

УДК 656.224

## АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИМІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УМОВАХ СТВОРЕННЯ ПАТ

Канд. техн. наук Д. В. Константинов, А. Ю. Кафанова, В. Ю. Зайцева, О. С. Миронюк

## АНАЛИЗ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ПРИГОРОДНЫХ ПЕРЕВОЗОК В УСЛОВИЯХ СОЗДАНИЯ ОАО

Канд. техн. наук Д. В. Константинов, А. Ю. Кафанова, В. Ю. Зайцева, О. С. Миронюк

## ANALYSIS OF THE FUNCTIONING COMMUTER TRAFFIC IN TERMS OF CREATING JSC

Cand. of techn. sciences D.V. Konstantinoy, A. J. Kafanova, V. J. Zayceva, O. S. Mironyuk

*У статті проведено аналіз функціонування приміських перевезень залізничного транспорту України в умовах створення ПАТ «Укрзалізниця». Розглянуто проблеми приміських пасажирських перевезень та актуальні шляхи їх вирішення. Запропоновано організаційно технологічні заходи з удосконалення планування і регулювання перевізного процесу в приміському сполученні. Поставлено основні задачі математичного моделювання систем прогнозування та оперативного регулювання приміських перевезень.*

**Ключові слова:** приміські перевезення, реформа, пасажиропотік, ПАТ «Укрзалізниця», прогнозування, оперативне регулювання.

*В статье проведен анализ функционирования пригородных перевозок железнодорожного транспорта Украины в условиях создания ОАО «Укрзалізниця». Рассмотрены проблемы пригородных пассажирских перевозок и актуальные пути их решения. Предложены организационно технологические мероприятия по усовершенствованию планирования и регулирования перевозочного процесса в пригородном сообщении. Поставлены основные задачи математического моделирования систем прогнозирования и оперативного регулирования пригородных перевозок.*

**Ключевые слова:** пригородные перевозки, реформа, пассажиропоток, ОАО «Укрзалізниця», прогнозирование, оперативное регулирование.

*The article gives an analysis of the functioning of suburban railway transportation in Ukraine. Besides, it examines the problems of suburban passenger traffic. The subjects of crisis, unprofitableness and some incompetence of the railways are touched upon in this article. Moreover, it proposes the reforms to improve and stabilize the financial situation of JSC «Ukrzaliznytsia». We consider the problem of the railway industry today. The condition and operation of the commuter traffic in terms of reform and the creation of an open joint stock company (JSC). Also, an analysis of the financial situation, which is unstable and unprofitable at the moment, in the past and this year. A reform plan for improving the condition and operation of the railway. The plan includes proposals for the consideration of transport costs, upgrading staff, motivating employees, employee training, improve the image of the railway and competitiveness. Delivered major problem of mathematical modeling and forecasting of operational management of commuter traffic.*

**Keywords:** suburban transportation, reform, passenger traffic, JSC «Ukrzaliznytsia», prediction, operational control.

**Вступ.** Залізнична галузь України за останні декілька років демонструє негативну динаміку розвитку. Показники обсягів перевезень вантажів і пасажирів так і не вийшли на докризовий рівень і продовжують стрімко падати. Причинами падіння обсягів залізничних перевезень є загальний кризовий стан економіки, високий рівень фізичного зносу рухомого складу залізничного транспорту, технічна й технологічна відсталість залізничної інфраструктури, низький рівень організації перевізного процесу та неефективна робота галузі загалом, а також відсутність своєчасно проведених структурних та інституційних реформ. У поточному році скорочення залізничних перевезень значною мірою зумовлено бойовими діями на сході країни, які призвели до руйнування значної кількості об'єктів залізничної інфраструктури Донбасу.

Сьогоднішні проблеми залізничної галузі не лише унеможливають динамічний розвиток залізничного транспорту в перспективі, а й створюють загрози для економіки країни. Подальше погіршення фінансово-економічного стану залізничної галузі, втрата нею технічної й технологічної стійкості можуть призвести до неспроможності залізниць забезпечити в майбутньому потреби економічного зростання країни й негативно вплинути на функціонування інших галузей економіки, з якими залізничний транспорт України пов'язаний єдиним логістичним і технологічним ланцюгами.

