



УДК 656.051



ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Пассажирские перевозки и оптимизация городской маршрутной сети



Константин АНДРЕЕВ
Konstantin P. ANDREEV

Вячеслав ТЕРЕНТЬЕВ
Vyacheslav V. TERYTYEV



Андреев Константин Петрович – магистрант Тульского государственного университета, Рязань, Россия.

Терентьев Вячеслав Викторович – магистрант Тульского государственного университета, Рязань, Россия.

Passenger Transportation and Optimization of the Urban Route Network

(текст статьи на англ. яз. – English text of the article – p. 160)

Авторы предлагают меры по оптимизации городской маршрутной сети пассажирского транспорта. В соответствии с задачами оптимизации разработаны программа и методика обследования пассажиропотоков, более рациональная схема маршрутной сети, транспортная макромодель города, предусмотрено внедрение в сфере пассажирских перевозок навигационной системы мониторинга ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS, системы мониторинга безопасности и управления подвижными объектами.

Ключевые слова: общественный транспорт, городская маршрутная сеть, пассажирские перевозки, оптимизация, мониторинг, ГЛОНАСС, макромодель, пассажиропотоки.

В каждом автотранспортном предприятии города основной задачей организации и планирования производства неизменно становится рациональное сочетание и использование всех ресурсов для выполнения максимальной транспортной работы и улучшения качества обслуживания населения пассажирскими перевозками. При этом естественно в условиях такого города, как Касимов, встаёт и вопрос об оптимизации городской маршрутной сети, начинается поиск организационных решений и способов их воплощения.

Первым этапом, как свидетельствует опыт, является проведение обследования пассажиропотоков на автомобильном транспорте общего пользования: изучение существующего пассажиропотока на маршрутах по направлению движения автобусов, по времени суток, в различные дни недели; определение показателей наполняемости пассажирских салонов автобусов по направлению движения, по времени суток, в различные дни недели. Затем следует обработка результатов обследования пассажиропотока на маршруте, разработка мероприятий по оптимизации маршрутной сети [1].



При планировании и получении конечного результата нужно добиваться, чтобы все маршруты и остановочные пункты отвечали требованиям как безопасности дорожного движения, так и рентабельности и экономической эффективности. Поскольку рассматриваемая задача является многокритериальной, то предлагаются следующие критерии оптимизации [2, 3]:

- оптимизированная схема маршрутов должна опираться на существующую остановочную сеть, по возможности использовать существующие разворотные круги, в необходимых случаях — новые места разворота;

- существующая маршрутная сеть может быть изменена в разумных пределах для минимизации неудобства граждан, ежедневно пользующихся общественным транспортом;

- с целью улучшения качества обслуживания населения основная масса пассажиров должна вывозиться транспортом большей вместимости;

- следует использовать принцип наименьшего дублирования маршрутов, зональное их планирование призвано обеспечить беспересадочный проезд из любой зоны в любую;

- целесообразно уменьшить количество маршрутов в городе за счёт большей доли пассажиров, перевозимых транспортом средней и большой вместимости, в том числе использовать на отдельных направлениях маршрутные такси нового поколения;

- маятниковая миграция, характерная для города в утреннее и вечернее время, должна сглаживаться диспетчеризацией на основе технологий ГЛОНАСС/GPS, пока не применяемых в Касимове [4].

В соответствии с установленными критериями была разработана оптимальная схема маршрутной сети общественного транспорта на основе изучения корреспонденций пассажиропотока и информационной модели транспортной системы города [5]. Одновременно создана транспортная макромодель с элементами программного обеспечения, при этом её параметры настроены на выполнение сугубо практических задач [6].

В качестве одного из основных в процессе реализации макромодели был критерий экономической целесообразности маршрутов и остановок. Поэтому система отбрасывала те маршруты и остановки, которые не отвечали требованиям рентабельности, и в этом смысле созданная оптимальная схема общественного транспорта носит идеалистический характер, поскольку мало учитывает политические и социальные факторы. Скажем, около больниц и детских садов зачастую не бывает большого пассажиропотока, однако наличие там стоянки общественного транспорта и прокладка маршрута через транспортный район, где находятся указанные социально значимые объекты, могут являться с точки зрения администрации города совершенно необходимыми [7].



Для более качественного предоставления услуг по обслуживанию населения предлагается внедрение в сфере пассажирских перевозок навигационной системы мониторинга ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS, а также системы мониторинга безопасности и управления подвижными объектами (Locatrans).

