

*Досліджено питання підвищення доходності пасажирських залізничних перевезень в Україні. На основі аналізу статистичних даних розподілу пасажиропотоків по різних маршрутах руху встановлено, що реалізація мети дослідження можлива за рахунок надання додаткових послуг комерційного характеру. Запропоновано спосіб визначення потенційних користувачів транспортних продуктів перевезень залізничним транспортом з використанням методу кластерного аналізу*

*Ключові слова: кластерний аналіз пасажиропотоків, транспортний продукт перевезень, безпересадкове залізничне сполучення*

*Исследованы вопросы повышения доходности пассажирских железнодорожных перевозок в Украине. На основе анализа статистических данных распределения пассажиропотоков по разным маршрутам движения установлено, что реализация цели исследования возможна за счет предоставления дополнительных услуг коммерческого характера. Предложен способ определения потенциальных пользователей транспортных продуктов перевозок железнодорожным транспортом с использованием метода кластерного анализа*

*Ключевые слова: кластерный анализ пассажиропотоков, транспортный продукт перевозок, беспересадочное железнодорожное сообщение*

УДК 656.025.2

DOI: 10.15587/1729-4061.2015.56580

# РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ДОХОДНОСТІ ПАСАЖИРСЬКИХ ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ

Г. О. Примаченко

Кандидат технічних наук, асистент  
Кафедра транспортних систем та логістики  
Український державний університет  
залізничного транспорту  
пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61000  
E-mail: AnnSivakoneva@yandex.ua

## 1. Вступ

21 жовтня 2015 року уряд України зареєстрував публічне акціонерне товариство «Українська залізниця» створене на базі Державної адміністрації залізничного транспорту України («Укрзалізниця»). Цей крок – один із елементів реформування залізничної галузі, покликаний залучити інвестиції для модернізації інфраструктури.

Метою діяльності сучасного залізничного транспорту України у сфері пасажирських перевезень є задоволення потреб населення у перевезеннях з забезпеченням високого рівня якості обслуговування. Пасажирські перевезення повинні бути не лише зручними та доступними, а й відповідати вимогам безпеки руху, забезпечувати високу швидкість доставки пасажирів до пунктів призначення, конкурентоспроможну позицію залізничного транспорту на ринку перевезень. До того ж, одним з пріоритетних напрямків розвитку галузі є підвищення фінансового стану залізничного транспорту, що підкреслює актуальність даного дослідження.

Реалізація наведеного напрямку діяльності залізниць не можлива без науково обґрунтованого вирішення цілої низки взаємопов'язаних задач: технічних, технологічних та економічних [1–8].

Якщо метою удосконалення організації транспортної діяльності залізниць повинно стати покращення фінансового стану залізничної галузі, то необхідним є розвиток супутніх послуг, які спро-

можна надавати залізниця, наприклад, таких як перевезення організованих груп пасажирів у спеціальних вагонах. Вирішальним кроком у забезпеченні конкурентоспроможності та стійкого розвитку пасажирських залізничних перевезень має стати робота зі створення конкурентоспроможного ринку транспортних послуг із застосуванням системи фірмового транспортного обслуговування для пасажирів. Такий підхід може бути реалізовано за рахунок організації безпересадкового руху, що дозволить максимально повно задовольнити потреби населення при ефективному використанні технічних засобів, і, як наслідок, при системному зниженні собівартості перевезень.

Основними проблемами розвитку пасажирських перевезень місцевого та прямого сполучення є зношеність транспортних засобів, технічна та технологічна недосконалість процесу організації перевезень, недостатня кількість інвестицій у галузь для оновлення парку транспортних засобів та розвитку галузі в цілому, дуже низький рівень компенсацій з боку держави на здійснення соціально значущих перевезень, відсутність системи логістики пасажирських перевезень та ін. Визначені проблеми залізничної галузі у сфері пасажирських перевезень можуть бути вирішені лише за рахунок підвищення фінансового стану залізничного транспорту, на даному етапі розвитку галузі це може стати можливим за рахунок використання наукових підходів щодо раціонального використання наявного рухомого складу.

Структура управління пасажирським комплексом повинна відповідати потребам ринкової економіки і бути орієнтованою на пасажирів, у протилежному випадку дана структура не зможе задовольнити потреби пасажирів у перевезеннях та їх якості. Тому постає необхідність застосування окремих наукових положень стосовно дослідження динаміки пасажиропотоків, питань попиту на окремі маршрути та години доби з метою виявлення кластеру потенційних пасажирів для певних категорій пасажирських вагонів в умовах дефіциту рухомого складу.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Проведені на цей час дослідження розкривають питання історичного розвитку перевезень пасажирів [1, 2] та спрямовані на аналіз досвіду організації залізничного туризму, на основі чого висунуто ряд пропозицій щодо перспектив його розвитку у сучасних умовах. Але детально не розглянути як саме це вплине на фінансовий стан залізничної галузі враховуючи дефіцит пасажирського рухомого складу в Україні.

