель є універсальною, бо її можна використовувати для дослідження технології роботи будь-якої станції, задаючи вхідні параметри. Основною метою моделювання постає задача знаходження такого стану моделі ПК, при якому буде досягнута мінімізація часових витрат при обслуговуванні спеціальних вагонів.

Оцінювання графікового поїзду на предмет причеплення до нього спеціальних вагонів враховує середню зручність часу відправлення та прибуття на залізничні станції даного поїзду, встановлену на основі анкетування та експертних оцінок. Для цього розроблено процес визначення оцінки зручності часу відправлення та прибуття спеціальних вагонів на залізничні станції шляхом дослідження інтервалів часу прибуття та відправлення, та регресійного аналізу оцінки зручності інтервалів. Результати, наведені на рис. 4-5, свідчать про те, що найбільш зручним часом для відправлення зі станції є вечірні години, а для прибуття – ранкові та денні з метою подальшої взаємодії з іншими видами транспорту.

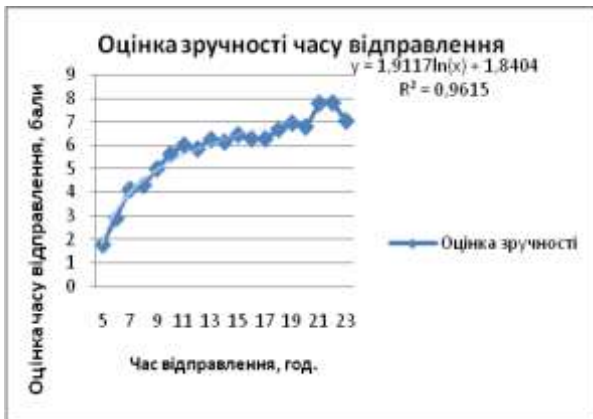


Рисунок 4 – Визначення результатів оцінки зручності часу відправлення спеціальних вагонів зі станції

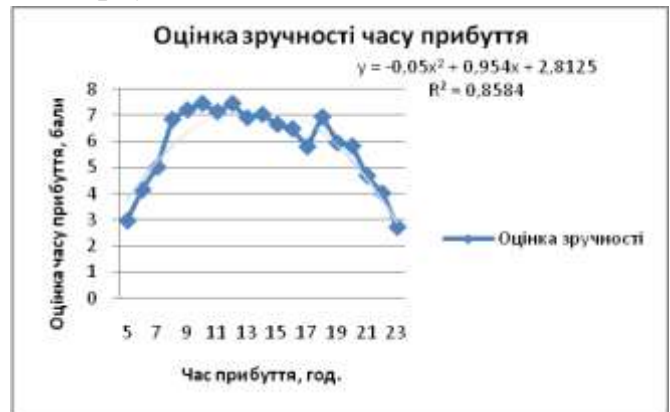


Рисунок 5 – Визначення результатів оцінки зручності часу прибуття спеціальних вагонів на станцію

Реалізація запропонованого підходу надає можливість формування системи підтримки прийняття рішень в межах існуючої інформаційно-керуючої системи залізничного транспорту АСК ПП УЗ.

У четвертому розділі проведено оцінку економічної доцільності впровадження удосконаленої технології залізничних перевезень при організації переміщень пасажирів у безпересадковому сполученні в СПВ. Для вирішення даної задачі необхідно або максимізувати інтегральний ефект від пасажирських перевезень у СПВ, тобто різницю між перевагами пасажирів і витратами залізничного транспорту, яка не покривається тарифами заліниць (еластичний попит), або мінімізувати загальні витрати пасажирів та залізниці (постійний попит). Наведений підхід дозволяє здійснити це на практиці, так як у ньому розглядається мультиперіодна модель оптимізації, в якій початковий та кінцевий пункти маршруту, бажаний час відправлення та прибуття, кількість пасажирських вагонів, а також середній тариф (у випадку еластичного попиту) є змінними вхідними параметрами. Оцінка економічного ефекту впровадження удосконаленої

