

М. С. Туртшцева, Е. Р. Нургалиев, С. Б. Джахьяева

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕВОЗКИ ПАССАЖИРОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Рассматриваются условия перевозки пассажиров автомобильным транспортом. Отмечается, что проблемы с обеспечением пассажироперевозок в Астраханской области, и прежде всего в областном центре – городе Астрахани, не отличаются по общей ситуации с организацией движения автотранспорта в муниципальных образованиях такого же уровня (в частности, состояние транспортной инфраструктуры Астраханской области в настоящее время характеризуют разрозненность и отсутствие четкой стратегии развития транспортных систем различных уровней и муниципальных образований). Определен ряд факторов, которые негативно влияют на дорожно-транспортную сеть Астрахани и, следовательно, на развитие городских пассажирских перевозок. Рассматривается возможность использования системного подхода к решению логистических задач перевозок пассажиров автомобильным транспортом, основанного на моделировании транспортных потоков. Утверждается, что организация движения в городах и муниципальных образованиях должна рассматриваться как непрерывный процесс, состоящий из этапов прогнозирования, планирования, проектирования и строительства, т. е. как комплексная задача, решаемая на основе системного подхода. Рассмотрены математические модели (детерминированные, вероятностные, модели-аналоги), позволяющие моделировать муниципальную транспортную систему. Подчеркивается, что при моделировании муниципальной транспортной системы пассажироперевозок используются как аналитический, так и вероятностный подходы: первый позволяет получать наилучшие с точки зрения принятого способа оценки решения, второй – учесть известную долю неопределенности, обуславливающую выбор наиболее адаптивных планов.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, автомобильный транспорт, транспортная инфраструктура, транспортная мобильность, транспортные потоки, моделирование.

Состояние проблемы

Обслуживание населения России пассажирским автомобильным транспортом занимает одно из важнейших мест в обеспечении транспортной мобильности населения страны. По данным Росстата за 2016 г., автомобильный транспорт (автобусы) выполняет основной объем пассажирских перевозок – почти 80 % от всех перевозок пассажиров основными видами магистрального транспорта. Однако основная их часть – около 85 % – приходится на внутригородские перевозки, доля пригородных поездок составляет 18 %, а междугородных – лишь 2 %. В последние годы в крупных городах резко увеличивается парк индивидуальных легковых автомобилей, что приводит к росту их доли в пассажирских перевозках.

Автомобильный пассажирский транспорт оказывает значительное влияние на транспортную систему региона в целом, в том числе на интенсивность дорожного движения, загрязненность окружающей среды, эффективность эксплуатации транспортной инфраструктуры.

Состояние транспортной инфраструктуры Астраханской области в настоящее время характеризуют разрозненность и отсутствие четкой стратегии развития транспортных систем различных уровней и муниципальных образований, несмотря на то, что развитая транспортная инфраструктура является не только социально важным объектом обеспечения мобильности и занятости населения, но и средством увеличения доходов бюджета и важнейшим условием дальнейшего поступательного развития региона.

Проблемы с обеспечением пассажироперевозок в Астраханской области, и прежде всего в областном центре – г. Астрахани, не отличаются по общей ситуации с организацией движения автотранспорта в муниципальных образованиях такого же уровня. В связи с этим организация движения в городах и муниципальных образованиях должна рассматриваться как непрерывный процесс, состоящий из этапов прогнозирования, планирования, проектирования и строительства, как комплексная задача, решаемая на основе системного подхода.

Город Астрахань занимает узловое положение на пересечении транзитных международных, федеральных и внутренних территориальных путей – железнодорожных, водных, автомобильных. Застройка г. Астрахани, других городов и муниципальных образований Астраханской

области формировалась несколько столетий назад и имеет свою специфику, обусловленную наличием крупной речной артерии – р. Волги, делящей город пополам, и множества каналов, пересеченных мостами для движения транспорта и пешеходов, которые являются, фигурально выражаясь, «бутылочным горлышком» для всей транспортной системы города.

Эти факторы наложили свой отпечаток на структуру улично-дорожной сети города.