У роботах [3, 4] розглянуті питання прогнозування пасажиропотоків на залізничному транспорті але питання прогнозування кількості пасажирів окремих категорій вагонів зовсім не приділяється увага.

У сфері залізничних пасажирських перевезень досліджено питання організації та управління окремими функціями транспортної галузі [5–7], розкриття технології здійснення перевезень пасажирів залізничним транспортом [8], а теорія і практика здійснення перевезень пасажирів на маршрутах з низькою населеністю та у безпересадковому сполученні має більше описовий характер. А у сучасних умовах збитковості галузі та нестачі рухомого складу це актуальний напрямок для дослідження.

Доцільність проведення розрахунків параметрів стану системи пасажирських перевезень залізничним транспортом було доведено у [9], де запропоновано вирішувати задачу побудови плану формування пасажирських поїздів з урахуванням розподілу пасажиропотоку по поїздам і обліком різних варіантів пересадки, за для чого необхідно було дослідити усі статистичні показники пасажирських перевезень та отримати прогнозні значення. Що було одним із перших кроків щодо визначення прогнозних обсягів пасажирів різних категорій вагонів. Постановка задачі зводиться до задачі синтезу мережі для кожного пасажиропотоку. Однак при вирішенні задачі великої розмірності розрахунки є занадто складними, тому запропонований метод не дає адекватних результатів і є не пристосованим до сучасних ринкових вимог.

Питанням планування пасажирських перевезень приділяється значна увага у [10], де показник зручності перевезень пасажирів є одним з найбільш важливих аспектів транспортної складової, але розглядається лише в сфері прогнозування попиту та відповідного аналізу поведінки потенційних пасажирів. Встановлено, що пасажиром зручніше було б відправлятися з залізничних станцій в другій половині доби, а прибувати до місця призначення – в першій. Наприклад, з метою покращення процесу обслуговування подоро-

жуючих залізничним транспортом за рахунок збільшення швидкості руху поїздів, за розкладом руху пасажирських поїздів на 2012–2013 роки в Україні було відмінено близько 30 пар нічних поїздів. Це дозволило скоротити час доставки пасажирів у пункт призначення. Для оцінки затребуваності нічних поїздів було проведено порівняння нічних фірмових поїздів та денного й вечірнього на маршруті Дніпропетровськ – Київ. Аналіз показав, що нічний поїзд №79/80 користується найбільшим попитом, його населеність у березні 2013 р. склала майже 90 %, у той час як для денного – 42 %, а для вечірнього – 58 %. До того ж, вартість квитка на нічний поїзд №79/80 майже у двічі менша ніж на денний та вечірній, а дохід за березень 2013 р. склав 16,97 млн грн, що на 12,43 млн грн більше ніж від денного, та на 10,71 млн грн більше ніж від вечірнього. Ця проблема є актуальною і сьогодні, а дослідження питання попиту на окремі транспортні продукти сприятиме його вирішенню.

Низький рівень рентабельності залізничного транспорту обумовлено перш за все збитковістю пасажирських перевезень. Послуги залізничного транспорту є соціально значущими і не мають за основну мету отримання прибутку від своєї діяльності тому важко очікувати приплив зовнішніх інвестицій у залізничну галузь. Надання ряду додаткових послуг, які будуть мати комерційне значення, дозволить зменшити збитковість пасажирських перевезень і тим самим зменшити обсяги перехресного субсидювання за рахунок вантажних перевезень.

Згідно з [11] вирішити дану проблему можна за допомогою організації руху безпересадкових вагонів на напрямках із низьким рівнем населеності пасажирських поїздів. Тому необхідно провести комплексну оцінку стану системи пасажирських залізничних перевезень місцевого та прямого сполучень України, за допомогою чого виявити групу потенційних пасажирів безпересадкових вагонів і висунути пропозиції щодо підвищення доходності галузі на основі результатів дослідження.

## 3. Ціль та задачі дослідження

Мета дослідження полягає у розробці пропозицій для підвищення доходності пасажирських залізничних перевезень України в умовах нестачі рухомого складу на основі надання додаткових послуг комерційного характеру.

Для реалізації поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз населеності пасажирських вагонів на різних маршрутах руху з метою виявлення попиту на певні напрямки;
- визначити вплив маршруту руху пасажирських поїздів на кількість пасажирів у вагонах з метою прогнозування необхідної кількості рухомого складу в умовах його суттєвої нестачі;
- запропонувати спосіб визначення потенційних користувачів транспортного продукту перевезень залізничним транспортом;
- висунути пропозиції щодо підвищення фінансового стану залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень.