Прийняття постанови "Про утворення публічного акціонерного товариства "Українська залізниця" є доленосним рішенням для розвитку залізничної галузі в Україні, початком розділення регуляторної та господарської функцій на залізничному транспорті загального користування, створення нової організаційної структури ПАТ «Укрзалізниця» та формування на залізничному транспорті вертикально інтегрованої виробничо-технологічної системи управління, структурованої за

видами діяльності, здатної ефективно функціонувати в умовах загострення міжнародної технологічної конкуренції.

Враховуючи сучасні норми європейського законодавства, у процесі реформування залізничної галузі необхідно здійснити організаційну, технічну й технологічну модернізацію залізничного транспорту, поступову демонополізацію галузі та запровадити ефективні ринкові механізми її функціонування й розвитку з метою динамічного нарощування обсягів перевезень вантажів і пасажирів відповідно до потреб соціально-економічного розвитку країни.

Дане дослідження виконано відповідно до «Державної цільової програми реформування залізничного транспорту на 2010-2019 роки», діючої за постановою КМУ №1106-2011-п від 26.10.2011 р., і Закону України «Про особливості утворення публічного акціонерного товариства залізничного транспорту загального користування».

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нині рівень зношеності інфраструктури та рухомого складу залізничного транспорту України сягнув критичної позначки і разом із катастрофічною нестачею інвестиційних ресурсів для їх відновлення та модернізації створюють масштабну державну проблему, унеможливають динамічний розвиток галузі та формують низку загроз для економіки країни. Зазначене вимагає зосередження уваги дослідників на практичних питаннях реформування галузі, формування нової організаційної структури ПАТ «Укрзалізниця», розвитку конкурентного середовища на ринку залізничних послуг.

Дослідженням проблемних питань розвитку та реформування залізничного транспорту в Україні, зокрема щодо удосконалення системи державного і господарського управління галуззю, формування вертикально-інтегрованої організаційної структури ПАТ «Укрзалізниця»,

стабілізації її фінансового стану та оновлення основних фондів, присвячено велику кількість наукових робіт українських учених.

Інвестиції в розвиток пасажирського рухомого складу значно нижче за необхідний рівень. Оновлення рухомого складу та інфраструктури проводиться дуже повільно, що негативно впливає на безпеку руху, призводить до скорочення міжремонтних термінів і, як результат, до зниження швидкості і можливості безпечної доставки вантажів і пасажирів. Головною причиною такої ситуації є недостатній рівень фінансування, що призводить до дефіциту капіталовкладень в оновлення основних фондів залізниці і закупівлю нового рухомого складу, як вагонів, так і локомотивів. Тому сьогодні ПАТ "Укрзалізниця" потребує інвестицій. При цьому присутній брак коштів через збитковість пасажирських і приміських перевезень, недостатнє відшкодування державою коштів, недоотриманих від перевезення пільгових категорій пасажирів [3].

У результаті систематичного зниження виділення коштів з держбюджету на оновлення пасажирського рухомого складу можливості залізниці в перевезенні пасажирів (без оновлення пасажирського парку) впродовж найближчих п'яти років можуть скоротитися з 60 мільйонів до 40 мільйонів пасажирів на рік. Оновлення тягового рухомого складу через відсутність фінансування також є катастрофічним [3].

У статті [3] зазначається, що для підвищення ефективності пасажирських перевезень необхідно провести низку заходів на конкретних об'єктах господарства: впровадити комплексну автоматизацію галузевих підприємств, вдосконалити їхні організаційні структури і технологічні процеси, чітко розмежувати функції управління залежно від виду сполучення. Перевезення пасажирів у приміському та прямому сполученні суттєво розрізняються за типом рухомого складу, особливостями організації графіка

руху, тарифами і системами реалізації проїзних документів, рівнем сервісу. Відрізняється і структура управління цих сполучень.

Згідно з роботою [3] оптимальним напрямком підвищення ефективності приміських перевезень пасажирів на залізничному транспорті є оптимізація графіка руху приміських поїздів. При організації приміських перевезень у тому вигляді, у якому вони існують на сьогоднішній день, вважалося, що приміські поїзди будуть курсувати на відстань не далі 150 км, а приміський рухомий склад розраховувався на більш високі швидкості порівняно з існуючими. На практиці ж деякі приміські поїзди курсують на відстань до 350 км (Київ-Хутір Михайлівський, Київ-Здолбунів). Тому перенаселеність – це не проблема нестачі рухомого складу, а проблема недосконалості організації перевезень. Перевезення пасажирів на відстань більш ніж 150 км мають здійснюватися за внутрішньодержавним тарифом і належати до місцевого сполучення без застосування пільг, що діють у приміському сполученні [5]. Але все ж таки цього недостатньо для вирішення проблем і покращення роботи приміських перевезень і цю галузь потрібно досліджувати і далі.

