



УДК 514.18

## ГЕОМЕТРИЧНІ МНОЖИНИ В МОДЕЛЯХ ФОРМУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ МАРШРУТІВ

**Шоман О. В., д.т.н.**

*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут",*

тел. (057)7076431,

**Даниленко В. Я., доцент**

*Харківський національний автомобільно-дорожній університет,*

тел. (057)7073724

**Анотація** – в статті розглянуто питання графічного подання даних в задачах формування транспортних маршрутів. Наведено деякі параметри, що обумовлюють побудову математичних моделей транспортних потоків. Пояснено доцільність геометричної інтерпретації моделей розподілу параметрів в цих задачах.

**Ключові слова:** формоутворення, геометричне моделювання, геометричні множини, криві та поверхні.

*Постановка проблеми.*

Створення нових підходів до проблем моделювання об'єктів і процесів залишається метою багатьох досліджень. Серед основних проблем можна визначити створення об'єктів, що забезпечують ефективне використання енергії, прогнозування тенденцій протікання процесів, пошуку шляхів геометричної інтерпретації та візуалізації математичних моделей і розв'язків числових розрахунків, одержаних математичними методами. Узагальнення розв'язань задач моделювання доцільно проводити на основі підходів прикладної геометрії. Звичайно, багато що залежить від виду вхідних даних і методів розрахунку. Так, під час розробки інформаційних систем (зокрема, на транспорті) проводяться спеціальні дослідження для формування транспортних маршрутів за умови стохастичного попиту. Тобто параметри для складання моделей мають випадковий характер і потребують накладення обмежень та припущень, завдяки чому стає можливим розгляд шляхів графічної інтерпретації розв'язків. Таким чином, задачі моделювання підлягають аналізу з визначенням параметрів, для яких можливо використання способів графічного подання даних.

*Аналіз останніх досліджень.*

Одним з найбільш поширених інноваційних підходів до прогнозування параметрів транспортних потоків вважають визначення прогнозних значень параметрів на базі моделей нейронних мереж [1]. Це прогресивний шлях, що має свої переваги, наприклад, він надає можливість обробляти складні залежності, неповну та "не відфільтровану" вхідну інформацію, якщо не відомі закономірності розвитку ситуації. В [2–4] досліджено формування геометричних множин стосовно візуалізації розв'язків різних задач моделювання.

*Формулювання цілей статті.*

Визначити параметри, що обумовлюють побудову математичних моделей в задачах формування транспортних маршрутів. З'ясувати шляхи геометричної інтерпретації даних для цих задач.

*Основна частина.*

В задачах прогнозування метою, частіше за все, є одержання можливостей врахування і опису змін показників, що прогнозуються; досягнення гнучкості прогнозних моделей, точності прогнозу, можливості паралельного аналізу комплексних типів даних (особливо за умови перевезень різних видів вантажів),

Формування моделей транспортних маршрутів проводять на базі вхідних параметрів процесу доставки (випадкових впливів зовнішнього середовища [5, 6]) і параметрів попиту на транспортні послуги, в результаті чого визначаються показники якості обслуговування клієнтури.

Множини значень, якими оперують в задачах формування транспортних потоків, є множиною вантажовідправників і вантажоодержувачів [6]. В моделі, що описує ринок транспортних послуг, важливими параметрами є географічне розташування  $G_Q$  вантажовласника  $Q$  і потік (множина)  $P_Q$  замовлень попиту [7]:  $Q = \{G_Q, P_Q\}$ . У свою чергу, географічне розташування вантажовласників  $G_Q$  визначається (за сукупністю параметрів) координатами на сітці в прямокутній системі і рівнем географічної деталізації  $L$ :  $G_Q = \{x, y, L\}$ .

Розв'язання подібних задач супроводжується графічними схемами на площині, де сітка, яка моделює районування відповідно до значення географічної деталізації, є прямокутною, навіть квадратною. Тоді в алгоритм визначення географічного розташування вантажовласника вводиться лише номер географічного сегмента  $n$ , в якому той знаходиться:  $G_Q = \{n, L\}$ . Параметр попиту  $S_Q$  обмежується проміжком часу, оскільки характеризується як множина замовлень за цей час від вантажовласників на транспортне перевезення:  $S_Q = \{k_1, \dots, k_N\}$  [6].

В задачах визначення відстаней доставки вживають значних спрощень. Так, якщо коефіцієнт непрямолінійності транспортної мережі близький до одиниці, то достатнім вважається наявність значень



параметрів географічного розташування вантажовідправника і вантажоодержувача, а відстань визначається як довжина відрізка в прямокутній системі координат за координатами кінців цього відрізка.

Для визначення оптимальної сукупності маршрутів вантажоперевезень накладають обмеження на дані: об'єм вантажів, ефективність маршрутів доставки (доцільність маршруту), час виконання замовлень.