В рамках внедрения навигационной системы мониторинга предполагается:

- создать центральную диспетчерскую службу по регулированию движения общественного транспорта, примерно такую, как Региональный навигационно-информационный центр (РНИЦ), целью которого является информационно-навигационное обеспечение деятельности любого автомобильного транспорта, управление движением автотранспортных средств; повышение уровня безопасности перевозок пассажиров, специальных, опасных, тяжеловесных и крупногабаритных грузов; реализация контрольно-надзорных полномочий в транспортном комплексе;

- оборудовать все транспортные средства «тревожной кнопкой» для обеспечения дополнительной безопасности перевозок пассажиров;

- создать интернет-портал, на котором будут отображаться в режиме реального времени все транспортные средства, задействованные в организации перевозок по тому или иному маршруту, с возможностью прогнозирования их прибытия на определенный остановочный пункт;

- в местах расположения социальных объектов на остановочных пунктах разместить электронные информационные табло, прогнозирующие в режиме реального времени прибытие пассажирского маршрутного транспорта.

Следует отметить, что результаты мониторинга обеспечивают:

- широкое информирование граждан о происходящих изменениях;

- фиксацию резервов транспортных средств различной вместимости;

- постоянную информацию о состоянии городского общественного транспорта;

- помощь в организации работы центральной диспетчерской службы по регулированию движения общественного транспорта;

- содействие по части расчётов эффективности ценового регулирования и экологичности общественного транспорта [8].

Система мониторинга безопасности и управления подвижными объектами (Locatrans) позволяет иметь централизованный контроль за соответствующей сферой транспорта, в том числе:

- определять местоположение мобильных объектов и отображать их на электронной карте;

- отображать параметры движения объектов: скорость, направление, пройденный маршрут, места и продолжительность остановок;

- контролировать состояние датчиков, удалённо управлять исполнительными устройствами, установленными на мобильном объекте;

- наблюдать маршрут движения, получать своевременное оповещение о входе или выходе из заданных географических зон;

- пользоваться встроенными стандартными отчётами;

- формировать отчёты по различным показателям за любой период, а также архивы о перемещении объектов и произошедших с ними событиях.

Используя систему Locatrans, можно стимулировать рост объёмов перевозок и количества предоставляемых услуг, снизить аварийность, продлить срок эксплуатации транспортных средств, повысить дисциплину персонала, исключить нецелевое использование транспорта, оптимизировать расход топлива и ГСМ, снизить число холостых пробегов транспорта [9].

Особое внимание должно уделяться обеспечению безопасности перевозок пассажиров автобусами. Главными задачами в этой области с точки зрения оптимизации маршрутной сети являются:

- выполнение установленных нормативными правовыми актами требований к уровню квалификации, состоянию здоровья, режимам труда и отдыха водителей автобусов;

- наличие исправных дорог с необходимым обустройством;

- рациональная организация дорожного движения с предоставлением в нужных случаях приоритета общественному маршрутному транспорту;

– содержание автобусов в технически исправном состоянии, предупреждение отказов и неисправностей при эксплуатации их на линии;

– обеспечение безопасных дорожных условий на маршрутах автобусных перевозок;

– замена подвижного состава на более вместительный и отвечающий всем современным требованиям к безопасности перевозок пассажиров;

– организация перевозочного процесса по технологии, обеспечивающей безопасные условия пассажирам [10].

ВЫВОДЫ

Все приведённые в статье мероприятия по оптимизации городской маршрутной сети позитивно скажутся на развитии Касимова. Данная работа проводится совместно с ООО ПФП «Квантекс», которая занимается разработкой программы комплексного развития транспортной инфраструктуры муниципального образования – городской округ город Касимов до 2030 года [11]. Предварительные результаты выглядят следующим образом: предлагаемая замена подвижного состава, задействованного в перевозке пассажиров, позволит сократить общее количество используемых транспортных средств на 16,5 %, тем самым улучшить не только пропускную способность улично-дорожной сети, но и экологию города.

Кроме того, за счёт оптимизации будет получено:

– уменьшение количества маршрутов;

– существенное увеличение доли более вместительного транспорта в пассажирских перевозках;

– увеличение общей вместимости транспортных средств примерно на 10 %;

– осуществление возможности беспересадочного проезда транспортом между активно корреспондирующими районами города;

– снижение загрузки уличной дорожной сети на треть и дублирования маршрутов – в среднем на 15 %.