**Визначення мети та задачі дослідження.** Метою даного дослідження є проведення аналізу сучасного стану та функціонування приміських перевезень на залізницях України в умовах реформування та створення публічних акціонерних товариств (ПАТ). Завдання дослідження є визначення існуючих проблем приміського сектора та пошук ефективних напрямів їх вирішення з визначенням подальших перспектив розвитку приміського сполучення.

**Основна частина дослідження.** Приміські пасажирські перевезення, що виконуються залізницями, – наймасовіші й найдоступніші для населення, але й найзбитковіші. Це зумовлює подальші напрямки їх розвитку: скорочення часу, що

витрачається на поїздки, зменшення витрат і поліпшення інших показників якості обслуговування пасажирів. Завдання розвитку таких перевезень багатопланове і складне, оскільки насправді вимагає особливого підходу як до визначення обсягу змінного пасажиропотоку на станціях, ділянках, напрямках, так і до розвитку інфраструктури й компенсації збитків. Соціальна значущість таких перевезень полягає в тому, що залізниця краще за інші види транспорту пристосовані до освоєння значних приміських пасажиропотоків, забезпечуючи при цьому високу надійність і регулярність сполучення у всі пори року, що і визначає в загальному обсязі приміських пасажирів значну частку осіб, що здійснюють поїздки на роботу і з роботи залізничним транспортом. Ринок пасажирських транспортних послуг представлений внутрішньоміськими, приміськими, регіональними й міжнародними видами пасажирських перевезень. Кожен з них характеризується різною місткістю ринку, видом і рівнем конкуренції, мотивацією поїздки й еластичністю попиту [1].

Для населення, що здійснює щоденні поїздки в приміському сполученні на

роботу й навчання, основним видом транспорту залишається залізничний через його високу провізну здатність, надійність і регулярність руху. Велику соціальну роль приміський залізничний транспорт відіграє і в перевезеннях міського населення на дачні ділянки, до місць масового відпочинку. Крім того, приміським поїздам належить значна частка у внутрішньоміських перевезеннях. На окремих напрямках приміські поїзди працюють і на довших маршрутах, об'єднуючи приміські зони великих міст. Розподіл пасажирських перевезень за видами сполучення має важливе практичне значення для організації перевезень пасажирів, їх планування й економічного аналізу роботи залізниць, вдосконалення тарифів. Від структури пасажирських перевезень за видами сполучення залежать економічні показники роботи залізниць. Пояснюється це відмінністю собівартості дальніх і приміських перевезень, їх оплатою за різними тарифами. З цією метою на залізничному транспорті на рівні дирекцій, залізниць і по мережі в цілому ведеться роздільний облік витрат і доходів за видами сполучення. Приміські перевезення стійко займають перше місце за кількістю перевезених пасажирів [1] (таблиця).

Таблиця

Обсяги пасажирських перевезень за видами сполучень у 2015-2016 роках (млн пас.км)

	План 2015 рік	Очікуваний звіт 2015 рік	Прогноз 2016 рік	Відхилення, % 2016 / план 2015	Відхилення, % 2016 / очікування 2015
Пасажирообіг, у т. ч.	33 683,0	35525,2	35 596,3	5,7	0,2
- міжнародне сполучення	1 261,8	1371,1	1 372,3	8,8	0,1
- внутрішнє сполучення	16 062,2	17591,6	17 719,0	10,3	0,7
- приміське сполучення	16 359,0	16562,5	16 505,0	0,9	-0,3
У т. ч. філія УЗШК	1707,0	1675,0	2058,0	20,6	22,9

У 2016 році залізниця прогнозує незначне збільшення обсягів пасажирських

перевезень. Послугами залізниць планується надати 437,8 млн пасажирів, що

більше за план 2015 року на 16,5 млн пасажирів (3,9 %), до очікуваного звіту – на 132 тис. пасажирів. Пасажирообіг на 2016 рік заплановано в обсязі 35596,3 млн пас.км, що більше за план 2015 року на 5,7 % та очікуваного звіту 2015 року на 0,2 %. У приміському сполученні пасажирообіг прогнозується на рівні 16505 млн пас.км, що більше за план 2015 року на 0,9 % (146 млн пас.км), до очікуваного звіту обсяг зменшиться на 0,3 %. Планується 16 поїздів приміського сполучення після модернізації перевести до категорії міжрегіональних поїздів прямого сполучення [1].