#### 4. Матеріали та методи дослідження стану системи пасажирських залізничних перевезень в Україні

##### 4.1. Аналіз основних напрямків руху пасажиропотоків залізничним транспортом

Для комплексної оцінки стану системи пасажирських залізничних перевезень місцевого та прямого сполучень України для подальших досліджень було проаналізовано основні напрямки маршрутів.

Пріоритетним виявився західний напрямок, у якому переміщуються 48,5 % пасажирів, на другому місці південно-західний напрямок – 21,5 %, на третьому – південний (20 %) і на останньому – східний (10 %). Аналіз кожного окремого маршруту за вказаними напрямками виявив, що більшість пасажирів у західному напрямку користуються маршрутами на Київ, а менш за все – на Бахмач, Чернігів, Суми та Мукачеве. У східному напрямку більшість пасажирів слідує до Северодонецьку, а менш за все – до Куп'янська. У південно-західному напрямку до Миколаєва більша частина, а менша – до Херсону, у південному – більша до Одеси, а менша – до Умані [11].

При аналізі числа пасажирів в одному рейсі встановлено, що у західному напрямку максимальна кількість пасажирів у рейсах до Івано-Франківська, Житомира, у східному – до Маріуполя, у південно-західному – до Херсону, у південному – до Одеси. Мінімум пасажирів виявилось у рейсах до Ужгорода, Сум, Мукачеве (західний напрямок), Куп'янська (східний напрямок), Запоріжжя (південно-західний напрямок), Умані (південний напрямок).

Було досліджено довжину маршрутів руху пасажирських поїздів зі станції Харків-Пасажирський Південної залізниці. Отримані результати порівняно з показником середньої населеності пасажирських вагонів. Встановлено прямопропорційну залежність між довжиною маршруту і кількістю пасажирів на одному маршруті (рис. 1).

Визначення прямопропорційної залежності дальності маршрутів руху пасажирських поїздів від населеності вагонів допомагає визначати прогнозу кількість вагонів у складі пасажирських поїздів за допомогою використання відомих методів прогнозування [9, 11], що особливо актуально в умовах дефіциту рухомого складу в Україні.

##### 4.2. Дослідження кількості пасажирів на маршрутах руху пасажирських поїздів

Були проведені дослідження закону розподілу кількості пасажирів на маршрутах руху пасажирських поїздів на основі статистичних даних за 2012–2014 роки [11]. Оцінка гіпотези про підпорядкованість числа пасажирів на маршруті нормальному закону розподілу за критерієм  $\chi^2$ -квадрат Пірсона виявила, що ймовірність даної гіпотези дорівнює 0, а ймовірність гіпотези про поліноміальний закон розподілу дорівнює 0,989531786, що свідчить про високий рівень відповідності вибірки поліноміальному закону (рис. 2). Звідси слідує, що кількість пасажирів на маршрутах руху пасажирських поїздів підпорядковується поліноміальному закону.

Таким чином, на основі проведеного статистичного аналізу кількості пасажирів на маршрутах руху пасажирських поїздів було доведено, що даний показник підпорядковується поліноміальному закону. Цей факт свідчить про стохастичний характер заповнення пасажирських вагонів на маршрутах і підкреслює складність формування маршрутів руху для безпересадкових вагонів. Враховуючи вищезазначене необхідно розглядати процес формування безпересадкових маршрутів як макrorівневу систему залізничних пасажирських перевезень. Перевірено чи впливає напрямок руху на число пасажирів у поїзді і навпаки за допомогою двохфакторного дисперсійного аналізу, який визначає роль окремих факторів у зміні тієї чи іншої ознаки.