технології організації пасажирських перевезень у спеціальних вагонах показала, що загальна сума експлуатаційних витрат на організацію руху лише одного спеціального вагону на кільцевому маршруті Харків – Київ – Львів – Одеса – Харків склала 26959,64 грн, а вартість подорожі для одного пасажирів на визначеному кільцевому маршруті склала 1977 грн (або 0,77 грн/пас.-км). Економічний ефект на одному маршруті за умови обслуговування кластеру потенційних пасажирів СПВ складає 34,94 млн грн/рік.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні вирішено науково-прикладне завдання удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в СПВ за рахунок раціоналізації часу використання пасажирського рухомого складу, а саме:

1. На підставі проведеного аналізу стану системи пасажирських перевезень місцевого та прямого сполучень в Україні доведено, що розміри перевезень пасажирів залізничним транспортом поступово збільшуються, і має місце тенденція зниження частки перевезень у 1990-х роках, що пов'язано зі зниженням життєвого рівня населення. Зазначений фактор є причиною уповільнення зростання кількісних показників перевезень. На підставі проведеного аналізу доведена актуальність перевезень організованих груп пасажирів у СПВ. Це дозволить підвищити фінансовий стан залізничного транспорту. Аналіз пасажиропотоків дозволив на основі теорії кластеризації виявити кластер потенційних пасажирів спеціальних вагонів, розмір якого склав 0,004547% від загального пасажиропотоку залізничного транспорту, що відповідає 22 тисячам пасажирів на рік.

2. Для організації перевезень організованих груп пасажирів у якості альтернативного варіанту запропоновано не організацію цілих комерційних поїздів, враховуючи дефіцит пасажирського рухомого складу та обмежену кількість пасажирів на деяких напрямках в Україні, а перевезення у спеціальних комфортних вагонах, які будуть причіплятися до пасажирських поїздів. Основною задачею при перевезеннях таких груп є організація руху вагонів у складі пасажирських поїздів за умови зручності взаємодії з іншими видами транспорту. Виходячи з цього розроблено математичну модель визначення раціональних ниток відправлення СПВ з ПС, та запропоновано процедуру визначення раціонального маршруту руху СПВ у складі пасажирських поїздів на мережі залізниць України. Для вирішення поставленої задачі використано метод еволюційного моделювання (генетичні алгоритми). Розглянуто основні технологічні операції та послідовність їх виконання зі спеціальними вагонами на станції формування і обороту пасажирського поїзду на прикладі залізничної станції Харків-Пасажирський Південної залізниці. Запропоновані підходи дозволяють вирішувати задачі календарного планування та управління ресурсами на залізничному транспорті України.

3. Розроблено багаторівневий комплекс моделей функціонування елементів технологічних підсистем ПК залізничного транспорту, що, на відміну від існуючих імітаційних моделей, дозволяє кожному підсистему представити у вигляді структурно-логічних схем технологічних ліній обробки пасажирських поїздів та вагонів. Модель

дозволяє досліджувати динаміку процесів обробки поїздів на кожному етапі та визначати основні параметри технології пасажирських перевезень у спеціальних вагонах.

4. Сформовано процедуру оцінювання зручності часу прибуття та відправлення кожного поїзду з метою дослідження можливості причеплення спеціальних вагонів, що дозволяє забезпечити максимальне задоволення попиту пасажирів у перевезеннях, визначити зручний час відправлення та прибуття спеціальних вагонів до пунктів призначення. Отримано аналітичну залежність між зручністю та часом прибуття й відправлення вагонів для пасажирів, що дозволило проводити розрахунки оцінки зручності розкладу руху спеціальних вагонів для будь-якого маршруту. Застосування даної процедури дозволяє поетапно описувати весь процес організації робіт для станції формування вагонів та для станції обороту. Дану процедуру покладено в основу системи підтримки прийняття рішень для формування розкладу руху спеціальних вагонів, яка дозволяє корегувати розклад руху СПВ у випадках запізнення пасажирських поїздів або виникнення нестандартних ситуацій.

5. Удосконалено структуру та комплекс задач інформаційно-керуючої системи АСК ПП УЗ при організації пасажирських перевезень у спеціальних вагонах за рахунок сформованих автоматизованих систем тактичного рівня на основі теорії розкладу та оперативного рівня з використанням математичного апарату мереж Петрі.

