

УДК 656.13/73.31.17

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАНСПОРТНОГО СПРОСА В Г. РОСТОВЕ-НА-ДОНУ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НАГРУЗКИ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНУЮ СЕТЬ

В. В. Фиалкин, Е. И. Колесников

Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Повышение устойчивости функционирования улично-дорожной сети города Ростова-на-Дону является одной из актуальных задач транспортной политики города. Для ее решения проводится районирование территории, изучаются меры транспортной политики, направленные на смещение точки равновесия индивидуальных предпочтений к социальному оптимуму, применяются методы четырехшагового моделирования распределения пассажиропотока. В статье представлены результаты изучения распределения объемов пассажиропотоков в транспортных районах г. Ростова-на-Дону на основе занесения социально-экономических показателей в программу AIMSUN. Применение методов четырехшагового моделирования позволило спрогнозировать условия функционирования улично-дорожной сети при различном соотношении использования личного и общественного транспорта. Изучение условий функционирования транспортной системы г. Ростова-на-Дону в программе AIMSUN проводится впервые и является большим прорывом в создании транспортной модели города.

Ключевые слова: интенсивность дорожного движения, транспортный спрос, моделирование дорожного движения.

TRAFFIC DEMAND'S SIMULATION IN ROSTOV-ON-DON TO STUDY THE ROAD NETWORK LOAD

V. V. Fialkin, E. I. Kolesnikov

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

Increasing the stability of the road network functioning of Rostov-on-Don is one of the urgent tasks of the city's transport policy. To solve it, a zoning of the territory is carried out, measures of transport policy aimed at shifting the equilibrium point of individual preferences to social optimum are studied, methods of four-step simulation of the distribution of passenger traffic are applied. The article presents the results of studying the distribution of passenger traffic volumes in the transport areas of Rostov-on-Don on the basis of entering socio-economic indicators into the AIMSUN program. The use of four-step simulation methods made it possible to predict the conditions for the functioning of the road network with a different ratio of the use of personal and public transport. The study of the conditions for the functioning of the transport system of Rostov-on-Don in the AIMSUN program is carried out for the first time and is a great leap forward in creating a traffic model of the city.

Keywords: traffic flow, traffic demand, traffic simulation.

Введение. Транспортные системы городов и их ареалы являются одним из важных факторов, который влияет на социально-экономическое развитие страны. Совершенствование транспортной сети повышает качество жизни горожан, увеличивает рост занятости, укрепляет бюджет города, развивает бизнес и привлекает инвестиции. Одним из важнейших этапов работ в области организации дорожного движения является прогнозирование изменения транспортной нагрузки на участках улично-дорожной сети. Результаты анализа распределения спроса на участках улично-дорожной сети обладают широкой практической значимостью для проведения научно-исследовательских работ в области организации дорожного движения и интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

В соответствии с ОДМ 218.9.011-2016 при определении эффективности проектов интеллектуальных транспортных систем используется целевой индикатор повышения комфорта пользователей, включающий показатель уровня обслуживания и уровень загрузки движением.

В связи с этим оценка изменения уровня обслуживания и уровня загрузки движением является особо актуальной.

В современных условиях получить эти значения становится возможным путем использования модели функционирования города. Создание больших моделей городов является необходимой задачей для развития их транспортных систем. Прежде всего, модель должна быть адекватной исходным параметрам. Получить такую модель возможно только после сложной калибровки, основу которой составляет изучение распределения транспортных потоков на основе социально-экономических показателей города.

Изучение распределения корреспонденций пассажиропотоков на улично-дорожной сети. Современным подходом к решению задач моделирования дорожного движения является системное моделирование, реализуемое путем полной функциональной интеграции макро, мезо и микроуровней, начиная от макроуровня для анализа и транспортного планирования дорожной сети региона с автоматическим переходом к динамическим моделям на дорожных сетях меньших размеров. Последующий динамический анализ на микроуровне позволяет выявить возможные конфликтные зоны во времени и в пространстве.

Классическим подходом к решению задачи прогнозирования транспортных потоков в сети крупного города является четырехшаговая схема, включающая в себя:

- оценку объемов прибытия и отправления (Trip generation);
- расчет матриц корреспонденций (Trip distribution);
- расщепление корреспонденций по способам передвижений (Modal split);
- распределение корреспонденций по транспортной сети (Trip assignment).

Создание модели на макроуровне, несмотря на различия в используемом математическом аппарате, предполагает выполнение стандартных операций и расчётов [1, 2, 3].

На первом этапе подготовки исходных данных необходимо провести районирование территории. Согласно статистике по социально-экономическим показателям в каждом районе можно получить информацию о числе жителей, количестве работающих жителей и количестве мест обучения.

В г. Ростове-на-Дону можно выделить некоторые примеры районирования территории:

- по избирательным округам;
- районирование территории по ее административным районам;
- по «народному» делению (с включением жилых районов «Левенцовский», «Суворовский», «Платовский»).

