

**Выводы**

Таким образом, представляется целесообразной дальнейшее совершенствование ПТИМ организации движения ТС, которая может быть положена в основу системы поддержки принятия решений, основанной на низкоуровневом имитационном гео моделировании. Создание такой системы позволит предлагать варианты организации и реорганизации схем дорожного дви-

жения, обосновывать целесообразность принимаемых решений и, в результате, снижать затраты при проектировании объектов транспортной инфраструктуры. В частности, использование ПТИМ позволит выполнить оценки эффективности вариантов организации или реорганизации дорожного движения, использования светофорного регулирования на перекрестках или достаточно просто соблюдения ПДД, что актуально для улиц крупных городов.

Литература

1. Малыханов, А.А. Среда низкоуровневого имитационного моделирования транспортных систем [Текст] / Черненко В.Е // Автоматизация в промышленности № 1- 2010 – М.,2010 – С. 34 – 37.
2. Томашевский В.Н., Парамонов А.М. Формализация алгоритма моделирования движения автомобильного дорожного транспорта // Вісник Національного технічного університету України «КПІ». Серія: Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2008. – № 48. – С. 156–162.
3. Benenson I., Omer I., Hatna E. Entity-based modeling of urban residential dynamics: the case of Yaffo, Tel-Aviv. Environment and Planning B: Planning and Design. - 2002. - V. 29. - P. 491-512.
4. Bandman O. Computation properties of spatial dynamics simulation by probabilistic cellular automata // Future Generation Computer Systems. – 2005. - V.21. - P. 633-664.

*Приведені основні поняття і підходи кластерного аналізу. Проведений кластерний аналіз експериментальних досліджень впливу транспортного затору на функціональний стан водія*

*Ключові слова: функціональний стан, кластерний аналіз, тип нервової системи водія*

*Приведены основные понятия и подходы кластерного анализа. Проведен кластерный анализ экспериментальных исследований влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя*

*Ключевые слова: функциональное состояние, кластерный анализ, тип нервной системы водителя*

*Basic concepts over and approaches of cluster analysis are brought. The cluster analysis of experimental researches of influence of a transport congestion is conducted on the functional state of driver*

*Keywords: the functional state, cluster analysis, type of the nervous system of driver*

УДК 656.13

# КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРА НА СОСТОЯНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ

**Н.У. Гюлев**  
Кандидат технических наук, доцент  
Кафедра транспортных систем и логистики  
Харьковская национальная академия городского хозяйства  
ул. Революции, 12, г. Харьков, Украина, 61002  
Контактный тел.: (057) 716-93-70  
E-mail: ngulev@mail.ru

**1. Введение**

Задачей кластерного анализа является разбиение совокупности объектов на однородные группы, классы.

Кластеризация является процедурой, которая дает возможность изучить структуру данных или

полученной выборки. Кластер переводится как «скопление», «сгущение», «гроздь».

Решением задачи кластерного анализа является разделение, соответствующее некоторому критерию оптимальности. В качестве критерия или целевой функции может быть взята внутригрупповая сумма квадратов отклонений [1].

---

## 2. Постановка проблемы

---

Необходимость проведения кластерного анализа возникает в связи с неоднозначным влиянием некоторых свойств изучаемого процесса на выходную функцию [2]. Анализ результатов экспериментальных исследований по оценке влияния транспортного затора на функциональное состояние (ФС) водителя показал, что такой параметр как «тип нервной системы водителя» неоднозначно влияет на ФС водителя. В некоторых случаях его влияние приводит к улучшению ФС водителя, а в других, напротив, к ухудшению. Это свидетельствует о необходимости разбиения совокупности измерений на отдельные группы, классы.

---

## 3. Анализ последних исследований и публикаций

---

Кластерный анализ – это способ группировки многомерных объектов, основанный на представлении результатов отдельных наблюдений точками подходящего геометрического пространства с последующим выделением групп как «сгустков» этих точек [3].

Вопросам и задачам кластерного анализа посвящено много работ [1,3-10]. Основные подходы выделения однородных групп объектов.

1. Вероятностно-статистический подход предполагает выделение групп, каждая из которых представляет собой реализацию некоторой случайной величины. Предполагается, что исходная совокупность представляет собой смесь нескольких выборок и требуется при некоторых предположениях эти выборки разделить [4,5].

2. Структурный подход предполагает выделение компактных групп объектов, удаленных друг от друга. Этот подход используется для матриц близости или расстояний между объектами в виде точек в многомерном пространстве [3].