6. Методом одиничних витратних ставок виконано оцінку економічної доцільності впровадження удосконаленої технології пасажирських залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в спеціальних вагонах, яка показала, що економічний ефект від обслуговування виявленого кластеру пасажирів спеціальних вагонів на запропонованому маршруті склав 34,94 млн грн/рік.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### Основні праці:

1. Сіваконева, Г.О. Побудова математичних моделей технологічних ліній обробки пасажирських поїздів на залізничних станціях [Текст] / Г.О. Сіваконева // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Х.: УкрДАЗТ, 2012. – Вип. 131. – С. 61-67.

2. Альошинський, Є.С. Аналіз транспортної мобільності населення під час проведення Євро-2012 та перспективи розвитку залізничного туризму в Україні [Текст] / Є.С. Альошинський, Г.О. Сіваконева, О.О. Іванько // Международный информационный научно-технический журнал «Вагонный парк». – Х.: Издательство «Подвижной состав», 2011. – №4. – С.15-18.

3. Альошинський, Є.С. Концепція диверсифікації діяльності залізничного транспорту України на основі створення регіональних транспортно-логістичних кластерів [Текст] / Є.С. Альошинський, Є.І. Балака, Ю.В. Шульдінер, С.О. Світлична, Г.О. Сіваконева // Журнал «Залізничний транспорт України». – К., 2012. – №6 (97). – С. 24-28.



4. Альошинський, Є.С. Аналіз можливості організації перевезень пасажирів залізницею в умовах надання туристичних послуг до і після «Євро-2012» [Текст] / Є.С. Альошинський, Г.О. Сіваконева // Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». – Х.: ХНАМГ, 2012. – №105. – С. 407-412.

5. Альошинський, Є.С. Система процесу доставки легкових автомобілів у вантажних модулях при змішаних перевезеннях [Текст] / Є.С. Альошинський, О.П. Процик, С.О. Світлична, О.С. Пестременко-Скрипка, Г.О. Сіваконева // Международный информационный научно-технический журнал «Вагонный парк». – Х.: Издательство «Подвижной состав», 2013. – №8(77). – С. 22-27.

6. Шульдінер, Ю.В. Удосконалення електронного документообігу на залізничному транспорті в межах логістичного кластера Харківського регіону [Текст] / Ю.В. Шульдінер, Г.О. Сіваконева, Д.В. Бадіков // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Х.: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 135. – С. 25-31.

7. Сіваконева, Г.О. Формалізація процесу функціонування автоматизованої технології формування розкладу руху спеціальних пасажирських вагонів [Текст] / Г.О. Сіваконева // Зб. наук. праць УкрДАЗТ. – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 150. – С. 73-78.

**Публікації у виданнях України, які включені до міжнародних наукометричних баз:**

8. Альошинський, Є.С. Аналіз можливості організації місцевої роботи на залізничних станціях в умовах впровадження швидкісного пасажирського руху [Текст] / Є.С. Альошинський, О.С. Губачова, С.О. Світлична, Г.О. Сіваконева, Т.О. Ланчак // Східно-Європейський журнал передових технологій. – Х., 2012. – Том 2. – №3(56). – С.42-46.

9. Альошинський, Є.С. Організація вантажного руху на станції Лозова Південної залізниці в умовах впровадження швидкісного руху [Текст] / Є.С. Альошинський, О.С. Губачова, С.О. Світлична, Г.О. Сіваконева // Журнал «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті». – Х.: УкрДАЗТ, 2013. – №3(100). – С. 54-59.

**Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:**

10. Пат. 76548 Україна, МПК<sup>51</sup> B61L 27/00. Автоматизована система для визначення вхідної інформації для розробки графіку руху поїздів за допомогою імітаційного моделювання [Текст] / Альошинський Є.С., Сіваконева Г.О.; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту; заявл. 06.06.12; опубл. 10.01.13, Бюл. №1/2013.

11. Балака, Є.І. Організаційний аспект відродження та розвитку залізничного туризму на основі кластеризації [Текст] / Є.І. Балака, Г.О. Сіваконева // Журнал «Технологічний аудит та резерви виробництва». – Х., 2014. – Том 1. – №2(15). – С. 41-44.