Следует заметить, что максимальный результат можно достичь только опытным

путём – проводить похожие исследования в течение ряда лет: изучать транспортную систему и своевременно корректировать её. Администрация города при этом на основе исследований и с учётом социально-экономических условий определяет опорный вид транспорта и опорную сеть. Последняя настраивается соответствующим образом через количество машин на маршруте, соотношение видов транспорта (муниципальный, коммерческий) и интервалы их движения. Созданная схема общественного транспорта постоянно мониторится и исследуется специалистами, в неё постоянно вносятся изменения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кулик С. Н., Терентьев В. В., Андреев К. П. Обследование пассажиропотоков на городских автобусных маршрутах // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 11-2. – С. 159–161.

2. Андреев К. П., Терентьев В. В. Оптимизация городского маршрута в условиях МУП «Автоколонна» // Теория и практика современной науки. – 2016. – № 12. – С. 567–570.

3. Терентьев В. В. Анализ методов оценки матриц корреспонденций // Новая наука: От идеи к результату. – 2016. – № 12-3. – С. 162–164.

4. Терентьев В. В., Андреев К. П. Технологии ГЛОНАСС на городском пассажирском транспорте // Наука и современное общество: взаимодействие и развитие. – 2016. – № 1. – С. 118–120.

5. Андреев К. П., Терентьев В. В. Информационное моделирование в проектировании транспортных сетей городов // Новая наука: Теоретический и практический взгляд. – 2016. – № 12-2. – С. 108–110.

6. Агуреев И. Е., Богма А. Е., Пышный В. А. Динамическая модель транспортной макросистемы // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 6-2. – С. 139–145.

7. Терентьев В. В. Способы определения транспортного спроса // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 12-3. – С. 231–233.

8. Андреев К. П. Исследование работы РНИЦ // Новая наука: Проблемы и перспективы. – 2016. – № 12-3. – С. 144–145.

9. Андреев К. П. Мероприятия по внедрению системы мониторинга автотранспорта на МУП «Автоколонна» // Проблемы исследования систем и средств автомобильного транспорта: Материалы международной науч.-техн. конференции. – Вып. № 1. – Тула, 2017. – С. 248–251.

10. Андреев К. П. Безопасность пассажирских автомобильных перевозок // Новая наука: От идеи к результату. – 2016. – № 12-3. – С. 14–16.

11. Разработка программы комплексного развития транспортной инфраструктуры муниципального образования – городской округ город Касимов до 2030 года. [Электронный ресурс]: <http://www.kvantex.ru/tpm/works.htm>. Доступ 25.06.2017.

Координаты авторов: **Андреев К. П.** – kosta066@yandex.ru, **Терентьев В. В.** – wt62ryazan@yandex.ru.

Статья поступила 09.03.2017, принята к публикации 25.06.2017.



PASSENGER TRANSPORTATION AND OPTIMIZATION OF THE URBAN ROUTE NETWORK

Andreev, Konstantin P., Tula State University, Ryazan, Russia.
Terentyev, Vyacheslav V., Tula State University, Ryazan, Russia.

ABSTRACT

The authors propose measures to optimize the urban route network of passenger transport. In accordance with the tasks of optimization, a program and methodology for the survey of passenger flows,

a more rational scheme for the route network, a transport macro model for the city, a passenger navigation system for the GLONASS or GLONASS/GPS monitoring system, security monitoring systems and mobile objects management were developed.

Keywords: public transport, urban route network, passenger transportation, optimization, monitoring, GLONASS, macro model, passenger flows.

Background. In each road transport enterprise of the city, the main task of organizing and planning production invariably is the rational combination and use of all resources to perform the maximum transport work and improve the quality of passenger service by the passenger transportation. At the same time, naturally, in the conditions of a city like Kasimov, there is also a question of optimizing the city's route network, the search for organizational solutions and ways of their implementation begins.

Objective. The objective of the authors is to consider passenger transportation and optimization of the urban route network.

Methods. The authors use general scientific methods, comparative analysis, and evaluation approach.

Results. The first stage, as experience shows, is conducting a survey of passenger flows on public road transport: study of existing passenger flows on routes in the direction of bus traffic, on time of day, on different days of the week; determination of the indices of occupancy of passenger buses on the direction of traffic, on the time of day, on different days of the week. Then there are processing of the results of a survey of passenger flows on the route, the development of measures to optimize the route network [1].