Ми бачимо, що розв'язання багатопараметричних задач формування транспортних маршрутів вимагає обмежень і спрощень. Тільки за цих умов можливим є числовий розрахунок моделі. Оптимізаційні задачі розв'язуються методами стохастичного програмування [5].

В дослідженнях формування транспортних маршрутів (у галузі транспортних технологій) математичні моделі поки що розраховують без візуалізації результатів та їх геометро-графічного подання. А візуалізація моделі формування транспортних маршрутів суттєво збільшує можливості досліджень.

Наочною картиною поля даних з позицій прикладної геометрії є сітка ліній або низка поверхонь, які можна інтерпретувати як графіки зміни деяких параметрів поля в часі або розподіли цих параметрів у просторі на визначений момент часу. Вказані лінії та поверхні характеризують певні етапи процесу. На геометричну форму сім'ї паралельних ліній або поверхонь впливають вхідні параметри (значення та математична форма опису). Для здійснення графічної інтерпретації даних в кожній конкретній задачі необхідно мати гнучкий наочний геометричний апарат моделювання. Тоді випадкові параметри, що виникають з часом (наприклад, параметри замовлень в задачі формування транспортних маршрутів) та коригують обчислення, будуть відображатись і у наочному представленні моделі. Залежно від початкових та граничних умов задач геометричного змісту розроблено і застосовуються різні методи геометричного моделювання (рис. 1), що спираються на використання диференціальних рівнянь, конформних відображень, іміджевої екстраполяції [2].

Розв'язання задач формоутворення сімей геометричних образів часто стикається з ускладненням реалізації алгоритмів, якщо необхідно задовольнити умови, наприклад, паралельності геометричних елементів, що мають особливі точки або самоперетини. До того ж, виникають питання точності та адекватності розв'язків. При цьому розв'язок можна одержати точний, але геометрична форма отриманих об'єктів не відповідатиме вимогам практики. Таким чином, формоутворення згаданих об'єктів, у свою чергу, складає самостійну проблему.

Одні зображення можуть являти собою просторові моделі, що зберігають геометричну схожість з об'єктами, інші виступають у ро-

лі знакових і символічних позначень образів [10]. Ті з зображень, що пов'язані з тривимірним простором, забезпечуються відповідними алгоритмами прямих і обернених перетворень простору [3].