3. Вариативный подход заключается в разделении совокупности по некоторому признаку на группы, в соответствии с определенными интервалами. Причем в одномерном случае этот подход реализуется структурной группировкой.

В многомерной ситуации вариативный подход реализуется в форме комбинированной группировки. Она представляет собой последовательное разрезание всей области определения каждого признака на определенные зоны в соответствии с длиной интервала [6].

Применение вероятностного подхода в прикладных и экономических исследованиях сталкивается с двумя крайними точками зрения исследователей. Одни предлагают для статистического анализа явлений применить вероятностный подход [7-9]. Другое мнение таково, что вероятностные оценки имеют очень малую область полезного применения [10].

В кластерном анализе важное значение имеет способ определения близости между объектами.

Евклидово расстояние является самой популярной метрикой. Оно отвечает интуитивным представлениям о близости и очень удачно вписывается своей квадратичной формой в традиционно-статистические конструкции [3].

В основном все вышеприведенные работы посвящены статистическому и кластерному анализу различ-

ных процессов и явлений в экономике, промышленности, биологии и т.д.

Решению задач организации дорожного движения путем кластерного анализа уделено мало внимания.

---

## 4. Цель исследования

---

Целью работы является проведения кластерного анализа результатов экспериментальных исследований влияния транспортного затора на ФС водителя.

---

## 5. Основной материал

---

Одним из важнейших вопросов при кластерном анализе является выбор необходимого числа кластеров. В некоторых задачах с большим числом наблюдений пользуются методом случайного отбора. В работе [11] отмечено, что законы простого случайного отбора могут быть применены для вычисления числа кластеров, которое должно быть принято для достижения вероятности  $\alpha$  того, что найдено наилучшее разбиение. Таким образом оптимальное число разбиений является функцией заданной доли  $\beta$  допустимых разбиений в множестве всех возможных. Общее рассеяние множества кластеров будет тем больше, чем выше доля  $\beta$  допустимых разбиений.

При решении задач кластерного анализа принимается, что выбранные характеристики допускают желательное разбиение на кластеры, единицы измерения (масштаб) выбраны правильно.

Существует огромное количество алгоритмов кластерного анализа. Они отражают разнообразие не только вычислительных приемов, но и концепций, стоящих за ними. Точной постановки задачи кластерного анализа нет [3].

Наиболее простой способ нахождения образов заключается в том, что дается точное определение образа и отыскивается скопление точек, обладающее соответствующими свойствами. Например, образ (кластер) можно определить как такое скопление точек, в котором среднее межточечное расстояние меньше среднего расстояния от данных точек до остальных. Такой подход называется эвристическим [4,12].

Второе направление в решении задачи кластерного анализа является оптимизационное. Это направление заключается в четком определении критерия и нахождения его экстремума.

Третье направление решения задачи кластеризации называется аппроксимационным. Оно заключается в следующем: отношения, заложенные в исходных данных, требуются наилучшим образом аппроксимировать отношениям, отвечающим представлению исследователя о классификации.

Варианты классификации рассмотрены во многих работах [4,12-18].

В рамках решаемой задачи кластерного анализа необходимо сгруппировать ранее полученные результаты экспериментальных исследований влияния транспортного затора на ФС водителей.

Критерием для определения схожести и различия кластеров является расстояние между точками в пространстве. Существует несколько способов определе-

ния меры расстояния между кластерами. Наиболее распространенным способом является вычисление евклидова расстояния ( $D_{ij}$ ) между двумя точками  $i$  и  $j$  на плоскости, когда известны их координаты  $x$  и  $y$ :

$$D_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (1)$$

Когда осей больше, чем две, расстояние рассчитывается таким образом: сумма квадратов разницы координат состоит из столько же слагаемых, сколько осей (измерений) присутствует в нашем пространстве. Например, если нам нужно найти расстояние ( $r$ ) между двумя точками  $O_1$  и  $O_2$  в пространстве трех измерений  $x, y, z$  (такая ситуация представлена на рис. 1) формула приобретает вид:

$$D_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2} \quad (2)$$

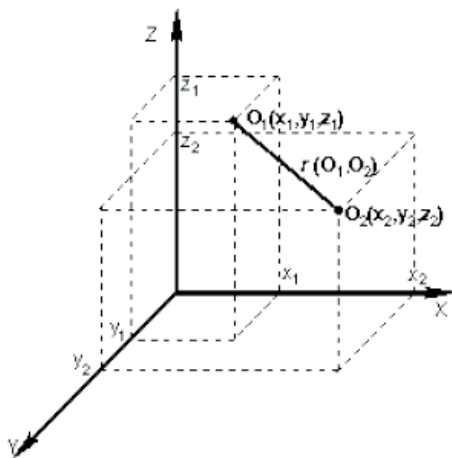


Рис. 1. Расстояние между двумя точками в пространстве трех измерений

В рассматриваемой задаче кластерного анализа необходимо разделить полученную совокупность результатов экспериментальных исследований на кластеры по двум признакам: типу нервной системы водителей и конечному значению ФС водителей после транспортного затора [2].