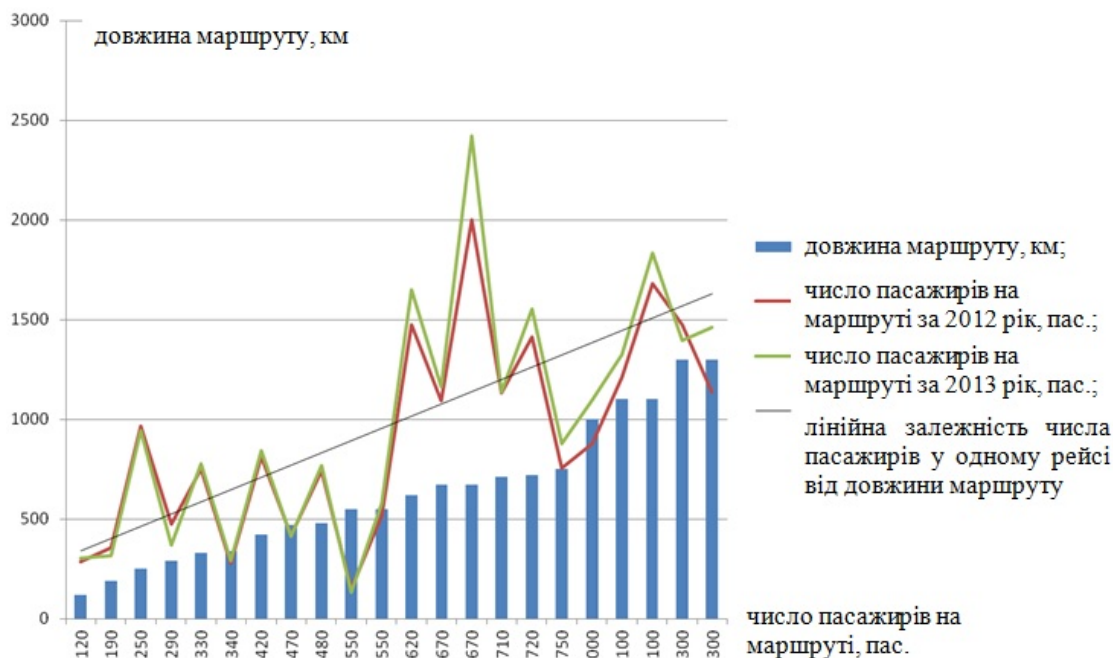


Рис. 1. Діаграма залежності розподілу кількості перевезених пасажирів у одному рейсі від довжини маршруту зі станції Харків-Пасажирський Південної залізниці за основними напрямками за 2012 – 2013 рр.

**Побудова вибіркової функції розподілу кількості пасажирів у одному рейсі**

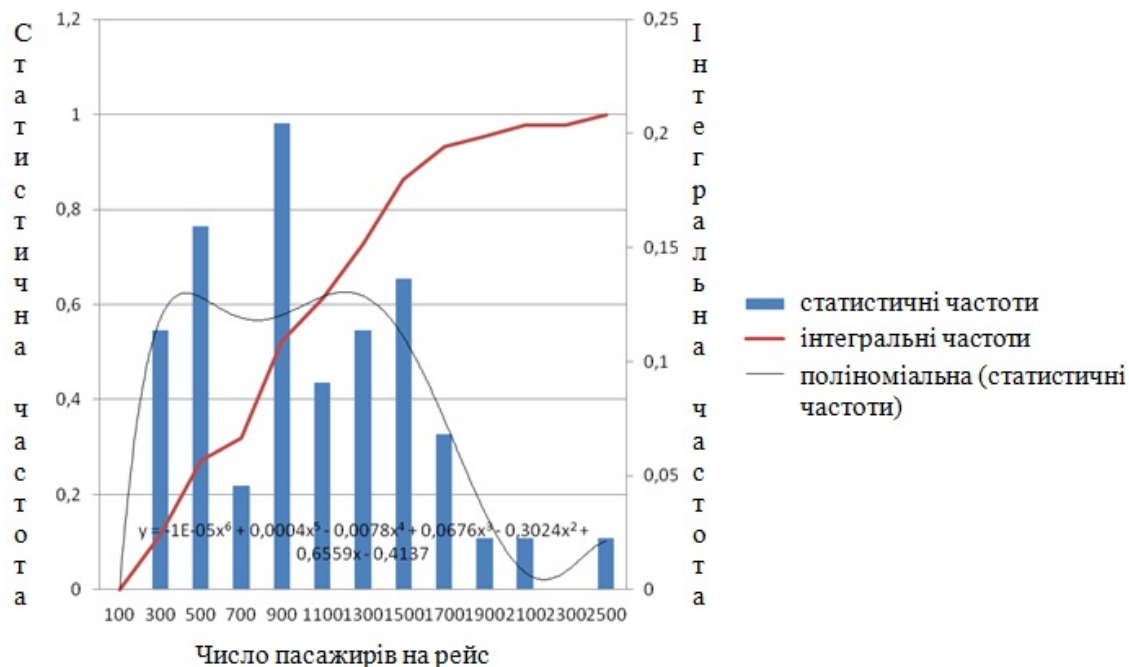


Рис. 2. Діаграма розподілу кількості пасажирів у одному рейсі за основними напрямками руху по Україні (статистичні дані за 2012–2014 рр.)