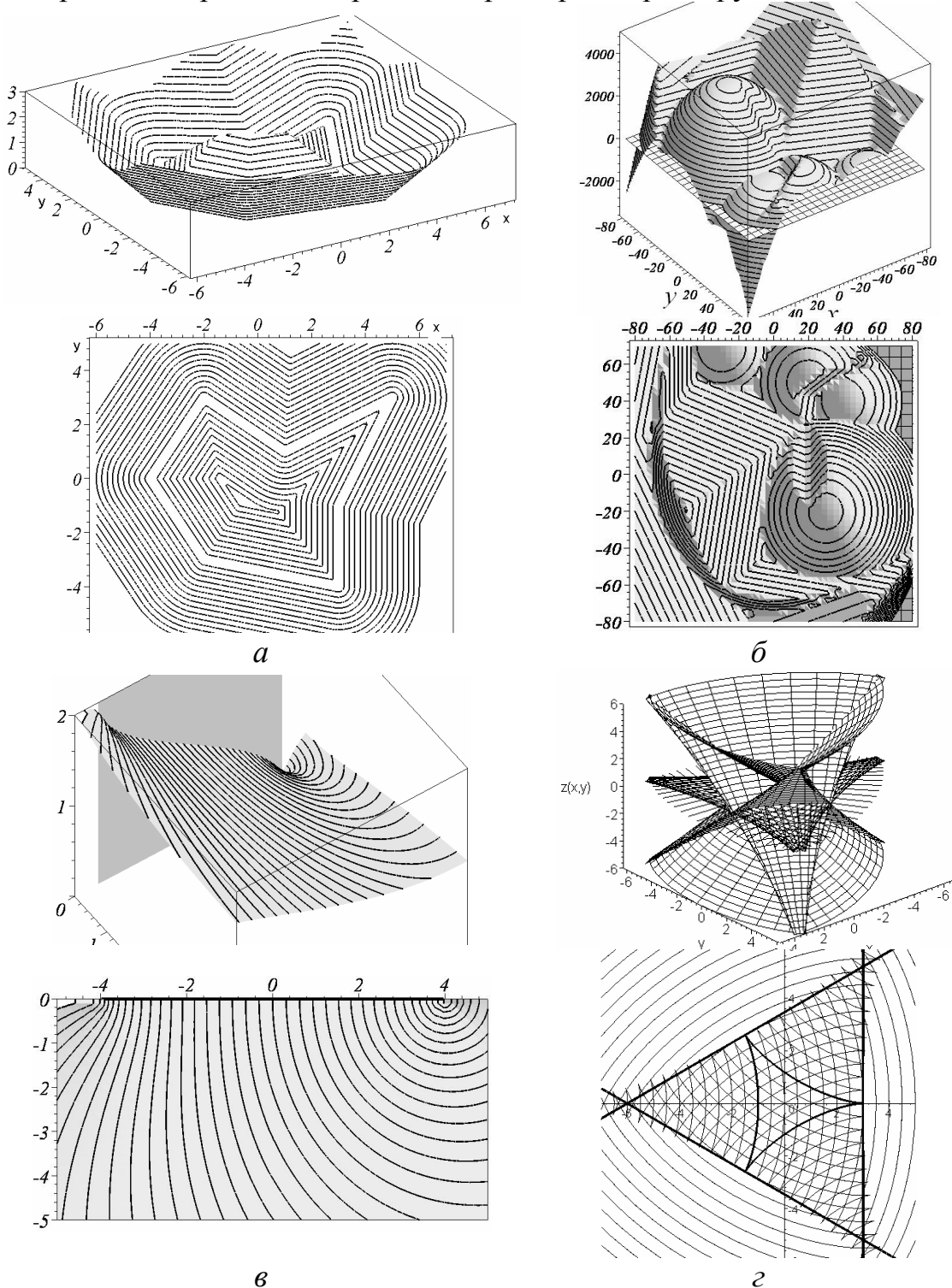


Рис. 1. Результати візуалізації розв'язків задач: *a*, *б* – за допомогою нормальних функцій [2, 8]; *в* – комплексних потенціалів аналітичних функцій [2, 4]; *г* – рівняння ейконала [2, 9]



### Висновки.

Використання теорії множин в задачах формування транспортних потоків пов'язано зі складанням математичних моделей, де визначаються числові значення параметрів потоків вантажів. Візуалізація моделей розподілу параметрів можлива за умови інтерпретації масивів даних як геометричних множин.

### Література

1. *Цона Н.В.* Построение нейросетевой прогнозирующей модели спроса на продукцию промышленного предприятия / *Н.В. Цона* // Экономика и управление. – 2010. – Вып. 1. – с. 14–19.
2. *Шоман О.В.* Паралельні множини в геометричному моделюванні явищ і процесів / *О.В. Шоман*. – Х.: НТУ "ХП", 2007. – 288 с.
3. *Даниленко В.Я.* Розробка алгоритмів лінійних та нелінійних перетворень для зображення об'єктів автомобільних доріг / *В.Я. Даниленко* // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: ХДУХТ, 2007. – Вип. 18. – с. 203–208.
4. *Куценко Л.М.* Геометричне моделювання силових ліній вихору при розв'язанні задачі фільтрації / *Л.М. Куценко, О.В. Шоман* // Праці ТДАТА. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. – Вип. 4. – т. 29. – с. 10–17.
5. *Кельтон В.* Имитационное моделирование / *В. Кельтон, А. Лоу*. – СПб.: Питер, 2004. – 847 с.
6. *Наумов В.С.* Информационные системы поддержки принятия решений при транспортном и экспедиторском обслуживании / *В.С. Наумов*. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 148 с.
7. *Наумов В.С.* Транспортно-экспедиционное обслуживание в логических системах / *В.С. Наумов*. – Х.: ХНАДУ, 2012. – 220 с.
8. *Рвачев В.Л.* Геометрические приложения алгебры логики / *В.Л. Рвачев*. – К.: Техніка, 1967. – 212 с.
9. *Куценко Л.М.* Визначення паралельних кривих як розв'язку диференціального рівняння ейконал / *Л.М. Куценко* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2003. – Вип. 72. – с. 37–42.
10. *Даниленко В.Я.* Огляд напрямків використання геометричної інформації в енергозбереженні, екології та дизайні / *В.Я. Даниленко* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К., 2009. – Вип. 82. – с. 142–147.





## **ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ МНОЖЕСТВА В МОДЕЛЯХ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ МАРШРУТОВ**

О.В. Шоман, В.Я. Даниленко

*Аннотация* – в статье рассмотрены вопросы графического представления данных в задачах формирования транспортных маршрутов. Приведены некоторые параметры, обуславливающие построение математических моделей транспортных потоков. Пояснена целесообразность геометрической интерпретации моделей распределения параметров в этих задачах.

## **GEOMETRICAL SETS IN MODELS OF FORMING OF TRANSPORT ROUTES**

O. Shoman, V. Danylenko

### *Summary*

In the article the questions of graphic presentation of information are considered in the tasks of forming of transport routes. Some parameters, stipulating the construction of mathematical models of transport streams, are resulted. Expedience of geometrical interpretation of models of distributing of parameters is explained in these tasks.