Улично-дорожная сеть города Астрахани

Основные транспортные магистрали г. Астрахани являются радиальными. При этом плотность дорожной сети и интенсивность пассажиропотоков повышаются при приближении к центру города, расположенному между двух каналов: Кутум и канал 1-го Мая. Улицы данной части города не приспособлены для удовлетворения нужд увеличившегося транспортного потока, что создает проблемы для автотранспорта вообще и муниципальных пассажирских перевозок в частности. Существует ряд факторов, которые негативно влияют на дорожно-транспортную сеть города и, следовательно, на развитие городских пассажирских перевозок:

- большая продольная протяженность улиц (в частности, улиц Н. Островского, Яблочкова, С. Перовской, Адмирала Нахимова, Адмиралтейской и др.);

- непостоянство планировочных размеров улиц по всей их длине (улицы Адмиралтейская, С. Перовской);

- неоднородность транспортного потока (смешанное движение легкового, грузового и общественного пассажирского транспорта);

- использование правой стороны для временных стоянок автотранспорта из-за отсутствия достаточного количества мест для парковки у объектов тяготения – торгово-развлекательных центров, социальных и медицинских учреждений (в результате происходит сужение некоторых ключевых для движения транспорта улиц до 1–2 полос – улицы Савушкина, Адмиралтейская, Ленина и др.);

- отсутствие транспортных развязок в нескольких уровнях, из-за чего повышается вероятность образования пробок на пересечении основных транспортных магистралей (ул. Яблочкова).

Затрудняют движение и высокий уровень подземных вод в периоды паводков, и отсутствие ливневой канализации.

Существующая сеть автомобильных дорог не отвечает требованиям, предъявляемым к ней быстрорастущей экономикой региона, и характеризуется следующими моментами [1]:

- слабая связанность удаленных северных районов Астраханской области (Ахтубинский, Черноярский) как между собой, так и с южными районами;

- средняя скорость движения составляет 24 км/ч для пассажирского транспорта, что увеличивает транспортно-эксплуатационные расходы пользователей дорог;

- большинство дорог не отвечает тенденции к увеличению осевой нагрузки на ось, что ведет к разрушению дорожных покрытий;

- дорожная сеть имеет множество мостов, что увеличивает вероятность разрыва дорожной сети в случае аварийной ситуации, высокого уровня паводковых и подземных вод и ограничивает движение тяжелого автотранспорта;

В настоящее время для транспортных систем Астраханской области в целом приоритетным направлением является развитие автобусных маршрутов, что особенно характерно для межмуниципальных перевозок.

В региональном центре автобусные маршруты обеспечивают большую часть пассажиропотока. Пассажирский транспорт функционирует в общей транспортной системе, пассажироперевозки неотделимы от других транспортных потоков, в связи с чем они подчиняются основным закономерностям их движения. Исследование пассажиропотоков неотделимо от изучения транспортных потоков. Средства пассажирского автомобильного транспорта являются такими же участниками дорожного движения, как и прочие транспортные единицы, они обладают теми же эмпирическими показателями, и их движение описывается аналогичными зависимостями.

Моделирование транспортных потоков

Исследование транспортных потоков – чрезвычайно трудоемкая задача, которая сопряжена с множеством внешних и внутренних факторов, влияющих на участников транспортного процесса. В связи с этим возникает необходимость в моделировании движения транспортных

средств с пассажирами, которое позволяет описывать его с той или иной степенью упрощения математической моделью, подчиняющейся общим аналитическим закономерностям движения транспортного потока [2].

Модели, в основе которых лежат функциональные зависимости между параметрами движения рассматриваемых объектов, в частности скоростью, плотностью и интенсивностью транспортного потока, рассматриваются как детерминированные. При этом принято допущение, что все транспортные средства в потоке находятся на одинаковом расстоянии друг от друга, а в случае, когда единый транспортный поток разбивается на движение отдельных транспортных средств, дистанция, сокращаясь, сохраняется одинаковой [2].

Модели, в которых транспортные потоки представляются как случайные процессы движения транспортных средств и пассажиров, рассматриваются как вероятностные. Теория массового обслуживания позволяет эффективно описывать движение на отдельных участках пути и при непрерывном интенсивном движении [3].

Представление транспорта как потокового процесса привело к решению рассматривать транспортные потоки с точки зрения подобия другим природным процессам, заменить их моделями-аналогами, в частности гидродинамическими моделями движения жидкости.

Наиболее часто используются [3, 4]:

- модели-аналоги, в которых транспорт рассматривается как поток с точки зрения подобия другим природным процессам (гидродинамические и газодинамические модели);
- детерминированные модели, в основе которых лежат явно выраженные функциональные зависимости между параметрами движения, описывающие локальные ситуации;
- стохастические модели, в которых транспортные потоки представляются как случайные процессы взаимодействия участников дорожного движения; подобные модели исследуются на основе теории массового обслуживания.

В зависимости от объекта исследования модели движения транспорта на магистралях делят на макроскопические, описывающие движение транспортных потоков в целом (предлагается рассматривать на основе моделей-аналогов), и микроскопические, описывающие движение отдельных транспортных единиц на основе детерминированных и вероятностных моделей. Существует также отдельный класс мезоскопических моделей, в которых рассматриваются небольшие группы (кластеры) автомобилей на дороге [4].