12. Пат. 93842 Україна, МПК<sup>51</sup> G06F 7/76, G06F 9/44, B61L 25/02. Автоматизована система для розробки графіку руху причіпних пасажирських вагонів туристичного призначення за допомогою імітаційного моделювання [Текст] / Альошинський Є.С., Сіваконева Г.О., Світлична С.О.; заявник та патентовласник Українська державна академія залізничного транспорту; заявл. 04.06.13; опубл. 27.10.14, Бюл. №20/2014.

13. Сиваконева, А.А. Организация транспортно-туристской деятельности железнодорожного транспорта на основе кластеризации [Текст] / А.А. Сиваконева // Коллективная монография «Логистическое управление грузо- и вагонопотоками». – Saarbrücken (Germany): Lambert Academic Publishing, 2014. – С. 55-64.

14. Спосіб перевезення легкових автомобілів у вантажному модулі (ВМ) [Текст]: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 58057 Україна / Альошинський Є.С., Процик О.П., Світлична С.О., Дудник О.С., Кабанець С.В., Пестременко-Скрипка О.С., Сиваконева Г.О.; заявники. – №58948; заявл. 15.12.2014; опубл. 13.01.2015; каталог 19; бюл. 36.

15. Система процесу доставки легкових автомобілів при змішаних перевезеннях за допомогою вантажного модуля (ВМ) [Текст]: свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір 58058 Україна / Альошинський Є.С., Процик О.П., Світлична С.О., Дудник О.С., Кабанець С.В., Пестременко-Скрипка О.С., Сиваконева Г.О.; заявники. – №58949; заявл. 15.12.2014; опубл. 13.01.2015; каталог 19; бюл. 36.

#### **Праці апробаційного характеру:**

16. Альошинський, Є.С. Логістичні дослідження перспективи розвитку залізничного туризму в Україні в умовах підготовки до Євро-2012 [Текст] / Є.С. Альошинський, Г.О. Сиваконева // Матеріали II-ї Міжнародної НПК «Маркетинг і логістика в системі менеджменту пасажирських перевезень на залізничному транспорті», 20-22 вересня 2011 р., м. Донецьк: тези доповідей. – К., 2011. – С. 46-48.

17. Сиваконева, Г.О. Технологія підвищення ефективності пасажирських перевезень залізничним транспортом на основі логістичних досліджень організації транспортних подорожей [Текст] / Г.О. Сиваконева // Тези III-ї Міжнародної НПК «Інтеграція України в міжнародну транспортну систему», 17-18 листопада 2011 р., м. Дніпропетровськ: тези доповідей. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2011. – С. 65-66.

18. Сиваконева, Г.О. Удосконалення технології та умов перевезення пасажирів залізничним транспортом України [Текст] / Г.О. Сиваконева // Зб. наук. праць Sworld. Матеріали Міжнародної НПК «Сучасні проблеми та шляхи їх вирішення в науці, транспорті, виробництві та освіті 2011», 21-28 грудня 2011 р., м. Одеса: тези доповідей. – Одеса: Чорномор'є, 2011. – Том 3. – №4. – С. 58-59.

19. Сиваконева, Г.О. Логістичні основи взаємодії під'їзних колій промислових підприємств зі станцією примикання у Лозовському вузлі [Текст] / Г.О. Сиваконева, С.О. Світлична, О.С. Губачова // Зб. наук. праць за матеріалами IV-ої Міжнародної НПК «Логістика промислових регіонів», 23-25 квітня 2012 р., м. Донецьк – м. Святогірськ: тези доповідей. – Донецьк: ЛАНДОН XXI, 2012. – С. 77-78.

20. Сиваконева, Г.О. Розробка графіку руху туристичних пасажирських поїздів в Україні [Текст] / Г.О. Сиваконева // Зб. наук. праць Sworld. Матеріали міжнародної НПК «Перспективні інновації в науці, освіті, виробництві та транспорті'2012», 21 червня – 3 липня 2012 р.: тези доповідей. – Одеса: КУПРИЄНКО, 2012. – Том 2. – №2. – С. 8-9.

21. Балака, Є.І. Транспортно-логістичні кластери як передумова диверсифікації залізничного транспорту України [Текст] / Є.І. Балака, С.О. Світлична, Г.О. Сиваконева // Матеріали VII-ї Міжнародної НПК «Проблеми економіки та

управління на залізничному транспорті», 11-13 жовтня 2012 р., м. Судак: тези доповідей. – К.: ДЕГУТ, 2012. – С. 226-227.