Загальні пасажиропотоки на приміському сполученні по всіх видах транспорту велетенські. Навіть у кризу 2014 року вони не впали. Цей обсяг дозволяє заробляти здебільшого сегменту автобусних перевезень і регіональні залізничні компанії цілком могли б перетягнути в нього значний обсяг пасажиропотоку, потрібний для виживання залізниці.

Однак при всій своїй значущості сучасні приміські перевезення мають значні проблеми:

1. Загальна збитковість, що є причиною низьких доходів від перевезень і відсутності повноцінної дотаційної підтримки з боку держави. Приміські тарифи є занадто низькими порівняно з високим рівнем експлуатаційних витрат на перевезення, а також з урахуванням великої кількості пільгових пасажирів і «зайців». До того ж компенсації з боку держави за перевезення пільговиків є занадто малими, щоб покривати витрати.

2. Високий рівень зносу приміського рухомого складу і загальний його дефіцит, що є причиною занадто повільних темпів оновлення парку приміських поїздів. Загальний знос вже перевищив значення 80 % загального парку приміського рухомого складу, і поступово зростає. Безумовно, оновлення засобів перевезення відбувається поступово, але його темпи не

є достатніми для забезпечення зростаючих вимог щодо якості і сервісу. До того ж нових зразків приміського рухомого складу, що відрізняються більшим рівнем комфорту, ще занадто мало, а експлуатація діючих здійснюється з підвищеною інтенсивністю, що пришвидшує їх знос.

3. Недосконалість діючої організації приміських перевезень і технологій регулювання рухомого складу і розмірів руху, що є причиною відсутності якісних систем планування та оперативного управління приміськими перевезеннями на основі точного прогнозування перевезень та автоматизованого регулювання руху.

У сучасних умовах створення ПАТ «Укрзалізниця» питання удосконалення роботи сектора приміських перевезень з перспективою можливої майбутньої їх приватизації є одним з найбільш важливих. Проблеми приміського сполучення дійшли вже такого рівня, що їх погіршення вже створює загальні застійні процеси в розвитку всієї залізничної галузі в цілому. Отже актуальним є пошук всіх можливих способів вирішення проблем приміських перевезень.

У статті [4] запропоновано свіжі ідеї організаційного реформування приміського комплексу, які заслуговують на детальніший аналіз. Отже, за роботою [4], було б доцільно утворити декілька (за територіальним принципом нині існуючих залізниць) регіональних приміських пасажирських залізничних компаній. Найбільш оптимально було б створити Галицьку регіональну залізничну компанію (Львівська, Тернопільська, Івано-Франківська, Чернівецька, Закарпатська область), Волинську (Волинська і Рівненська області), Київську (Київська та Житомирська області), Сіверську (Чернігівська та Сумська області), Південну (Одеська, Миколаївська, Херсонська області), Подільсько-Черкаську (Хмельницька, Вінницька, Черкаська, Кіровоградська області), Слобожанську (Полтавська, Харківська області, північ

Луганської і Донецької областей), Дніпровську (Дніпропетровська, Запорізька області, Маріуполь).

Отже, вісім (чи п'ять) регіональних залізничних компаній створено. На їх баланс передано наявний рухомий пасажирський склад (у більшості випадків – просто руїни на колесах). У бюджетах областей нема коштів, щоб його утримувати, ремонтувати, покривати збитки. Приміські перевезення приречені бути ліквідованими повністю? Якщо здійснити низку кроків, то шанс вижити у приміських перевезеннях в Україні з'являється [4].

По-перше, підібрати в кожную компанію молоді амбіційні кадри, провести для них профільне стажування в Польщі та інших країнах ЄС і поставити умову – велика зарплата за умови досягнення певних цілей. Цілі мають бути прописані чітко. Терміни вказані реалістичні. Оскільки компанії створюватимуться з нуля – з'являється можливість значно зменшити затрати на штат і лишити на роботі лише необхідних фахівців, оптимальну кількість працівників-залізничників [4].