В итоге для изучения распределения транспортного спроса на объекты улично-дорожной сети г. Ростова-на-Дону было принято решение провести собственное районирование — получить из избирательных округов укрупненные транспортные районы. В результате чего было образовано 49 таких районов. Схема укрупненных транспортных районов г. Ростова-на-Дону и их социально-экономические показатели представлены соответственно на рис. 1 и в таблице 1.

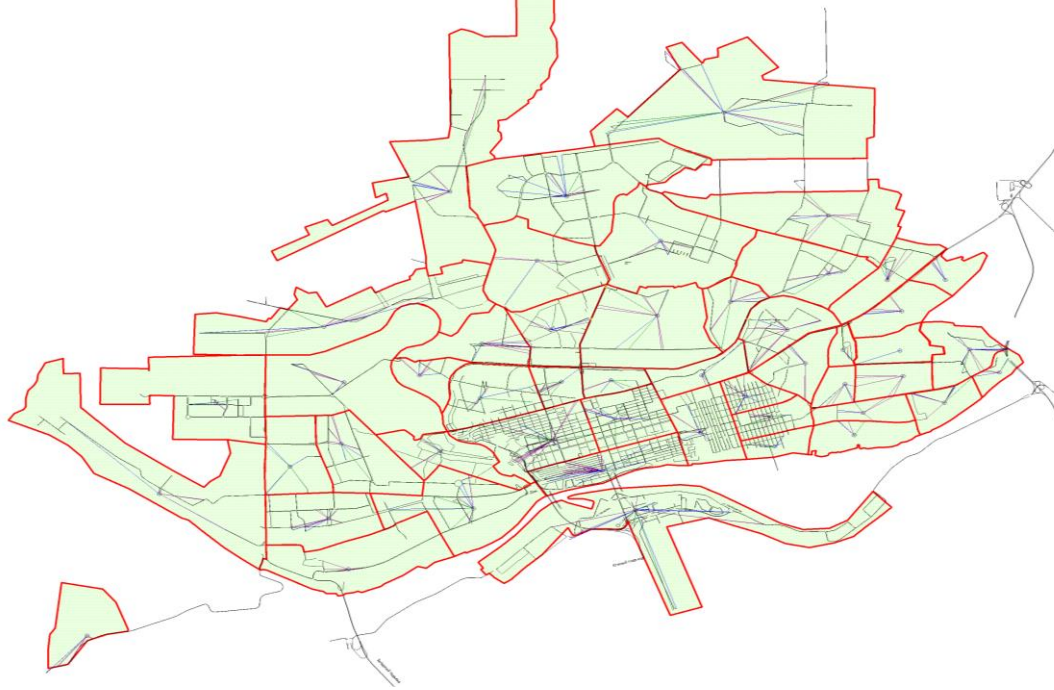


Рис. 1. Схема укрупненных транспортных районов

Таблица 1

Социально-экономические показатели укрупненных транспортных районов

OID	Номер района	Число жителей	Число работающих	Число мест обучения
2	29	14005,7	9267	8653
5	56	17353,5	6264	1622
12	75	14558,4	3372	0
13	90	33911,9	18051	6900
15	113	2174,7	12549	2932
17	138	2274	3163	101
29	28	1809,9	4788	0
31	8	52601,1	26687	15305
37	133	4218,3	764	0
38	139	0	69	0
39	140	395	832	0
47	95	164908,9	32146	80
60	55	48977,1	12056	3199
62	153	1117,6	8567	0
66	19	5251,2	2519	463
67	130	5347,2	480	0
68	132	9211,7	1374	0
72	70	61465,1	15568	261
76	87	22850,3	7330	56
77	2	38267,7	17680	15367
81	68	4805,2	3165	0
84	31	30842,4	13265	3657
90	141	692,4	185	0

OID	Номер района	Число жителей	Число работающих	Число мест обучения
92	144	10935,1	18189	289
96	41	41048,1	11067	0
100	6	40370,9	13676	8254
102	134	623,1	397	0
103	135	24221,2	1876	0
104	136	9448,1	2992	284
107	148	7787,1	15482	0
111	50	20526,2	8148	0
113	53	73945,5	17165	1471
116	65	18690,9	3615	647
119	81	19936	2634	0
120	126	13646,1	2189	0
121	112	36739,2	31887	1254
124	23	28579,7	11851	928
128	57	41434,9	9778	1817
139	106	51156,8	10933	50
141	116	29705,9	10010	0
145	122	39817,4	5487	3406
147	120	5103	5495	0
148	131	5901,6	1521	0
149	22	2562,2	5636	0
150	137	2674,7	469	0
151	21	11932,7	5288	2586
152	25	13372,5	2877	0
153	20	12505,5	4840	1317
154	18	27202,9	7953	2291

Затем эти исходные данные занесли в программу AIMSUN. Современная версия программы позволяет провести четырехшаговое моделирование.

