

*Розглянуте питання розрахунку кількості варіантів матриці кореспонденцій при зв'язних місткостях транспортних районів по відправленню та прибуттю, які визначають можливості проектувальника пасажирської транспортної системи при формуванні матриць трудових пересувань*

*Ключові слова: кореспонденція, місткість транспортного району*

---

*Рассмотрен вопрос расчета количества вариантов матрицы корреспонденций при известных емкостях транспортных районов по отправлению и прибытию, которые определяют возможности проектировщика пассажирской транспортной системы при формировании матриц трудовых передвижений*

*Ключевые слова: корреспонденция, емкость транспортного района*

---

*The question of calculation of quantity of variants of a matrix of correspondence is considered at known capacities of transport areas on departure and arrival which define opportunities of the designer of passenger transport system at formation of matrixes of labour movement*

*Keywords: the correspondence, capacity of transport area*

# ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ВАРІАНТІВ МАТРИЦІ КОРЕСПОНДЕНЦІЙ ПРИ ЗВ'ЯЗНИХ МІСТКОСТЯХ ТРАНСПОРТНИХ РАЙОНІВ ПО ВІДПРАВЛЕННЮ ТА ПРИБУТТЮ

**П. Ф. Горбачов**

Кандидат технічних наук, доцент  
Кафедра «Транспортні технології»  
Харківський національний автомобільно-дорожній  
університет  
вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002  
Контактний тел.: 8 (057) 707-37-20  
E-mail: gorbachev\_pf@mail.ru

## 1. Вступ

Вирішення питань підвищення ефективності роботи регіональних транспортних систем без використання сучасних методів математичного моделювання вже не може вважатися достатнім. Складність об'єкта й величезна кількість можливих варіантів його розвитку обумовлюють необхідність оцінки наслідків прийнятих рішень на основі достатньо точних транспортних моделей. Відповідні програмні продукти існують і активно використовуються за рубежем, іде їхнє освоєння й у нашій країні. Однак вони далеко не повною мірою забезпечені науковими й методичними розробками в сфері маршрутного пасажирського транспорту. Одною з основних наукових проблем в рамках розробки відповідного науково-методичного забезпечення є закономірності формування потреб населення у трудових пересуваннях.

## 2. Аналіз публікацій

Звичайним засобом представлення потреб населення в перевезеннях виступає квадратна матриця па-

сажирських кореспонденцій (МПК). Можна виділити два підходи до формування МПК. Перший припускає проведення натурних обстежень пересувань [1] і дозволяє одержати максимально достовірну інформацію на момент проведення обстеження. Основними недоліками цього підходу є його висока трудомісткість та обмеженість сегмента, для якого надходить інформація. Його поширене застосування на території колишнього Радянського Союзу пояснюється наявністю значного адміністративного ресурсу, а при сьогоденнішніх можливостях, наданих законами органами державного управління, проведення таких обстежень мало ймовірно.

При іншому підході для одержання (синтезу) матриці кореспонденцій використовуються різноманітні гравітаційні моделі розселення [2, 3] або ентропійні моделі, основані на припущенні про схожість транспортної системи міста з термодинамічними системами [4]. Це вимагає значно менших витрат праці для формування матриці кореспонденцій, однак, не дозволяє одержати достатньо точних результатів. Необхідно відзначити, що синтетичні методи є варіантами моделювання, розробленими та тиражованими вченими економічно розвинутих країн. Але у деяких поняттях

існує й різниця, наприклад в [5] під поїздкою мається на увазі переміщення з джерела та назад, звичайно, за специфічними цілями. З урахуванням загального характеру роботи [5] це поняття можна вважати узагальнюючим для вчених економічно розвинутих країн. На пострадянському просторі під поїздкою розуміється “перебування пасажирів в транспорті для пересування з одного місця в друге”. Це пояснюється різними об’єктами дослідження у вчених. При розгляді західними вченими всієї пасажирської транспортної системи, яка має значно більшу кількість степенів вільності ніж маршрутна система (МС) міського пасажирського транспорту (МПТ), врахування всіх верств населення, всіх засобів реалізації потреб у пересуваннях та всіх часових періодів є об’єктивною необхідністю, а це потребує розгляду замкнених циклів пересувань. Розгляд як об’єкта дослідження МС МПТ, завдяки її сталості в довгостроковому періоді, дозволяє проводити розрахунки лише для пікового періоду, який характеризується однонаправленими переміщеннями з трудовими та навчальними цілями.