При необходимости исследования транспортного потока на участках, где он однороден и транспортные единицы имеют одинаковые кинематические параметры (между перекрестками, переходами, развязками и т. д.), рекомендуется использовать макроскопические модели, которые представляют транспортный поток как стационарное явление, обладающее общими для всего потока характеристиками (средняя скорость, плотность потока и интенсивность движения).

При моделировании движения отдельных транспортных средств (в частности, на регулируемых перекрестках, в зоне которых общественный транспорт теряет до 12 % общего времени нахождения на маршруте [2]) необходимо учитывать вероятностный характер событий и собственные параметры движения каждого транспортного средства. С этой целью разрабатываются модели, относящиеся к классу микроскопических.

Изучение макрологистических систем общественного транспорта требует учета региональных особенностей его функционирования. Следует отметить, что муниципальные системы городов с населением 0,5–1 млн жителей являются наиболее уязвимыми.

Логистический подход к управлению пассажирскими перевозками требует объединения отдельных звеньев процесса перевозок в единую систему, в которой действует большое число факторов и причинно-следственных связей, способную обеспечить качественный и эффективный перевозочный процесс.

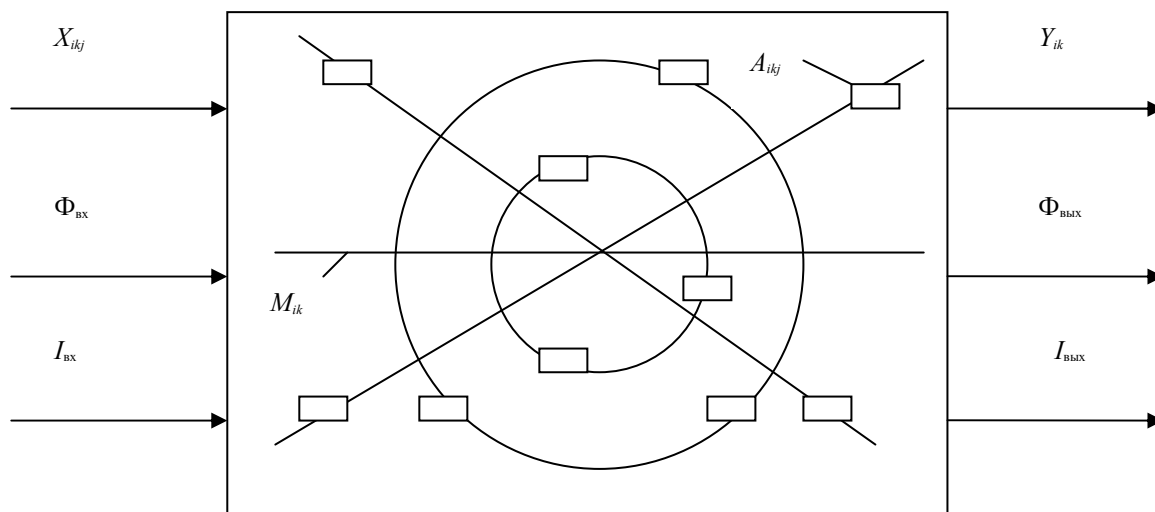
Параметры системы, характеризующие ее состояние – это маршруты P_1 , технический ресурс P_2 , инфраструктура автодорог и терминалов P_3 и т. п.

Функционирование системы – возможность реализации целей с учетом изменяющихся внешних условий, базируется на определении спроса на транспортные услуги, т. е. мониторинге объемов пассажиропотоков – E_1 , рациональном размещении и развитии транспортных предприятий, осуществляющих перевозки, – E_2 , разработке оптимальных маршрутов – E_3 , эффективном управлении процессом пассажироперевозок – E_4 и т. д.

Тогда муниципальная транспортная система пассажироперевозок определяется кортежем компонентов [5]:

$$S = \langle P_1, P_2, P_3, \dots, P_i, E_1, E_2, E_3, E_4 \dots E_j \rangle.$$

Целостность, иерархичность и адаптивность подобных систем позволяют представить управление ими как управление движением по сети, состоящей из маршрутов – ветвей сети и остановок – узлов сети (рис.).



Функциональная схема муниципальной маршрутной сети:

M_{ik} – маршруты; A_{ikj} – посадочные терминалы;

X_{ikj} – потенциальные потоки пассажиров i -го маршрута, k -го вида транспорта, j -го посадочного терминала; Y_{ik} – пассажиры, реализовавшие транспортную услугу;

Φ и I – финансовые и информационные потоки соответственно

Таким образом, по потокам на выходе объекта управления (маршрутной сети) можно произвести расчет критериев эффективности и качества, которые сопоставляются с эталонными.

Выводы

С точки зрения системного подхода звено логистической системы – это объект, в котором непосредственно удовлетворяется заявка на свободное место в пассажирском транспорте.