В ходе выполнения работы было выяснено, что параметры калибровки напрямую влияют на объемы транспортного спроса и, как следствие, на их распределение по улично-дорожной сети. Назначение параметров калибровки представляет собой ответственную задачу, а их определение зависит от проведения натурных обследований и применения регрессионных моделей [4, 5]. В настоящее время для г. Ростова-на-Дону такие параметры не определены. Из-за этого можно изучать поведение транспортной системы только с помощью ее модели. В нее закладываются такие параметры как: количество транспортных районов, социально-экономические показатели по районам, виды используемого транспорта для передвижения в городе, цели поездок, период моделирования, значения факторов использования группами пользователей видов транспорта по целям поездок, аргумент стоимостной функции распределения (время поездки, цена и т.п.), коэффициент наполнения видов транспорта для каждой группы пользователей в соответствие с целями поездок. Причем, если первые четыре параметра могут быть известны или их не составит труда определить, то определение других — очень сложная задача, требующая объемных натурных исследований.

В данной работе были установлены всего 15 постоянных параметров и изучено поведение транспортной системы при изменении соотношения использования личного и общественного транспорта с шагом 10 %. Например, сначала транспортный спрос состоит из 90 % передвижений на личном транспорте и 10 % передвижений на общественном транспорте, затем — из 80 % передвижений на личном транспорте и 20 % передвижений на общественном транспорте и так далее.

Изучение условий функционирования транспортной системы при мультимодальном распределении пассажиропотока. С использованием инструментария программы AIMSUN были получены матрицы корреспонденций по районам и объемы движения транспортных средств по каждому участку улично-дорожной сети г. Ростова-на-Дону. А так как в программе заложена пропускная способность по каждому участку, то, соответственно, и определен их коэффициент загрузки. Таким образом, для каждого соотношения передвижений на личном и общественном транспорте была спрогнозирована картина об условиях функционирования транспортной системы города — на каких участках будут сложные условия движения с коэффициентом загрузки 0,7 и более. Примеры графического представления условий функционирования участков улично-дорожной сети г. Ростова-на-Дону при мультимодальном распределении пассажиропотока представлены на рис. 2, 3. На рисунках красным цветом отмечены участки улично-дорожной сети с коэффициентом загрузки 0,7 и более.



Рис. 2. Условия функционирования участков улично-дорожной сети г. Ростова-на-Дону при соотношении передвижений 90 % личный транспорт –10 % общественный транспорт



Рис. 3. Условия функционирования участков улично-дорожной сети г. Ростова-на-Дону при соотношении передвижений 30 % личный транспорт – 70 % общественный транспорт

Заключение. Изучение условий функционирования транспортной системы при мультимодальном распределении пассажиропотока в г. Ростове-на-Дону показало, что для избегания транспортного коллапса необходимо применять меры транспортной политики, направленные на сдерживание использования личного автомобиля с поддержанием приоритета общественного транспорта. Так, смещение передвижений на личном транспорте от 70 % (нынешняя ситуация в г. Ростове-на-Дону) к 50 % позволяет снизить коэффициент загрузки участков улично-дорожной сети до допустимого (менее 0,7) на половине транспортной сети. А свободные условия движения в г. Ростове-на-Дону будут достигнуты при соотношении передвижений — 30 % личный транспорт–70 % общественный транспорт. Изучение условий функционирования транспортной системы г. Ростова-на-Дону в программе AIMSUN проводится впервые и является большим рывком в создании транспортной модели города.

Библиографический список

1. Швецов, В. И. Математическое моделирование транспортных потоков / В. И. Швецов // Автоматика и Телемеханика. — 2003. — № 11. — С. 3–46.
2. Якимов, М. Р. Транспортное планирование: создание транспортных моделей городов: монография / М. Р. Якимов. — Москва : Логос, 2013. — 188 с.
3. Семёнов, В. В. Исторический анализ моделирования транспортных процессов и транспортной инфраструктуры / В. В. Семёнов, А. В. Ермаков // Препринты ИПМ им. М. В. Келдыша. — 2015 — № 3 — 36 с.

4. Зырянов, В. В. Руководство по моделированию дорожного движения: учебное пособие. / В. В. Зырянов — Ростов-на-Дону : Рост. гос. строит. ун-т, 2015. — 61 с.
5. Швецов, В. И. Алгоритмы распределения транспортных потоков / В. И. Швецов // Автоматика и телемеханика — 2009. — № 10. — С. 148–157.

Об авторах:

Фиалкин Вячеслав Владимирович, старший преподаватель кафедры «Организация перевозок и дорожного движения» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д.162), feofilowa@mail.ru

Колесников Евгений Игоревич, магистрант кафедры «Организация перевозок и дорожного движения» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая, д. 162), feofilowa@mail.ru

Authors:

Fialkin, Vyacheslav V., Senior lecturer, Department of Transportation and Road Traffic Management, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya str., Rostov-on-Don, RF, 344003), feofilowa@mail.ru

Kolesnikov, Evgeniy I., Master's degree student, Department of Transportation and Road Traffic Management, Don State Technical University (162, Sotsialisticheskaya str., Rostov-on-Don, RF, 344003), feofilowa@mail.ru