По-друге, перш ніж передати наявний рухомий склад на баланс регіональних залізничних компаній, потрібно зобов'язати УЗ провести модернізацію локомотивів, щоб зменшити споживання палива як мінімум на 30 %, споживання мастила – на 90 %. Під такі програми модернізації західні фінансові установи кошти надають доволі охоче. Після того як УЗ перестане покривати збитки регіональних компаній, вона за 5 перших років зекономить не менше 15 млрд грн. Зважаючи на це, УЗ в перші три роки реформи повинна інвестувати в модернізацію приміського рухомого складу не менше 5 млрд грн за три роки (з власних прибутків). Новий, або глибоко модернізований, рухомий склад регіональні залізничні компанії поставлять на найбільш затребувані маршрути і він стане головним генератором прибутків.

Фактор швидкості і комфорту дозволить скласти конкуренцію маршруткам [4].

По-третє, держава повинна надати на 15 років право РЗК не платити за доступ до інфраструктури [4].

По-четверте, здійснити низку важливих кроків з покращення іміджу приміських перевезень, продемонструвати унікальні переваги над маршрутками чи автобусами і зберегти їх. Наприклад, приміські електрички дозволяють перевозити великогабаритний багаж, тут зручно перевозити велосипед, вони курсують пунктуально. Якість шляхів у регіонах додає приміським потягам також фактор більшої комфортності, а за фактором ціни, навіть якщо вартість квитка раптово підняти в рази – все одно вона буде нижчою [4].

Відтак, надалі необхідно підняти тарифи – у два-три рази, але так, щоб вони не були вищими за тарифи маршруток. Одночасно зробити максимально жорстким контроль – встановити турнікети, або ж придумати, як змусити провідників не брати "відкупні" в "зайців". Скасувати пільги на безкоштовний проїзд взагалі, але лишити пенсіонерам і студентам знижку в районі 50 % вартості квитка. При цьому необхідно ввести гнучку систему знижок у випадку придбання проїзного або завчасного придбання квитка.

Зрештою підходимо до найголовнішого – оптимізації маршрутної сітки. Ключова ідея створення регіональних залізничних компаній полягає в тому, що місцеві ради краще можуть проаналізувати потреби пасажирів і краще відслідковувати ефективність маршрутів. Існує проблема тиску популістів на владу громад, втім, якщо "бенкет оплачуватиме" громада самостійно, а не аморфний і далекий Київ, то в популізмі буде менше можливостей розвернутися [4].

Якщо впродовж року-півтора підняти вартість проїзду в приміському сполученні у два рази, через вливання коштів у модернізацію зменшити реальну витрату

пального та паливно-мастильних матеріалів на 30 і 90 % відповідно, привести розмір штатних працівників відповідно до економічних потреб, тобто орієнтовно зменшити на третину, скасувати безкоштовний проїзд, ввести гнучку систему тарифної сітки, за необхідності зменшити кількість рейсів, але покращити їх стикування та швидкість, ввести жорсткий контроль і знищувати будь-які можливості маніпулювання матеріальними засобами чи штрафами, побороти корупцію як серед провідників, так і адміністрації, відмовитися від утримання надлишкової інфраструктури і нерухомості, то роботу майбутніх регіональних приміських залізничних компаній можна вивести, принаймні, у нуль за три-чотири роки [4].

Багато що з цього вже зробила Польща, але там експеримент поки що не вийшов у прибуток з однієї простої причини – у поляків є власні автомобілі і вони віддають перевагу цьому виду транспорту [4]. Польським приміським компаніям тепер доводиться інвестувати шалені суми у придбання люксового рухомого складу, аби пасажир почувався в ньому краще і зручніше, ніж у своєму авто. Тому відсутність автомобілів і, що не менш важливо, доріг в Україні дозволяє сподіватися на кращий результат у нас. Ще як приклад, експлуатація ПАТ «РЖД» поїзда Москва-Ніцца свідчить, що навіть при вартості квитків понад 1000 євро (вдвічі дорожче за авіаквитки) всі квитки розкуповуються. Отже, завжди є сегмент пасажирів з потребою в більш високому

рівні співвідношення "ціна-якість". І цей сегмент перевезень можуть зайняти перевізники за участю приватного капіталу, здатного інвестувати в оновлення і розвиток рухомого складу [4].

Однак всі перераховані заходи не будуть мати достатньо високої ефективності, якщо будуть впроваджуватись без урахування необхідності удосконалення технологій перевізного процесу, а саме прогнозування та оперативного регулювання перевезень [9,10].