Спочатку приймаємо нульову гіпотезу, що напрямок маршруту не впливає на кількість пасажирів, тобто дисперсія дорівнює нулю. Для відкидання нульової гіпотези необхідно довести, що дисперсія не дорівнює нулю з ймовірністю не менше 95 %, або має рівень значимості 5 %. Дисперсійний аналіз розраховує ймовірність випадкової різниці (P), яка вказує на значимість різниці. Рівень значимості менше 5 % вказує на те, що різниця не випадкова і говорить про статистичний вплив фактора на вибірку. Таким чином, аналіз довів, що напрямок маршруту впливає на кількість пасажирів (P<5 %), і кількість пасажирів у рейсі впливає на вибір маршруту (P<5 %). До того ж за критерієм Фішера нульова гіпотеза відкидається, якщо емпіричне значення критерію Фішера (F) більше критичного (F<sub>кр</sub>) При цьому F=72,87841446, а F<sub>кр</sub>=2,084188623, тобто 72,87841446>2,084188623, тому нульова гіпотеза про те, що напрямок маршруту руху поїзда не впливає на кількість пасажирів у ньому відкидається. Для оцінки кількості пасажирів на маршруті F=7,777739264, а F<sub>кр</sub>=4,324793711, тобто 7,777739264>4,324793711, тому нульова гіпотеза про те, що кількість пасажирів не впливає на напрямок маршруту руху поїзда теж відкидається.

Таким чином, розглянуті фактори залежать один від одного і можуть використовуватися при плануванні нових маршрутів та удосконалення існуючих.

**4. 3. Визначення потенційних користувачів транспортно-продукту перевезень залізничним транспортом**

Для виявлення групи потенційних користувачів транспортно-продукту перевезень запропоновано використати кластерний аналіз. Кластерний аналіз (англ. the cluster – клас, група) – один з новітніх ма-

тематико-статистичних методів, що одержали поширення завдяки розвитку комп'ютерних технологій і формалізованих програмних розрахунків. Мета його застосування для дослідження системи пасажирських залізничних перевезень – класифікація, тобто типологічне угруповання сукупностей масових явищ на основі безлічі ознак для виявлення певної групи потенційних пасажирів.

Методи кластерного аналізу можна застосовувати в різних ситуаціях, які зустрічаються як у наукових, так і у прикладних дослідженнях, наприклад, класифікація як необхідний попередній етап статистичної обробки багатовимірних даних, класифікація в задачах оптимального регулювання та планування, класифікація в задачах прогнозування економіко-соціальних ситуацій чи окремих показників. У даному дослідженні кластерний аналіз пропонується використати з метою визначення кластеру потенційних пасажирів певних категорій вагонів. Кожна одиниця сукупності в кластерному аналізі вважається «точкою в просторі ознак». Значення кожної з ознак у даній одиниці сукупності служать її координатами в цьому «просторі» по аналогії з координатами точки у реальному тривимірному просторі. Таким чином, «простір ознак» – це область варіювання всіх ознак сукупності явищ, що досліджуються. Якщо ми прирівняємо цей простір тривимірному простору, що має евклідову метрику, то отримаємо можливість вимірювати «відстані» між точками простору ознак. Ці відстані називають евклідовими. Їх обчислюють за тими ж правилами, як і в звичайній евклідовій геометрії за теоремою Піфагора. У багатовимірному просторі ознак відстань між точками p і q з k «координатами» (тобто індивідуальними значеннями ознак) визначається як

$$r_{pq} = \sqrt{\sum_{j=1}^k (x_{jp} - x_{jq})^2}, \quad (1)$$

де  $x_{jp}, x_{jq}$  – «координати» точок  $p$  і  $q$  в просторі ознак  $j, j = [1, k]$ .

Цілком очевидно, що не можна скласти квадрати відхилень однієї точки від іншої в абсолютних значеннях різноякісних ознак. Необхідно спочатку висловити відмінності між одиницями сукупності за кожною ознакою в якомусь відносному безрозмірному показнику. В якості такого показника часто застосовують «нормовану різницю»  $d_{pq}$ , тобто відношення абсолютної різниці значень  $j$ -ї ознаки у одиницях сукупності з номерами  $p$  і  $q$  до середнього квадратичного відхилення цієї ознаки  $s_{xj}$

$$d_{pq} = \frac{x_{jp} - x_{jq}}{s_{xj}}. \quad (2)$$

Знаки «нормованих різниць» не мають значення, так як «відстань» у просторі ознак – скалярна, а не векторна величина. Існує багато досить складних за алгоритмом методик кластерного аналізу та споріднених йому, які інакше називають методом «розпізнавання образів», «багатомірного автоматизованого угруповання», «класифікацією» та ін. Однак можна привести один з найпростіших алгоритмів кластерного аналізу:

- обчислення середніх величин кожної групи показників;
- обчислення середніх квадратичних відхилень кожної ознаки;
- обчислення матриць нормованих різниць по кожному показнику;
- обчислення евклідових відстаней між кожною парою поєднань одиниць сукупності;
- об'єднання одиниць сукупності з найменшою евклідовою відстанню між собою в один кластер;
- обчислення нових, усереднених значень всіх групових ознак для об'єднаного кластеру;
- обчислення нових нормованих різниць ознак між об'єднаним кластером і рештою одиниць, і включення цих відмінностей у матриці замість значень об'єднаних одиниць сукупності;
- обчислення нових евклідових відстаней для об'єднаного кластеру;
- вибір найменшої з евклідових відстаней;
- повтор операцій і так далі, до отримання остаточних результатів. Об'єднання в кластери припиняється, коли всі евклідові відстані між рештою кластерів, перевищать задану критичну величину відстані. Завершення об'єднання в кластери може бути здійснено не при досягненні максимальної евклідової відстані, а при досягненні заданого числа кластерів (типів). Так поступають, якщо число таких типових кластерів

відомо заздалегідь або передбачається деякою гіпотезою.