22. Сіваконева, Г.О. Здійснення пасажирських перевезень в умовах надання транспортних туристичних послуг [Текст] / Г.О. Сіваконева // Журнал «Технологічний аудит і резерви виробництва». Матеріали міжнародної наукової конференції «Наукова періодика слов'янських країн в умовах глобалізації», 10-12 жовтня 2012 р., м. Київ: тези доповідей. – К., 2012. – Том 1. – №5/1(7). – С. 41-42.

23. Сіваконева, Г.О. Обґрунтування потреби моделювання процесу організації пасажирських залізничних перевезень при взаємодії з туристичними організаціями [Текст] / Г.О. Сіваконева // Матеріали дев'ятої Міжнародної НПК «Сучасна наука в мережі Інтернет», 25-27 лютого 2013 р., м. Київ: тези доповідей. – К., 2013. – С. 74-76.

24. Сіваконева, Г.О. Взаємодія залізничного транспорту з туристичними компаніями – шлях до підвищення попиту на послуги залізниці [Текст] / Г.О. Сіваконева // Зб. наук. праць Sworld. Матеріали міжнародної НПК «Сучасні напрямки теоретичних і прикладних досліджень '2013», 19-30 березня 2013 р., м. Одеса: тези доповідей. – Одеса: КУПРИЄНКО, 2013. – Том 1. – №1. – С. 72-74.

25. Сіваконева, Г.О. Аналіз основних етапів розробки туристичного маршруту в умовах організації перевезень залізницею [Текст] / Г.О. Сіваконева // Матеріали II-ї Всеукраїнської НПК студентів та молодих вчених «Проблеми і перспективи розвитку транспорту: технологія, управління, економіка, логістика, право», 19 квітня 2013 р., м. Одеса: тези доповідей. – Одеса, 2013. – С. 96-99.

26. Сіваконева, Г.О. Удосконалення процесу взаємодії залізничного транспорту і туристичних компаній з метою підвищення попиту на пасажирські перевезення [Текст] / Г.О. Сіваконева // Матеріали 75-ої Міжнародної НТК «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті». Зб. наук. праць УкрДАЗТ, 24-25 квітня 2013 р., м. Харків: тези доповідей. – Х.: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 136. – С. 409.

27. Сіваконева, А.А. Технология определения времени нахождения пассажирских вагонов в движении для планирования арендных отношений с туристическими компаниями [Текст] / А.А. Сіваконева // Труды международной НПК «Транспорт – 2013», 24-26 апреля 2013 г., г. Ростов-на-Дону: тезисы докладов. – Ростов-на-Дону, 2013. – Часть 1. – С. 204-206.

28. Сіваконева, Г.О. Використання автоматизованих систем для визначення тривалості залізничних турів [Текст] / Г.О. Сіваконева // Матеріали 73-ої Міжнародної НПК «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту», 23-24 травня 2013 р., м. Дніпропетровськ: тези доповідей. – Дніпропетровськ, 2013. – С. 167-168.

29. Сіваконева, Г.О. Удосконалення взаємодії Укрзалізниці з туристичними компаніями [Текст] / Г.О. Сіваконева // Матеріали дев'ятої міжнародної НПК «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та єдиної транспортної системи України». Вісник економіки транспорту і промисловості, 5-7 червня 2013 р., м. Харків: тези доповідей. – Х.: УкрДАЗТ, 2013. – Вип. 42. – С. 99-100.

30. Сіваконева, Г.О. Розробка методу визначення оцінки зручності часу відправлення та прибуття туристських вагонів на залізничні станції [Текст] /

Г.О. Сіваконева // Зб. наук. праць Sworld. Матеріали міжнародної НПК «Перспективні інновації в науці, освіті, виробництві та транспорті '2013», 20-30 грудня 2013 р.: тези доповідей. – Іваново: МАРКОВА АД, 2013. – Том 2. – №4. – С. 17-19.