Завдання прогнозування в загальному вигляді зводиться до оцінки майбутніх значень впорядкованих у часі даних на основі аналізу та виявлення складних залежностей у вже існуючих даних. Враховуючи значні коливання пасажиропотоків протягом доби та нерівномірність графіка відправлення приміських поїздів на напрямку, що розглядається (як і по всіх інших напрямках), з метою оптимізації процесу прогнозування та адаптації до коливань і нечіткості вхідної інформації вирішено розділити вихідну вибірку (дані відправлення за добу) на періоди (8 періодів по 3 години) (рисунок). Це дасть змогу наблизитись до більш чітких значень і на основі спрогнозованих даних отримати достатній період часу на проведення оперативних регулювальних заходів [6].

Вихідною інформацією для проведення прогнозування є часовий ряд, що складається зі значень у послідовні моменти часу. Тому загальний вигляд задачі прогнозування буде

$$\mathbf{X} = (X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-d-1}, X_{t-d}) \rightarrow y_{t+1} = f(\mathbf{X}), \quad (1)$$

де  $\mathbf{X} = (X_t, X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-d-1}, X_{t-d})$  – значення пасажиропотоку в певні періоди доби  $t$ , що подаються на вхід моделі, з глибиною занурення  $d$ ;

$y_{t+1} = f(\mathbf{X})$  – прогнозне значення пасажиропотоку на наступний період доби  $t+1$ , що залежить від значення входу.

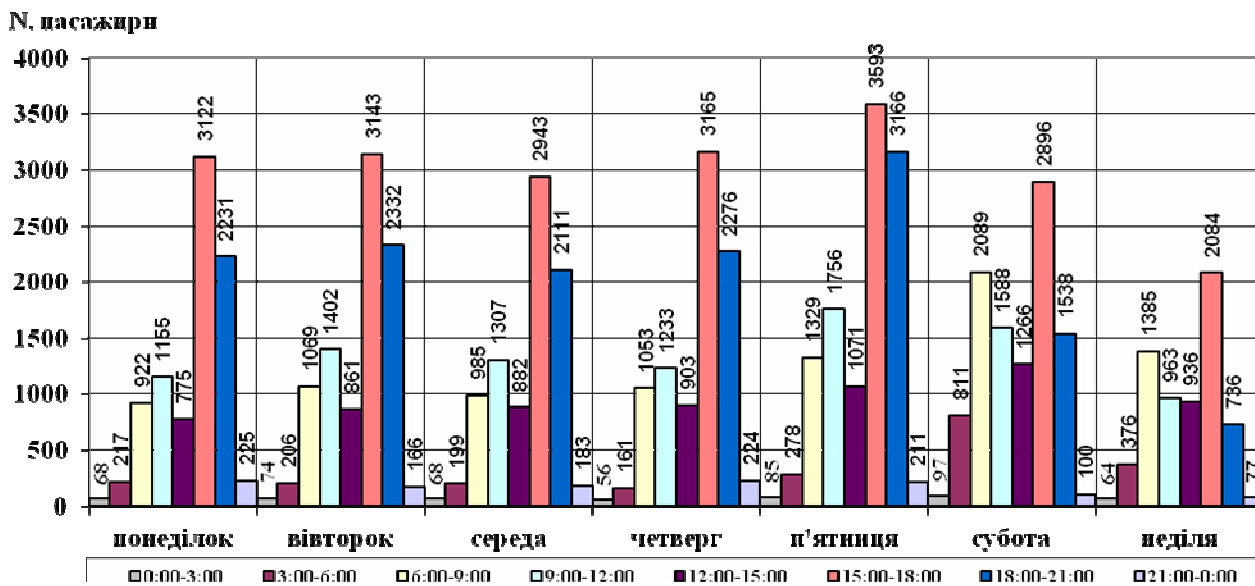


Рис. Динаміки відправлення пасажирів у приміському сполученні по годинах доби в Казачанському напрямку ст. Харків-Пасажирський

Впровадження оперативного регулювання приміськими перевезеннями з використанням нових зразків рухомого складу, таких як рейковий автобус, на основі передових досягнень у галузі інтелектуальних технологій є одним з найперспективніших шляхів розвитку галузі. Реалізація оперативної технології потребує надання системі управління адаптації та сприятливості до змін ситуації на ринку перевезень, що обумовлює необхідність розроблення та впровадження систем підтримки прийняття рішень (СППР), спрямованих на оптимізацію процесу прийняття оперативних рішень на всіх рівнях управління приміським пасажирським комплексом [7].