Згідно із вищенаведеним, виявлення групи потенційних пасажирів доцільно зробити саме за допомогою кластерного аналізу, таким чином буде сформовано кластер потенційних споживачів транспортного продукту перевезень.

Для дослідження пасажиропотоків було використано такий метод кластерного аналізу, як метод «найближчого сусіда» або «одиначного зв'язку». У методі «найближчого сусіда» відстань між двома кластерами визначається відстанню між двома найбільш близькими об'єктами в різних кластерах. Цей метод дозволяє виділяти кластери у сукупності подібних ознак (наприклад, пасажиропотоки за різними маршрутами руху поїздів) за умови, що різні частини таких кластерів з'єднані ланцюгами близьких один до одного елементів [12].

Стандартизовані вихідні дані щодо величини пасажиропотоків на різних маршрутах руху залізничним транспортом згруповані за відстанню перевезення. Використано агломеративний ієрархічний алгоритм класифікації. У якості відстані між елементами прийнято евклідову відстань.

Таким чином, за допомогою кластерного аналізу методом «найближчого сусіда» у [11] за допомогою розрахунків на електронній обчислювальній машині отримали два кластери, евклідова відстань між якими дорівнює 17499,45 одиниць. Ці два кластери утворюють єдиний кластер потенційних пасажирів безпересадкових вагонів на маршрутах з низькою населеністю, і складають 0,004547 % від загального пасажиропотоку залізничного транспорту або 22 тисячі пасажирів на рік.

Методами кластерного аналізу було проведено дослідження показників роботи залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень. На початковому етапі аналізу необхідно визначити чи формують показники кластери. Шляхом ієрархічної кластеризації при методі «повного зв'язку» (визначає відстань між кластерами як найбільшу відстань між 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. 3).

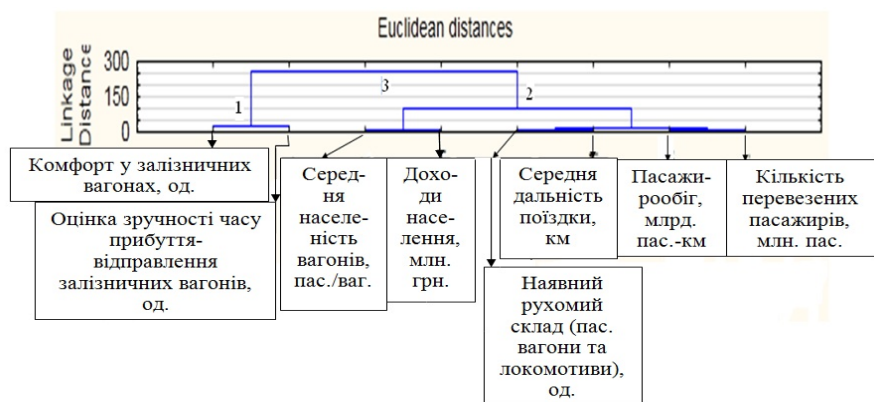


Рис. 3. Горизонтальна дендрограма результатів ієрархічної кластеризації показників роботи залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень

Таким чином, показники сервісу обслуговування пасажирів поєднані у кластер 1, а кількісні показники – у кластер 2. До того ж перший та другий кластер можуть утворити єдиний кластер експлуатаційних показників – 3. Кластерний аналіз параметрів транспортного обслуговування допоміг виявити основні залежності кількісних та якісних показників та їх вплив на перевезення пасажирів різного обсягу та на різних напрямках. Дані параметри було досліджено також методом кластеризації k-середніх. Коли результати кластеризації отримані, можна розрахувати середнє значення показників по кожному кластеру, щоб оцінити, наскільки вони різняться між собою. Рівень значимості складає величину більшу за 0,05, що вказує на відмінність елементів кластерів та їх взаємовплив один на одного.

