

УДК 519.876.5

РАСЧЕТ МАТРИЦ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ ГОРОДА САМАРА

Майоров Е. Р., Лудан И. Р., Сапрыкин О. Н.

Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королёва

Изучение транспортных систем является одним из главных векторов, задающих направление для развития современных городов. Без углубленного анализа транспортных систем невозможно дальнейшее развитие логистики, что в свою очередь неизбежно ведет к уменьшению эффективности транспорта, снижению пропускной способности транспортных сетей, увеличению времени ожидания, падению прибыли фирм и предприятий, снижению темпов роста экономики.

Анализ транспортных систем подразумевает под собой изучение определенного набора данных: количество жителей в городе, количество личных автомобилей и общественного транспорта, количество людей работающих в разных предприятиях города. Объединяя исходные данные посредством комплексирования можно составить модель транспортной системы [1], максимально приближенную к действительной. Получение актуальных исходных данных неавтоматизированным способом в настоящее время не представляется возможным, в связи с низким уровнем точности измерений или вычислений и высокой вероятностью допущения каких-либо ошибок.

Для решения этой проблемы применяются различные программные системы транспортного моделирования [3] такие как: VISUM, MATsim, SUMO, T7F/TSIS, TRANSYT. В программных системах учитываются различные данные, вносимые в виде матриц, баз данных, графов, и других способов представления данных. Главным преимуществом подобного подхода к решению проблем транспортных систем является возможность учета большого количества данных при достаточно низком уровне отклонения от действительного состояния транспортной системы. Исходя из этого, можно сделать вывод, что создание подобных систем моделирования транспортных процессов дает направление для совершенствования транспортной системы, улучшению ряда показателей, наиболее приоритетных для логистики.

Во многих программах моделирования транспортных процессов основным источником данных для создания модели приближенной к реальности является матрица корреспонденций. Матрица корреспонденции - это основной показатель интенсивности передвижения населения по городу. Она показывает, сколько жителей перемещается из одного транспортного района в другой. Чтобы создать матрицу корреспонденций приближенную к реальности, необходимо разбить город на транспортные районы. Для этой задачи было решено разделить город по административным районам [4].

Существует несколько классов матриц корреспонденций [5]. К первому классу относятся нормативные, чаще всего линейные модели, которые показывают прямую зависимость одних данных от других. Модели второго класса статистические - от простейших однофакторных до динамических многофакторных. Особое место среди них занимают гравитационные модели. Для решения задач третьего класса также используются статистические модели и прежде всего гравитационные, но модифицированные, усложнённые по сравнению с моделями второго класса. Усложнение гравитационных моделей выражается в виде дополнительных условий, которые обеспечивают балансировку матрицы корреспонденции. Модели четвертого класса - энтропийные. Они представляются в форме нелинейной оптимизационной задачи математического программирования, причём их целевая функция носит

термодинамический характер и включает вероятностные характеристики поведения. Определяющую роль играют не детерминированные факторы поведения индивидуумов, а закономерности коллективного поведения. В данной работе был использован гравитационный метод [2] построения матрицы корреспонденции, так как он лучше других методов описывает внутригородское движение населения.

Применяя закон всемирного тяготения Ньютона к транспортной сети, в качестве тел выступают пункты порождающие и поглощающие потоки, за массу тела принимается суммарный объем выезжающего и въезжающего потока, физическое расстояние можно заменить любыми затратами, связанными с передвижением из одного транспортного района в другой. Транспортная гравитационная модель связывает интенсивность потока T_{ij} между полным числом отправок из i -ого района Q_i и прибытий в j -ый район D_j и затратами на передвижение между зонами i и $j - c_{ij}$

$$T_{ij} = \frac{Q_i * D_j}{c_{ij}^2}, i = 1, \dots, N, j = 1, \dots, M,$$

где N – общее количество районов отправления, M – общее количество районов прибытия. Расстояние между районами, считается как расстоянием между центрами этих районов.

В таблице 1 представлены результаты вычисления матрицы корреспонденций. В полученной матрице существует закономерность: интенсивность обратно пропорциональна расстоянию между двумя районами. Цифрами 1,2,3...9 обозначены районы: Куйбышевский, Самарский, Ленинский, Октябрьский, Железнодорожный, Советский, Кировский, Промышленный, Красноглинский, соответственно.

Таблица 1. Матрица корреспонденций.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	124,40	142,96	117,09	203,55	98,79	58,88	135,55	17,03
2	124,40	0	319,98	81,56	122,94	41,30	36,60	78,33	8,27
3	142,96	319,98	0	388,54	494,69	112,89	116,45	264,51	24,93
4	117,09	81,56	388,54	0	930,95	669,62	571,22	2237,89	90,71
5	203,55	122,94	494,69	930,95	0	477,22	214,82	533,88	39,79
6	98,79	41,30	112,89	669,62	477,22	0	930,27	1523,08	126,35
7	58,88	36,60	116,45	571,22	214,82	930,27	0	3314,59	654,36
8	135,55	78,33	264,51	2237,89	533,88	1523,08	3314,59	0	407,83
9	17,03	8,27	24,93	90,71	39,79	126,35	654,36	407,83	0

Так как эта матрица создана для первоначальной модели транспортной сети города, она не является достаточно точной. Была создана имитационная модель, построенная по полученной матрице. Проанализировав ее, был предложен ряд действий по улучшению модели: уменьшение размеров транспортных районов города, уточнение данных о количестве жителей передвигающихся по городу. В дальнейших исследованиях матрица будет уточняться согласно указанным предложениям.

Библиографический список

1. Saprykin, O. Multilevel Modelling of Urban Transport Infrastructure / O. Saprykin, O. Saprykina// In Proceedings of the 1st International Conference on Vehicle Technology and

- Intelligent Transport Systems (VENITS-2015). Portugal, Lisbon: SCITEPRESS, 2015. – pp. 78-82. DOI: 10.5220/0005458300780082
2. Reilly W.J. The law of retail gravitation // New York. — 1931.
 3. Якимов М.Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М.Р. Якимов. – М.: Логос, 2013. – 188 с
 4. Районы Самары [электронный ресурс]/ www.samru.ru - URL: <http://www.samru.ru/society/putevod/43899.html>
 5. Степанов, Е. О. Математические модели оптимизации транспортных сетей и потоков : монография / Е.О. Степанов. - Санкт-Петербург :Санкт-Петербургский гос. ун-т информ. технологий, механики и оптики, 2005 (СПб.: РИО СПбГУ ИТМО). — 244 с.