Початок прогнозування місткості транспортних районів також пов’язаний з такими методами як “врахування факторів зростання”, статистичне моделювання за допомогою лінійних чи нелінійних регресивних залежностей, “перехресна класифікація” або “категорійний аналіз”. Всі ці методи потребують наявності як вихідних даних відомої МК, мають невисокі пояснювальні можливості, тому не отримали глобального розповсюдження [5].

Запропоновані на цей час моделі розрахунку МПК мають один основний недолік, а саме використання транспортних факторів як таких, що в значній мірі визначають вибір пари “джерело – ціль” та відсутність безпосередньої оцінки результатів моделювання. Але в роботі [6] показано, що транспортні фактори незначно впливають на вибір робочого місця та їх неможливо використовувати в якості основного фактору при формуванні матриці кореспонденцій трудових пересувань маршрутним транспортом. Так як процедуру формування МПК необхідно розглядати як результат випадкового процесу, постає питання про можливість проектувальника пасажирської транспортної системи при складанні МПК, які визначаються кількістю варіантів матриці кореспонденцій при заданих місткостях транспортних районів (ТР) та являються спеціальним прикладом комбінаторної задачі про розміщення

### 3. Результати дослідження

Незважаючи на комбінаторний характер роботи, аналітичних залежностей для розрахунку кількості варіантів розміщення кореспонденцій в матриці автору знайти не вдалося, так як особливістю цієї задачі є залежність результату не тільки від загального обсягу кореспонденцій, які розподіляються по матриці, а ще від характеру розподілу місткостей між ТР. Це викликає необхідність експериментального визначення кількості можливих варіантів матриці кореспонденцій. Для цього був розроблений рекурсивний алгоритм послідовного формування варіантів МПК. На основі МПК, яка була отримана в м. Харкові в 1988 році за допомогою суцільного анкетного обстеження

підприємств міста з кількістю працівників понад 50 чоловік визначено, що законом розподілу місткостей як з прибуття так і з відправлення виявився Гама-розподіл. В якості факторів експерименту прийняти два параметра МПК - кількість ТР та кількість пасажирів. Кількість дослідів в одній серії була прийнята рівною 50 од. Практична реалізація розробленого на основі фактичних характеристик українських міст плану екстремального експерименту на жаль виявилася неможливою внаслідок занадто високих витрат часу на проведення розрахунків. Розрахунки для мінімальної кількості транспортних районів (3 од.) та мінімальної кількості мешканців міста 1200 чол. проводилися більше доби, але так і не закінчилися результатом. Тому експеримент проводився зі штучними об’єктами з чисельністю пасажирів від 15 до 100 чол. та кількістю ТР від 3 до 8 од., кількість серій складала 6 од. Але навіть при таких невеликих масштабах, кількість варіантів МПК сягала десятків тисяч одиниць. По результатам експерименту були побудовані квадратичні поліноми для середньої та максимальної кількості варіантів МПК та поверхні прогнозу (рис. 1).