**5. Пропозиції щодо підвищення фінансового стану залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень**

Аналіз досвіду організації перевезень пасажирів залізничним транспортом показав, що перевезення організованих груп пасажирів на маршрутах з низькою населеністю у спеціальних пасажирських вагонах є актуальним напрямком для впровадження у якості додаткових послуг комерційного характеру з метою підвищення фінансового стану залізничного транспорту. Ще одним варіантом для такої категорії перевезень виступає організація руху комерційних та спеціальних поїздів [13]. Результати кластерного аналізу показали формування двох кластерів у якості варіантів перевезень організованих груп пасажирів (рис. 4).

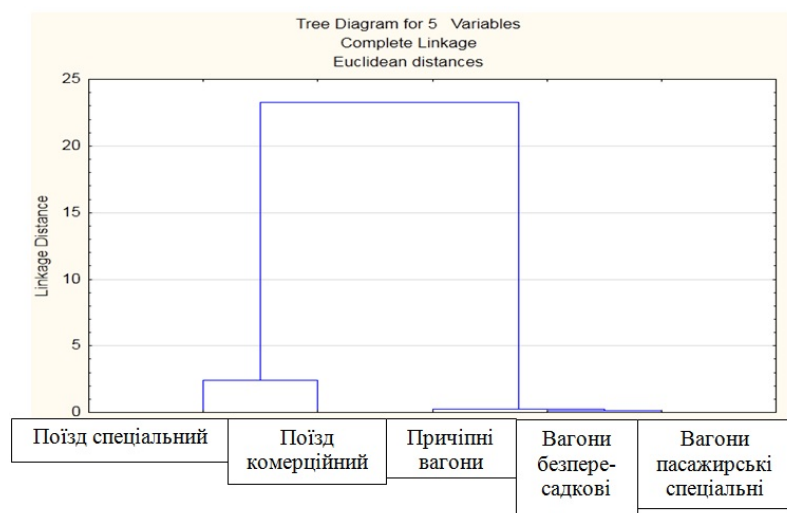


Рис. 4. Дендрограма варіантів перевезень організованих груп пасажирів

До того ж аналіз перевезень пасажирів в умовах надання комерційних транспортних послуг показав, що Україна має значний потенціал у сфері перевезень [14]. Пасажирські перевезення завжди мали особливе

соціальне значення [15], а процеси інтеграції до європейської системи та зростання конкуренції на ринку транспортних послуг України вимагають застосування якісно нових концепцій управління, наприклад, таких як впровадження додаткових послуг комерційного характеру у якості транспортного продукту перевезень у спеціальних пасажирських вагонах [11] з метою підвищення фінансового стану залізничного транспорту та застосування вартісних та якісних факторів розвитку надання додаткових транспортних послуг (рис. 5).



Рис. 5. Фактори розвитку системи надання додаткових транспортних послуг на залізничному транспорті України

Таким чином, процес надання послуг пасажирам у вигляді перевезень та обслуговування під час поїздки було досліджено на наявність показників щодо вимог пасажирів до залізничного транспорту та можливостей залізниць щодо забезпечення високого рівня обслуговування пасажирів. Встановлено, що українські залізниці треба розглядати і як вид транспорту для безпосередньої доставки організованих груп пасажирів і як об'єкти інфраструктури цікаві для відвідування. Таким чином, здійснення перевезень виявленого кластеру потенційних пасажирів у спеціальних вагонах може стати конкурентоспроможним продуктом у сфері пасажирських перевезень залізничним транспортом.

**6. Висновки**

У результаті проведених досліджень було отримано наступні результати:

1. Виявлено рівень попиту на різні маршрути руху залізничного транспорту. Дослідження довжини маршрутів руху зі станції Харків-Пасажи́рський Південної залізниці допомогли встановити прямопропорційну залежність між показником населеності пасажирських вагонів і дальністю перевезень. Отримані результати є однією з важливих складових визначення вимог населення до залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень.

2. Досліджено кількісний показник роботи залізничного транспорту у сфері пасажирських перевезень – кількість пасажирів на маршруті руху. Встановлено стохастичний характер наповненості вагонів пасажирських поїздів. Застосовано двохфакторний дисперсійний аналіз для дослідження впливу напрямку руху на число пасажирів у поїзді. У результаті доведено вплив цих факторів один на одного.

3. З метою визначення потенційних користувачів транспортного продукту перевезень запропоновано використати методи кластерного аналізу. У результаті при впровадженні транспортного продукту перевезень у спеціальних пасажирських вагонах визначено клас-

тер (групу) потенційних пасажирів, що склала 22 тисячі пасажирів на рік згідно результатів розрахунків, проведених на електронній обчислювальній машині на основі прогнозних значень кількості пасажирів на різних напрямках руху поїздів. Дана методика є універсальною і може бути застосована для будь-яких транспортних продуктів на різних видах транспорту. До того ж за допомогою кластерного аналізу досліджені показники роботи залізничного транспорту з метою підвищення рівня обслуговування пасажирів, а саме, основні залежності кількісних та якісних показників та їх вплив на перевезення пасажирів різного обсягу та на різних напрямках, варіанти перевезень організованих груп пасажирів.