31. Сіваконева, Г.О. Метод розробки графіку руху причіпних туристських вагонів [Текст] / Г.О. Сіваконева // Журнал «Технологічний аудит та резерви виробництва». Матеріали НПК «Наукові підсумки 2013 р.». – Х., 2013. – Том 6. – №6(14). – С. 8-10.

32. Сіваконева, Г.О. Удосконалення організації транспортно-туристської діяльності залізниць України на основі кластеризації [Текст] / Г.О. Сіваконева // Тези доповідей 76-ої Міжнародної НПК «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті». Зб. наук. праць УкрДАЗТ, 15-17 квітня 2014 р., м. Харків: тези доповідей. – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 143. – С. 309-310.

33. Сіваконева, Г.О. Дослідження пасажирських залізничних перевезень методами кластерного аналізу [Текст] / Г.О. Сіваконева // Матеріали десятої міжнародної НПК «Проблеми міжнародних транспортних коридорів та корпоративної логістики». Вісник економіки транспорту і промисловості, 5-7 червня 2014 р., м. Харків: тези доповідей. – Х.: УкрДАЗТ, 2014. – Вип. 46. – С. 33.

34. Сіваконева, Г.О. Комплексна оцінка стану системи пасажирських залізничних перевезень місцевого та прямого сполучень в Україні [Текст] / Г.О. Сіваконева // Тези НПК «Розвиток теорії та практики функціонування залізничних станцій та вузлів». Зб. наук. праць ДНУЗТ ім. академіка В. Лазаряна «Транспортні системи та технології перевезень», 11-12 грудня 2014 р., м. Дніпропетровськ: тези доповідей. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2014. – С. 75-77.

## АНОТАЦІЯ

Сіваконева Г.О. Удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у безпересадковому сполученні. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.01 – транспортні системи. – Український державний університет залізничного транспорту МОН України, Харків, 2015.

Дисертацію присвячено вирішенню задачі удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у безпересадковому сполученні в спеціальних вагонах, що, на відмінність від відомих раніше досліджень, враховує можливість мінімізації простоїв пасажирських залізничних вагонів на усіх технологічних етапах. Виявлено кластер потенційних пасажирів спеціальних вагонів за рахунок використання теорії кластеризації. Сформована автоматизована модель розробки розкладу руху спеціальних вагонів у безпересадковому сполученні, яка на відміну від відомих, дозволяє вирішувати основні проблеми формування розкладу руху на оперативному рівні за допомогою теорії розкладу. Досліджено процес оцінювання зручності часу прибуття-відправлення спеціальних вагонів до пунктів призначення, з можливістю його використання у комплексі функціональних задач автоматизованої системи керування пасажирськими перевезеннями Укрзалізниці з метою формування системи підтримки прийняття рішень при формуванні розкладу

руху спеціальних вагонів. Для оцінки економічної доцільності організації руху у спеціальних пасажирських вагонах використано метод одиничних витратних ставок. Економічний ефект виникає за рахунок раціонального використання наявного рухомого складу при перевезеннях організованих груп пасажирів у безпересадковому сполученні.

Ключові слова: кластер, пасажирський комплекс, спеціальний пасажирський вагон, безпересадкове сполучення, залізничний транспорт, розклад руху.

## АННОТАЦІЯ

Сиваконева А.А. Совершенствование технологии пассажирских железнодорожных перевозок в беспересадочном сообщении. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.22.01 – транспортные системы. – Украинский государственный университет железнодорожного транспорта МОН Украины, Харьков, 2015.

