

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/vol8-6.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/04TVN616.pdf>

Статья опубликована 01.11.2016

Ссылка для цитирования этой статьи:

Минатуллаев Ш.М., Данилов С.В., Рябов И.М. Оптимизация работы автобусов при их взаимодействии с другими видами пассажирского транспорта в транспортно-пересадочных узлах // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 8, №6 (2016) <http://naukovedenie.ru/PDF/04TVN616.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 656.13.072:338

Минатуллаев Шамиль Минатуллаевич

ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет им. Джембулаева М.М.», Россия, Махачкала
Кандидат технических наук, преподаватель
E-mail: interpol1199@mail.ru

Данилов Сергей Васильевич

ФГБОУ ВПО «Северо-Кавказская государственная гуманитарно-технологическая академия», Россия, Черкесск
Кандидат технических наук, старший преподаватель
E-mail: sergey-danilov1@ya.ru

Рябов Игорь Михайлович

ФГБОУ ВПО «Волгоградский государственный технический университет», Россия, Волгоград
Доктор технических наук, профессор
E-mail: rjabov1603@mail.ru

**Оптимизация работы автобусов при их взаимодействии
с другими видами пассажирского транспорта
в транспортно-пересадочных узлах**

Аннотация. Для обеспечения согласованного ритмичного взаимодействия автобусов разных маршрутов между собой и с другими видами пассажирского транспорта в транспортно-пересадочных узлах их интервалы движения должны соответствовать установленной ритмичности взаимодействия. Если происходит нарушение интервала движения автобуса, то есть фактический интервал движения отличается от планового, который согласован с другими видами пассажирского транспорта по времени их прибытия и отправления, то нарушается согласованность взаимодействия подвижного состава разных маршрутов в транспортно-пересадочных узлах. А это приводит к увеличению времени ожидания пассажирами подвижного состава, возможному его переполнению или недогрузке и, как следствие, к снижению эффективности и качества транспортных услуг. Получены формулы для времени ожидания пассажиров при однотипной структуре парка подвижного состава и при эксплуатации автобусов разной вместимости. Установлено, что для обеспечения ритмичности работы автобусов, необходимо организовать их движение с наименьшим (оптимальным) интервалом. Однако, с целью недопустимости установления разных интервалов движения на одном и том же маршруте при использовании различных типов автобусов, необходимо правильно рассчитать плановое их количество. В результате исследований установлено, что время ожидания пассажирами автобусов зависит от соотношения разнотипных автобусов и очередности их подъезда к транспортно-пересадочным узлам. Предложено выражение, обеспечивающее оптимальное взаимодействие автобусов различной вместимости в транспортно-пересадочном узле.

Ключевые слова: оптимизация; ритмичное взаимодействие; интервал движения; автобусы; пассажиры; вместимость; маршруты; транспортные услуги; эффективность; качество

Для обеспечения согласованного ритмичного взаимодействия автобусов разных маршрутов между собой и с другими видами пассажирского транспорта в ТПУ их интервалы движения J_i должны соответствовать установленной ритмичности R_i^w взаимодействия:

$$J_i = R_i^w. \quad (1)$$

Количество ПС на маршрутах A_m^w с временем оборота $t_{об}$:

$$A_m^w = \frac{t_{об}}{I_i} = \frac{t_{об}}{R_i^w}. \quad (2)$$

Схема функционирования подвижного состава (ПС) пассажирского транспорта (ПТ) на маршрутной сети с транспортно-пересадочными узлами (ТПУ) приведена на рисунке 1. Если происходит нарушение (отклонение) интервала движения автобуса, то есть фактический интервал движения I^ϕ отличается от планового $I^{пл}$, который согласован с другими видами ПТ (по времени их прибытия и отправления), то нарушается его согласованность взаимодействия ПС разных маршрутов в ТПУ. А это приводит к увеличению времени ожидания пассажирами ПС, возможному его переполнению или недозагрузки и, как следствие, к снижению эффективности и качества транспортных услуг. Если $I^\phi > I^{пл}$, то автобус может быть перегружен; $t_{ож} > 0$; если $I^\phi < I^{пл}$, то в автобусе имеются свободные места.