Можливі варіанти вирішення завдання оперативного регулювання приміського рухомого складу залежать від трьох основних параметрів технологічного процесу в приміському русі: очікуваних темпів зміни пасажиропотоку  $\Delta A$ , отриманих за прогнозом надходження пасажирів на транспорт, коефіцієнта використання місткості приміських пасажирських поїздів  $\alpha$  даного напрямку на момент розрахунку та достатнього часу на реалізацію оперативного регулювання  $t_{об}$  в умовах обмеження за розкладом руху [7]. Таким чином, задача розроблення відповідних рішень для оперативного регулювання композиції состава полягає у виконанні відображення

$$X = (\Delta A, \alpha, t_{об}) \rightarrow D \in \{d_1, d_2, \dots, d_k\} \quad (2)$$

де  $d_1$  - збільшити кількість секцій;  
 $d_2$  - зменшити кількість секцій;  
 $d_3$  - не виконувати оперативне регулювання;

$d_4$  - призначити додатковий електропоїзд;  
 $d_5$  - відмінити електропоїзд;  
 $d_6$  - призначити рейковий автобус і відмінити електропоїзд;



$d_7$  - відмінити рейковий автобус і призначити електропоїзд [7].

Також можливим вирішенням питання оптимізації використання приміського рухомого складу в умовах впровадження оперативного регулювання композиції приміських поїздів може бути розроблення нових гнучких схем курсування, заснованих на принципах адаптації до рівня попиту та мінімізації витрат на перевезення [8]. Всі можливі варіанти організації прямування приміських поїздів у певному маршруті в мережі складаються з суми витрат на станції відправлення та на шляху прямування на організацію кожного  $X_{ij}$ -го приміського маршруту. Позначивши витрати на організації маршруту через  $C_{ij}^n$  (об'єм оперативно-регулювальної роботи, тобто фізична кількість секцій чи вагонів, що необхідно причепити або відчепити), і витрати на шляху прямування через недонаселеність  $N = 100\% - H_{ij}^n$  ( $H_{ij}^n$  - населеність на вагон), можна сформулювати задачу оптимізації вибору приміських маршрутів

$$\sum_{n=1}^p x_{ij}^n (C_{ij}^n + N_{ij}^n) \Rightarrow \min, \quad (3)$$

де  $X_{ij}$  - певний приміський маршрут на певному напрямку в певний період часу.

Таким чином, задача розроблення відповідних рішень для оперативного регулювання композиції складає полягає у виконанні відображення [8]

$$X = (C_{ij}^n, H_{ij}^n) \rightarrow D \in \{d_1, d_2, \dots, d_k\}, \quad (4)$$

де  $d_1$  - доцільність призначення 100 %;

$d_2$  - доцільність призначення 87,5 %;

$d_3$  - доцільність призначення 75 %;

$d_4$  - доцільність призначення 62,5 %;

$d_5$  - доцільність призначення 50 %.

$d_6$  - доцільність призначення 37,5 %;

$d_7$  - доцільність призначення 25 %;

$d_8$  - доцільність призначення 12,5 %;

$d_9$  - доцільність призначення 0 %.

**Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку.** Розроблення і впровадження на основі запропонованих завдань комплексу моделей системи оперативного регулювання приміськими перевезеннями у комплексі з системою прогнозування приміських пасажиропотоків і системою підтримки прийняття рішення стосовно оперативного регулювання композиції приміських поїздів дозволить комплексно удосконалити організацію приміських пасажирських перевезень з можливістю подальшої інтеграції та розвитку її в системі АСКПШУЗ. У результаті реалізації всіх вищезазначених заходів нова технологія організації дозволить раціонально забезпечити попит пасажирів при підвищенні рівня рентабельності приміського рухомого складу та продуктивності перевезень, що у свою чергу вплине на зниження експлуатаційних витрат.

### Список використаних джерел

1. Михайличенко, К. М. Удосконалення механізмів реформування та розвитку залізничного транспорту в контексті реалізації структурних реформ в галузі (аналітична записка) [Електронний ресурс] / К.М. Михайличенко, О.В. Собкевич. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/articles/1662> (дата звернення 20.07.2016).

2. Михайличенко, К.М. Розвиток залізничного транспорту України в умовах здійснення структурних реформ у галузі та забезпечення економічної безпеки держави [Електронний

ресурс] / К.М. Михайличенко // Архів 2014 р. – Режим доступу: <http://www.ekuzt.gov.ua/node/109> (дата звернення 20.07.2016).