При моделировании муниципальной транспортной системы пассажироперевозок используются как аналитический, так и вероятностный подходы, причем первый позволяет получать наилучшие с точки зрения принятого способа оценки решения, а второй – учесть известную долю неопределенности, обуславливающую выбор наиболее адаптивных планов.

Моделирование анализируемой системы может быть обеспечено сочетанием нормативных и дескриптивных методов и моделей, вырабатывающих, с одной стороны, решения по активным воздействиям на макрологистическую систему, а с другой – описывающих процессы адаптации в условиях неопределенности и неполноты информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белая книга автодорог Астраханской области. Москва – Астрахань, 2007.
2. Логистика: общественный пассажирский транспорт: учеб. для студ. экон. вузов / под общ. ред. Л. Б. Миротина. М.: Экзамен, 2003. 224 с.
3. Мун Э. Е., Рубец А. Д. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси. М.: Транспорт, 1986. 136 с.
4. Антошвили М. Е., Либерман С. Ю., Спирин И. В. Оптимизация городских автобусных перевозок. М.: Транспорт, 1985. 102 с.

5. Гудков В. А., Турпищева М. С., Нурғалиев Е. Р. Математическое моделирование муниципальных автотранспортных пассажирских перевозок // Автотранспортное предприятие. 2010. № 4. С. 35–37.

Статья поступила в редакцию 21.03.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Турпищева Марина Семёновна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук, доцент; профессор кафедры техники и технологий наземного транспорта; m.turpi@mail.ru.

Нурғалиев Есбол Русланович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук; доцент кафедры техники и технологий наземного транспорта; lver7@yandex.ru.

Джахьяева Светлана Борисовна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; канд. техн. наук; доцент кафедры техники и технологий наземного транспорта; ttnt@astu.org.



M. S. Turpishcheva, E. R. Nurgaliev, S. B. Dzhahyaeva

RESEARCH OF PROCESSES OF PASSENGER TRANSPORTATION BY MOTOR TRANSPORT

Abstract. The article considers the conditions of passenger transportation by motor vehicles. It has been stated, that the problems of regulating passenger traffic in the Astrakhan region, and primarily in the regional centre, the city of Astrakhan, do not differ in transport organization from municipalities of the similar level (in particular, current state of transport infrastructure in the Astrakhan Region is characterized by incompleteness and lack of clear strategy of developing transport systems of different levels and municipal entities). The article defines a number of factors affecting road transport network in Astrakhan and, consequently, urban passenger traffic. The authors study the possibility to use a system approach to solving logistics problems of passenger transportation by motor transport, which is based on traffic flow modelling. It has been stated that urban traffic management should be taken as a continuous process that consists of a number of stages: forecasting, planning, designing and building, i. e. is a complex task which can be solved using a system approach. There have been studied several mathematical models (determinate, probabilistic, direct-analogy models), which allow modelling the municipal transport system. The authors underline that modelling municipal passenger transport system requires both analytical and probabilistic approaches: the former helps to get best results in terms of the decision evaluation method; the latter – to account a portion of uncertainty, which stipulates the choice of most acceptable plans.

Key words: passenger transportation, motor transport, transport infrastructure, transport mobility, traffic flows, modeling.

REFERENCES

1. *Belaia kniga avtodorog Astrakhanskoi oblasti* [White Book of highways in the Astrakhan Region]. Moscow – Astrakhan, 2007.
2. *Logistika: obshchestvennyi passazhirskii transport* [Logistics: public passenger transport]. Pod obshchei redaktsiei L. B. Mirotina. Moscow, Ekzamen Publ., 2003. 224 p.
3. Mun E. E., Rubets A. D. *Organizatsiia perevozok passazhirov marshrutnymi taksi* [Passenger transportation by fixed-run taxis]. Moscow, Transport Publ., 1986. 136 p.

4. Antoshvili M. E., Liberman S. Iu., Spirin I. V. *Optimizatsiia gorodskikh avtobusnykh perevozok* [optimization of the city bus transportation]. Moscow, Transport Publ., 1985. 102 p.

5. Gudkov V. A., Turpishcheva M. S., Nurgaliev E. R. *Matematicheskoe modelirovanie munitsipal'nykh avtotransportnykh passazhirskikh perevozok* [Mathematical modelling municipal passenger transportation by motor transport]. *Avtotransportnoe predpriiatie*, 2010, no. 4, pp. 35-37.

The article submitted to the editors 21.03.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Turpishcheva Marina Semenovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Professor of the Department of Technique and Technology of Land Transport; m.turpi@mail.ru.

Nurgaliev Esbol Ruslanovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Technique and Technology of Land Transport; lver7@yandex.ru.

Dzhahyaeva Svetlana Borisovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of the Department of Technique and Technology of Land Transport; ttnt@astu.org.