Программная реализация задачи в пакете Statgraf привела к следующим результатам. Вся совокупность водителей по типу нервной системы разделилась на 2 кластера. В первый кластер вошли водители преимущественно с флегматическим типом нервной системы. Их количество составило 14,8%.

## 6. Выводы и перспективы дальнейших исследований

Проведенный кластерный анализ экспериментальных данных по типу нервной системы позволил разделить их на 2 кластера. В первую группу, которая составила 14,8% (65 водителей) от общего числа исследованных, вошли лица с флегматическим типом нервной системы. Второй кластер составляют водители со всеми остальными типами нервной системы и их комбинациями. Дальнейшие исследования могут

быть направлены на разработку и уточнение ранее полученной математической модели влияния транспортного затора на ФС водителей.

## Литература

1. Дюран, Б. Кластерный анализ [Текст] / Дюран, Б. и Оделл, П.: пер. с англ. – М. : Статистика, 1977. – 128 с.
2. Гюлев, Н.У. Модель влияния транспортного затора на функциональное состояние водителя / Н. У. Гюлев // Восточно-европейский журнал передовых технологий. - 2011. - Т.2/6(50). - С. 73–75.
3. Мандель, И. Д. Кластерный анализ [Текст] / Мандель, И. Д. - М. : Финансы и статистика, 1988. - 176 с.
4. Айвазян, С. А. Классификация многомерных наблюдений / С. А. Айвазян, З. И. Бежаева, О. В. Староверов. - М. : Статистика, 1974.-240 с.
5. Апраушева, Н. Н. Об использовании смесей нормальных распределений в распознавании образов: автореф. дис... канд. физ.-мат. наук / Н. Н. Апраушева ; [ВЦ АН СССР] . - М., 1981. - 16 с.
6. Каменский, В. С. Методы и модели неметрического шкалирования / В. С. Каменский // Автоматика и телемеханика. - 1977. - № 8. - С. 118-156.
7. Орлов, А. И. Устойчивость в социально-экономических моделях / А. И. Орлов. - М. : Наука, 1979. - 296 с.
8. Смоляк, С. А. Устойчивые методы оценивания [Текст] / С. А. Смоляк, Б. Н. Титаренко. - М. : Статистика, 1982. - 208 с.
9. Френкель, А. А. Производительность труда / А. А. Френкель. - М. : Экономика, 1984. - 176 с.
10. Алимов, Ю. И. Альтернатива методу математической статистики [Текст] / Ю. И. Алимов. - М. : Знание, 1980. - 64 с.
11. Fortier J. and Solomon H. Clustering procedures, Multivariate Analysis, ed. by P. R. Krishnaiah, Academic Press, N. Y., (1966), 493-506.
12. Дорофеев, А. А. Алгоритмы автоматической классификации [Текст] / А. А. Дорофеев // Автоматика и телемеханика. - 1971. - № 12. - С. 78-113.
13. Загоруйко, Н. Г. Таксономия в анизотропном пространстве / Н. Г. Загоруйко // Эмпирическое предсказание и распознавание образов. Новосибирск : 1978. С. 2635.
14. Миркин, Б. Г. Группировки в социально-экономических исследованиях [Текст] / Б. Г. Миркин. М. : Финансы и статистика, 1985. 224 с.
15. Лейбкинд, А. Р. Математические методы и модели формирования организационных структур управления / А. Р. Лейбкинд, Б. Л. Рудник, А. А. Тихомиров. - М. : МГУ, 1982. - 232 с.
16. Гуд, И. Д. Ботриология ботриологии [Текст] / И. Д. Гуд // Классификация и кластер. М. : Мир, 1980. - С. 66-82.
17. Cormak , R. M. Classification: on overview-111 World Symposium on data analysis and informatics. - P. 1981.-P. 125-162.
18. Hartigan, J. A. Clustering algorithms. - N. Y. Wiley.-1975.-P. 386.