3. Елагин, Ю. В. Проблемы и подходы обновления пассажирского подвижного состава [Электронный ресурс] / Ю.В. Елагин // Архів 2014 р. – Режим доступа: <http://www.ekuzt.gov.ua/node/146> (дата обращения 20.07.2016).

4. Грошовський, І. Яка реформа потрібна приміському залізничному транспорту [Електронний ресурс] / І. Грошовський. – Режим доступу: [http://cfts.org.ua/blogs/yaka\\_reforma\\_potribna\\_primiskomu\\_zaliznichnomu\\_spoluchennyu\\_39](http://cfts.org.ua/blogs/yaka_reforma_potribna_primiskomu_zaliznichnomu_spoluchennyu_39). (дата звернення 20.07.2016).

5. Транспортно-комунікаційний комплекс «Напрями вдосконалення пасажирських та вантажних перевезень в Україні» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://labook.com.ua/book\\_transportno-komunikacijnij-kompleks\\_784/4\\_3.-napryami-vdoskonalennya-pasazhirskih-ta-vantaznih-perevezen-v-ukrani](http://labook.com.ua/book_transportno-komunikacijnij-kompleks_784/4_3.-napryami-vdoskonalennya-pasazhirskih-ta-vantaznih-perevezen-v-ukrani) (дата звернення 20.07.2016).

6. Константинов, Д. В. Моделирование системы оперативного прогнозирования пассажиропотоков в приміському сполученні на основі використання інтелектуальних технологій [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Константинов, Т.О. Деревянко // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – Харків, 2009. – №1/3(37). – С. 43–47.

7. Константинов, Д. В. Розробка системи підтримки прийняття рішень з застосуванням нейро-нечіткого моделювання для реалізації оперативного регулювання композиції составів у приміському сполученні [Текст] / Д.В. Константинов // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – Вип. 111. – С. 68–81.

8. Константинов, Д. В. Моделирование оперативного регулирования маршрутами приміського руху на основі нечіткої логіки та нейронних мереж [Текст] / Т.В. Бутько, Д.В. Константинов // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2010. – №1(80)'. – С. 13–19.

9. Rahman S. Understanding the determinants of demand for public transport: Evidence from suburban rail operations in five divisions of Indian Railways / Syed Rahman, Chandra Balijepalli // Transport Policy. – May 2016. – Vol.48. – P. 13-22.

10. Li X. Applicative suburban line pattern of urban rail transit in China / Xiuping Li, Tao Yang, Quan Shi // Procedia – Social and Behavioral Sciences. – November 2013. – Vol.96. – P. 2260-2266.

Рецензент д-р техн. наук, професор О. В. Лаврухін

---

Константинов Денис Володимирович, канд. техн. наук, кафедра управління експлуатаційною роботою Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: (057) 730-10-88. E-mail: [kdv1984@ukr.net](mailto:kdv1984@ukr.net).

Кафанова Альона Юріївна, студентка гр. МЗ-ОПУТ-Б-15 Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 0990575932. E-mail: [alencka\\_92@gmail.com](mailto:alencka_92@gmail.com).

Зайцева Валерія Юріївна, студентка групи МЗ-ОПУТ-Б-14 Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 0938490310. E-mail: [alencka\\_92@gmail.com](mailto:alencka_92@gmail.com).

Миронюк Ольга Сергіївна, студентка групи 21-VI-ОПУТм Українського державного університету залізничного транспорту. Тел.: 0990575932. E-mail: [olga.olga.021191@gmail.com](mailto:olga.olga.021191@gmail.com).

Denis Konstantinov, cand. of techn. sciences, Department of operational work Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: (057)730-10-88. E-mail: [kdv1984@ukr.net](mailto:kdv1984@ukr.net).

Kafanova Alona Yuriivna, student of group MZ-OPUT-B-15 Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 0990575932. E-mail: [alencka\\_92@gmail.com](mailto:alencka_92@gmail.com).

Zayceva Valeriya Yuriivna, student of group MZ-OPUT-B-14 Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 0938490310. E-mail: [alencka\\_92@gmail.com](mailto:alencka_92@gmail.com).

Mironyuk Olga Sergeyevna, student of group 21-VI-OPUTm Ukrainian State University of Railway Transport. Tel.: 0990575932. E-mail: [olga.olga.021191@gmail.com](mailto:olga.olga.021191@gmail.com).

Стаття прийнята 23.08.2016 р.