When planning and obtaining the final result, it is necessary to ensure that all routes and stops meet the requirements of both road safety, and profitability and cost-effectiveness. Since the problem under consideration is multicriteria, the following optimization criteria are proposed [2, 3]:

- an optimized route scheme should be based on the existing stopping network, if possible, use existing reversal circles, if necessary, new turn points;
- the existing route network can be changed within reasonable limits to minimize the discontent of citizens who use public transport daily;
- in order to improve the quality of service to the population, the bulk of passengers should be transported by transport of a larger capacity;
- the principle of the least duplication of routes should be used, their zonal planning is designed to ensure a direct passage from any zone to any one;
- it is advisable to reduce the number of routes in the city due to the greater share of passengers transported by medium and large capacity transport, including using new-generation fixed-route taxis in certain directions;
- the pendulum migration, typical for the city in the morning and in the evening, should be smoothed by dispatching based on GLONASS/GPS technologies, which are not yet used in Kasimov [4].

In accordance with the established criteria, the optimal scheme of the public transport route network was developed on the basis of the study of the correspondence of passenger flows and the information model of the city's transport system [5]. Simultaneously, a transport macro model was created using software,

while its parameters are configured to perform purely practical tasks [6].

As one of the main in the process of implementing the macro model was the criterion of economic expediency of routes and stops. Therefore, the system rejected those routes and stops that did not meet the requirements of profitability, and in this sense the created optimal scheme of public transport is idealistic, since it takes little account of political and social factors. For example, near hospitals and kindergartens, there is often no large passenger flow, but the presence of public transport stop and laying of the route through the transport area where these socially important objects are located may be absolutely necessary from the point of view of the city administration [7].

For better provision of public services, it is proposed to introduce the GLONASS or GLONASS/GPS navigation monitoring system, as well as the security monitoring and management system for mobile objects (Locatrans) in the sphere of passenger transportation.

As part of the implementation of the navigation monitoring system, it is assumed:

- to establish a central dispatching service for regulating the movement of public transport, such as the Regional Navigation and Information Center (RNIC), whose purpose is to provide information and navigation support for the activities of any road transport, control the movement of vehicles; increasing the level of safety of passenger transportation, special, dangerous, heavy and bulky cargo; implementation of control and supervisory powers in the transport sector;
 - to equip all vehicles with an «alarm button» to provide additional security for transportation of passengers;
 - to create an Internet portal, which will display in real time all vehicles involved in the organization of transportation on a particular route, with the possibility of predicting their arrival at a certain stopping point;
 - in places of location of social facilities at stops, to place electronic information boards predicting the arrival of passenger route transport in real time.
- It should be noted that monitoring results provide:
- wide informing of citizens about the current changes;
 - fixing the reserves of vehicles of different capacities;
 - constant information on the state of urban public transport;
 - assistance in organizing the work of the central dispatching service for regulating the movement of public transport;
 - assistance in calculating the effectiveness of price regulation and the environmental friendliness of public transport [8].

The monitoring system for security and management of mobile objects (Locatrans) allows to have centralized control over the relevant area of transport, including:

- to determine the location of mobile objects and display them on an electronic map;
- to display the parameters of movement of objects: speed, direction, distance traveled, places and duration of stops;
- to monitor the status of sensors, remotely control the executive devices installed on the mobile site;
- to observe the traffic route, to receive timely notification of entering or exiting from the specified geographical areas;
- to use built-in standard reports;
- to generate reports on various indicators for any period, as well as archives on the movement of objects and events that occurred with them.

Using the Locatrans system, it is possible to stimulate the growth of traffic volumes and the number of services provided, to reduce accidents, to extend the life of vehicles, to increase the discipline of personnel, to eliminate misuse of transport, to optimize fuel consumption, and to reduce the number of idle runs of transport [9].

Particular attention should be paid to ensuring the safety of passenger transport by buses. The main tasks in this area in terms of optimizing the route network are:

- compliance with the requirements set by regulatory legal acts to the level of qualifications, health status, working and rest regimes of bus drivers;
- the availability of serviceable roads with the necessary arrangement;
- rational organization of traffic with the provision in priority cases of priority to public road transport;
- the maintenance of buses in a technically sound condition, the prevention of failures and malfunctions when operating them on the line;
- ensuring safe road conditions on the bus routes;
- replacement of rolling stock for a more spacious and meeting all modern requirements for the safety of passenger transportation;
- organization of the transportation process using technology that provides safe conditions for passengers [10].

Conclusions. All the measures described in the article to optimize the city route network will have a positive impact on the development of Kasimov. This work is carried out jointly with LLC PFP Kvanteks, which is developing a program for the integrated development of the transport infrastructure of the municipal entity – the urban district of the city of Kasimov until 2030 [11]. Preliminary results are as follows, the proposed replacement of the rolling stock involved in transportation of passengers will reduce the total number of vehicles used by 16,5 %, thereby improving not only the capacity of the road network, but also the ecology of the city.