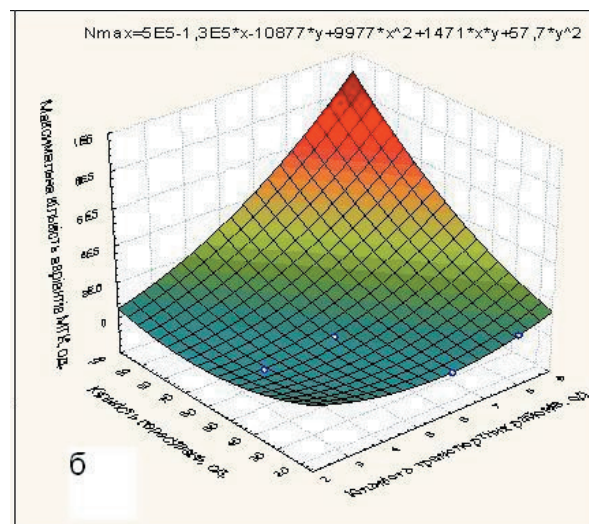
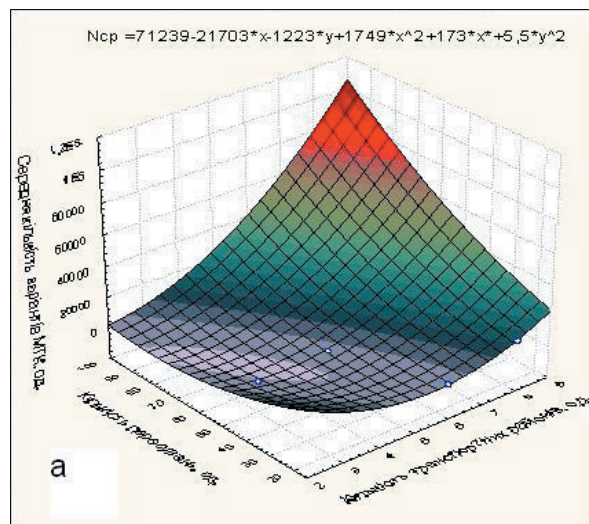


Рис. 1. Кількість варіантів МПК  
а – середня, б – максимальна

Квадратична залежність навряд чи забезпечить добрий прогноз, оскільки задачі про розміщення в комбінаториці дають кількість варіантів пропорційну факторіалу її розмірності. Але цей прогноз можливо вважати деякою мінімальною оцінкою, яка дозволяє реальних задач підвищення ефективності функціонування МС МПТ можлива кількість варіантів МПК буде надзвичайно великою. Будь-який варіант МПК, отриманий за допомогою зв'язних моделей ніяким чином не може гарантувати відповідності реальному розподілу кореспонденцій в місті. З врахуванням величезної кількості можливих варіантів МПК імовірність, що результат її моделювання буде адекватно описувати потреби населення в пересуваннях є дуже малою величиною, практично рівною нулю.

---

#### 4. Висновки

---

Проведені розрахунки дозволяють зробити висновок, що кількість можливих варіантів МПК, при реальних масштабах моделі потреб населення у пересуваннях, є надзвичайно великою, що забезпечує проєктувальнику занадто велику свободу при розподілі місткостей ТР між кореспонденціями. При цьому отримання моделі, яка цілком відповідає реальному роз-

поділу кореспонденцій, є настільки малоїмовірною подією, що її слід вважати практично неможливою.

---

#### Література

1. Вейцман В.М. Разработка рациональных схем городских автобусных маршрутов: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук. – М., 1987. – 20 с.
2. Брайловский Н.О., Грановский Б.И. Моделирование транспортных систем. – М.: Транспорт, 1978. – 125 с.
3. Самойлов Д.С. Исследование методов расчета пассажиропотоков на городском транспорте. В кн.: Инженерные проблемы градостроительства и прикладная геометрия в архитектурно-строительном проектировании: Сб. трудов МИСИ. – М., 1977. – 149. – С. 3 – 12.
4. Булычева Н.В., Федоров В.П. Расчет пассажиропотоков и оптимизация параметров маршрутных схем. В кн.: Математические методы в управлении городскими транспортными системами. – Л.: Наука. – 1979. – С. 65 – 90.
5. Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L.G. Modelling Transport. Third Edition. John Wiley & Sons Ltd, 2006. – 499 p.
6. Горбачов П.Ф. Оцінка впливу транспортних факторів на результати вибору людиною робочого місця // Вестник ХНАДУ. Сборник научн. трудов. Вып. 43. – Харьков: Издательство ХНАДУ – 2008. – С. 86 – 91.