4. Висунуті пропозиції щодо підвищення фінансового стану галузі стосуються основних переваг використання спеціальних пасажирських вагонів. Пропозиції умовно поділено на вартісні та якісні, тому їх реалізація має за мету досягнення не лише підвищення доходів від діяльності залізничного транспорту, а й забезпечення конкурентоспроможної позиції на ринку пасажирських перевезень.

#### Література

1. Альошинський, Е. С. Аналіз транспортної мобільності населення під час проведення Євро-2012 та перспективи розвитку залізничного туризму в Україні [Текст] / Е. С. Альошинський, Г. О. Сіваконова, О. О. Іванько // Вагонний парк. – 2011. – № 4. – С. 15–18.
2. Альошинський, Е. С. Аналіз можливості організації перевезень пасажирів залізницею в умовах надання туристичних послуг до і після «Євро-2012» [Текст] / Е. С. Альошинський, Г. О. Сіваконова // Комунальне господарство міст. – 2012. – № 105. – С. 407–412.
3. E-cient Models for Timetable [Text] / F. Geraets, L. G. Kroon, A. Schobel, D. Wagner, C. D. Zaroliagis (Eds.) // Algorithmic Methods for Railway Optimization. – Berlin : Springer, 2007. – P. 8. doi: 10.1007/978-3-540-74247-0
4. A quantitative assessment on the desing of a railway station [Text] / W. Daamen, A. J. Hill, C. A. Brebbia, G. Sciutto, S. Soane (Eds.) // Computers in railways. VIII Congress Proceedings of CompRail 2002. – Lemnos, Greece, 2002. – P. 191–200.
5. Du, J. Minimizing total tardiness on one processor is NP-hard [Text] / J. Du, J. Y.-T. Leung // Mathematics Operation Research. – 1990. – Vol. 15, Issue 3. – P. 483–495. doi: 10.1287/moor.15.3.483
6. Сіваконова, Г. О. Побудова математичних моделей технологічних ліній обробки пасажирських поїздів на залізничних станціях [Текст] / Г. О. Сіваконова // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – 2012. – Вип. 131. – С. 61–67.
7. Альошинський, Е. С. Концепція диверсифікації діяльності залізничного транспорту України на основі створення регіональних транспортно-логістичних кластерів [Текст] / Е. С. Альошинський, Є. І. Балака, Ю. В. Шульдінер, С. О. Світлична, Г. О. Сіваконова // Залізничний транспорт України. – 2012. – № 6 (97). – С. 24–28.
8. Данько, М. І. Методологічний аспект формування критеріїв ефективного управління залізничною транспортною системою [Текст] / М. І. Данько, Т. В. Бутько, Д. В. Ломотько, В. В. Козак // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Х.: УкрДАЗТ, 2010. – С. 5–9.
9. Lingling, W. U. Analysis of Tourism Generation Incorporating the Influence of Constraints Based on a Scobit Model [Text] / W. U. Lingling, J. Zhang, A. Fujiwara, M. Chikaraishi // Asian Transport Studies. – 2012. – Vol. 2, Issue 1. – P. 19–33. doi: 10.11175/eastsats.2.19
10. Evangelia, P. The Railway Traveling Salesman Problem [Text] / P. Evangelia // Algorithmic Methods for Railway Optimization. – Berlin: Springer 2007. doi: 10.1007/978-3-540-74247-0
11. Сіваконова, Г. О. Удосконалення технології пасажирських залізничних перевезень у безпересадковому сполученні [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / Г. О. Сіваконова. – Х.: УкрДУЗТ, 2015. – 256 с.
12. Rob, M. P. Transfer Stations and Synchronization [Text] / M. P. Rob // Top Tech Study Rail Systems Engineering. – Delft, 1999. – 10 p.
13. Балака, Є. І. Критерій визначення ефективності функціонування різних транспортних систем перевезень в умовах ринку [Текст] / Є. І. Балака, В. Ю. Креймер, Н. М. Колесникова // Залізничний транспорт України. – 1998. – № 2-3. – С. 7–8.
14. Бутько, Т. В. Удосконалення технології організації приміських перевезень [Текст] / Т. В. Бутько, Д. В. Ломотько, Д. В. Константінюк // Збірник наукових праць УкрДАЗТ. – Х.: УкрДАЗТ, 2009. – С. 15–23.
15. Прохорченко, А. В. Удосконалення технології корегування плану формування поїздів на основі погодженої організації групових поїздів оперативного призначення [Текст] / А. В. Прохорченко, Л. В. Корженівський // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2008. – Т. 6, № 6 (36). – С. 36–39.