In addition, due to the optimization were received:

- reduction in the number of routes;
- a significant increase in the share of a more capacious transport in passenger transportation;
- increase in the total capacity of vehicles by about 10 %;
- realization of the possibility of direct transportation by means of transport between actively corresponding areas of the city;
- a decrease in the load of the street road network by a third and the duplication of routes – an average of 15 %.

It should be noted that the maximum result can be achieved only by an experienced way – to carry out similar studies for a number of years: to study the transport system and to correct it in a timely manner. The city administration, on the basis of research and taking into account socio-economic conditions, determines the basic mode of transport and the supporting network. The latter is adjusted accordingly through the number of vehicles on the route, the ratio of modes of transport (municipal, commercial) and the intervals of their movement. The created scheme of public transport is constantly monitored and researched by specialists, it is constantly being changed.

REFERENCES

1. Kulik, S. N., Terentyev, V. V., Andreev, K. P. Examination of passenger traffic on urban bus routes [Obsledovanie passazhiropotokov na gorodskih avtobusnyh marshrutah]. *Novaya nauka: Problemy i perspektivy*, 2016, Iss. 11-2, pp. 159–161.
2. Andreev, K. P., Terentyev, V. V. Optimization of the urban route in the conditions of MUE Avtokolonna [Optimizatsiya gorodskogo marshruta v usloviyah MUP «Avtokolonna»]. *Teoriya i praktika sovremennoy nauki*, 2016, Iss. 12, pp. 567–570.
3. Terentyev, V. V. Analysis of the methods of evaluation of correspondence matrices [Analiz metodov ocenki matric korrespondencij]. *Novaya nauka: Ot idei k rezul'tatu*, 2016, Iss. 12-3, pp. 162–164.
4. Terentyev, V. V., Andreev, K. P. GLONASS technologies in urban passenger transport [Tehnologii GLONASS na gorodskom passazhirskom transporte]. *Nauka i sovremennoe obshchestvo: vzaimodejstvie i razvitie*, 2016, Iss. 1(2), pp. 118–120.
5. Andreev, K. P., Terentyev, V. Information modeling in the design of city transport networks [Informacionnoe modelirovanie v proektirovaniy transportnyh setey gorodov]. *Novaya nauka: Teoreticheskij i prakticheskij vzglyad*, 2016, Iss. 12-2, pp. 108–110.
6. Agureev, I. E., Boga, A. E., Pyshny, V. A. Dynamic model of the transport macrosystem [Dinamicheskaya model' transportnoj makrosistemy]. *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki*, 2013, Iss. 6-2, pp. 139–145.
7. Terentyev, V. V. Ways to determine transport demand [Sposoby opredeleniya transportnogo sprosya]. *Novaya nauka: Problemy i perspektivy*, 2016, Iss. 12-3, pp. 231–233.
8. Andreev, K. P. Research of the RNIC [Issledovanie raboty RNIC]. *Novaya nauka: Problemy i perspektivy*, 2016, Iss. 12-3, pp. 144–145.
9. Andreev, K. P. Measures for introduction of a vehicle monitoring system at MUE Avtokolonna [Meroprijatija po vnedreniju sistemy monitoringa avtotransporta na MUP «Avtokolonna»]. *Problems of the study of systems and means of motor transport: Proceedings of the international scientific-technical conference*. Tula, 2017, Iss. 1, pp. 248–251.
10. Andreev, K. P. Safety of passenger road transportation [Bezopasnost' passazhirskih avtomobil'nyh perevozok]. *Novaya nauka: Ot idei k rezul'tatu*, 2016, Iss. 12-3, pp. 14–16.
11. Development of a program for the integrated development of the transport infrastructure of the municipal entity – the urban district city of Kasimov until 2030 [Razrabotka kompleksnogo razvitiya transportnoi infrastruktury municipal'nogo obrazovaniya' gorodskoi okrug gorod Kasimov do 2030 goda]. [Electronic source]: <http://www.kvantex.ru/tpm/works.htm>. Last accessed 25.06.2017.

Information about the authors:

Andreev, Konstantin P. – Master's student of Tula State University, Ryazan, Russia, kosta066@yandex.ru.
Terentyev, Vyacheslav V. – Master's student of Tula State University, Ryazan, Russia, vt62ryazan@yandex.ru.

Article received 09.03.2017, accepted 25.06.2017.