Диссертация посвящена решению задачи совершенствования технологии пассажирских железнодорожных перевозок в беспересадочном сообщении в специальных вагонах, что в отличие от известных ранее исследований, учитывает возможность минимизации простоев пассажирских железнодорожных вагонов на всех технологических этапах. Выявлено кластер потенциальных пассажиров специальных вагонов, что в отличие от существующих исследований осуществлено на основе теории кластеризации. Для кластера потенциальных пассажиров установлено, что для организации перевозок организованных групп пассажиров альтернативным вариантом может быть не организация коммерческих поездов, учитывая дефицит пассажирского подвижного состава и ограниченное количество пассажиров на некоторых направлениях в Украине, а перевозки в специальных комфортабельных вагонах, которые будут цепляться к пассажирским поездам. Разработана автоматизированная модель формирования расписания движения специальных вагонов, которая в отличие от известных, позволяет решать основные проблемы формирования расписания движения на оперативном уровне с помощью теории расписания. Формализован процесс функционирования автоматизированной технологии формирования расписания движения железнодорожных пассажирских перевозок в специальных вагонах. Сформулирована целевая функция минимизации времени использования вагонов. Разработанный метод формализации процесса осуществления перевозок организованных групп пассажиров железнодорожным транспортом, и формирование расписания движения таких вагонов, предоставляет возможность определять наиболее слабые места в системе организации перевозок в специальных вагонах. Сформирована автоматизированная система пассажирских перевозок в специальных вагонах на основе сетей Петри на базе автоматизированной системы управления пассажирскими перевозками Укрзализныци за счет введения дополнительных задач на автоматизированные рабочие места работников тактического уровня. С целью совершенствования процесса определения входной информации для разработки расписания движения пассажирских поездов разработана система поддержки принятия решений, с помощью которой достигается технический результат в виде минимизации

эксплуатационных затрат на перевозку пассажиров железными дорогами за счет сокращения времени нахождения пассажирских вагонов на станциях в ожидании отправления (экономия вагоно-часов непродуктивных простоев), что решает проблему нехватки пассажирских вагонов и согласовывает взаимодействие железных дорог с другими видами транспорта. Разработан процесс определения оценки удобства времени отправления и прибытия специальных вагонов на железнодорожные станции, установлено, что для обеспечения максимального удовлетворения спроса пассажиров нужны не только доступные тарифы и качественное обслуживание во время поездки, но и удобное время отправления и прибытия вагонов. Эффективность организации железнодорожных перевозок беспересадочного сообщения существенно повышена за счет использования стратегии маршрутизации и планирования (имеется в виду анализ интересов всех заинтересованных сторон относительно того, каким образом можно достичь их совместной цели) с учетом динамики изменения спроса на услуги железнодорожного транспорта. Для оценки экономической целесообразности организации движения специальных пассажирских вагонов использован метод единичных затратных ставок. Экономический эффект возникает за счет рационального использования имеющегося подвижного состава при перевозках организованных групп пассажиров.

Ключевые слова: кластер, пассажирский комплекс, специальный пассажирский вагон, беспересадочное сообщение, железнодорожный транспорт, расписание движения.

## ABSTRACT

Sivakoneva A.A. Improving passenger rail transportation technology in direct communication. – Manuscript.

Ph.D. thesis in Engineering Science, specialty 05.22.01 – Transport Systems. – Ukrainian State University of Railway Transport of the Ministry of Education of Ukraine, Kharkiv, 2015.

The thesis is devoted to the problem of improving direct passenger rail transportation technology in special cars that, unlike previously known researches, takes into account the possibility of minimizing downtime of passenger rail cars at all process stages. A cluster of potential passengers of special cars was revealed through the use of clustering theory. An automated model was created for the development of schedule for special cars in direct railway communication that, unlike known models, can solve main problems in schedule formation at the operational level through the use of scheduling theory. The process of evaluating convenience of arrival-departure time of special cars to destination points was studied with the possibility of its use in complex of functional tasks of Ukrzaliznytsia's Automated Passenger Traffic Control System in order to develop a decision support system when forming schedule of special cars. To assess the economic feasibility of transportation in special passenger cars a method of single consumable rates was used. The economic effect appears due to the rational use of existing rolling stock for transportation of organized groups of passengers in direct communication.

Keywords: cluster, passenger complex, special passenger car, direct communication, railway transport, train schedule.

**Сіваконева Ганна Олександрівна**

**УДК 656.025.2**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПАСАЖИРСЬКИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ  
ПЕРЕВЕЗЕНЬ У БЕЗПЕРЕСАДКОВОМУ СПОЛУЧЕННІ**

05.22.01 – транспортні системи

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

Надруковано згідно з оригіналом автора

Відповідальний за випуск

к.т.н., доц. Лючков Д.С.

Видавництво УкрДАЗТ. Свідоцтво ДК №2874 від 12.06.2007 р.  
Друкарня УкрДУЗТ: 61050, м. Харків, майдан Фейсбаха, 7.