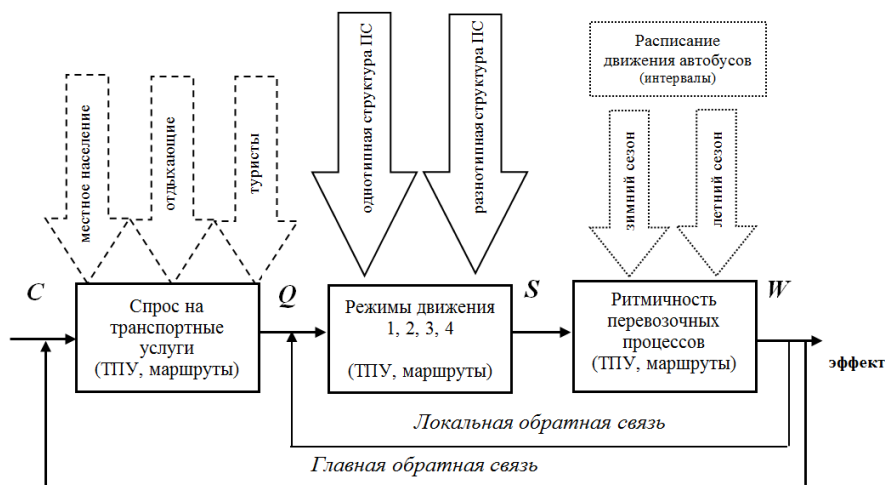


Рисунок 1. Схема функционирования пассажирского транспорта на маршрутной сети с транспортно-пересадочными узлами: C – фактор сезонной активности населения; Q – сформированные объемы перевозок пассажиров; S – выбранная перевозочная структура; W – производительность выбранной перевозочной структуры для различных режимов их функционирования; IEE – эффективность перевозочных процессов; K – уровень качества транспортного сервиса для пассажиров; 1, 2, 3, 4 - соответственно обычный, скоростной, экспрессный и смешанный режимы движения автобусов на маршруте (подвижный модуль); локальная обратная связь – оперативная координация перевозочных процессов (диспетчерские функции); главная обратная связь – организационно-стратегическая – прогнозирование и планирование перевозочных процессов на новые сезоны с учетом опыта текущего сезона (разработано авторами)

Оптимизация работы автобусов при взаимодействии их с другими видами ПТ в ТПУ должна быть направлена на снижение общих простоев по каждому терминалу и посадочной площадке, связанных с ожиданием посадки ($t_{ож_i}$) пассажиров для всего количества работающих автобусов:

$$t_{ож}^{оп} = \sum_{i=1}^n t_{ож_i} \rightarrow \min, \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^n t_{ож_i} \rightarrow \min$, – суммарное время ожидания посадки в автобус, мин.

Снижение этого времени обеспечивает увеличение их производительности, прибыли и качества транспортного сервиса.

При однотипной структуре парка ПС на маршрутах время их ожидания должно быть одинаково для всех и соответствовать условию:

$$t_{ож} = J_i^w = R_i^w. \quad (4)$$

При эксплуатации автобусов разной структуры они имеют разную вместимость и, соответственно, будет иметь место различное время на ожидание и посадку на каждом терминале и посадочных площадках. Поэтому следует обеспечивать ритмичность работы ПС по наименьшему значению времени простоя $t_{n_i}^{\min}$:

$$R_{\min_i}^w = t_{n_i}^{\min} = \min(t_{n_i}). \quad (5)$$

Чтобы обеспечить такую ритмичность работы автобусов, необходимо организовать их движение с наименьшим (оптимальным) интервалом, то есть должно выполняться условие:

$$R_{пл_i}^w = I_{пл_i}^w = R_{\min_i}^w = I_{\min_i}^w = t_{n_i}^{\min}, \quad (6)$$

и, как следствие, (согласно 2) должно быть выпущено такое количество ПС, которое соответствует заявленным (определенным) объемам пассажиропотоков (в летний сезон и зимний сезоны):

$$A_{M_i}^w = \frac{t_{об_i}}{I_{\min_i}^w} = \frac{t_{об_i}}{R_{\min_i}^w}. \quad (7)$$

При работе ПС разной вместимости для каждого i -го типа ПС время оборота $t_{об_i}^w$ также будет отличаться. Однако, с целью недопустимости установления разных интервалов движения на одном и том же маршруте при использовании различных типов автобусов, необходимо правильно рассчитать плановое их количество по условию (5) с учетом (7).

При этом следует использовать наибольшее из возможных значений времени оборота $t_{об_i}^{\max}$, то есть должно быть выполнено условие:

$$t_{об_i}^{\max} = \arg \max \{t_{об_i} f(C)\}. \quad (8)$$

Условие (8) позволяет определить необходимое рабочее количество автобусов $A_{M_i}^P(R_{\min})$, и обеспечить согласованное их взаимодействие в ТПУ в условиях сезонной активности населения:

$$A_{M_i}^P(R_{\min} f(C)) = \frac{t_{об_i}^{\max}}{R_{\min_i}} = \frac{t_{об_i}^{\max}}{t_{n_i}^{\min}} + \frac{t_{об_i}^{\max}}{t_{n_i}^{\min}} \quad (9)$$

Следует учитывать, что при работе ПС различных типов время их оборота на маршруте будет различным, вследствие чего неизбежны отклонения от планового интервала движения, что может приводить к нарушению регулярности движения. В этом случае для расчёта ритмичности функционирования автобусов на маршруте при условии:

$$t_{n_i}^{\max} > t_{n_i}^{\min} \quad (10)$$

в ТПУ может наблюдаться изменение времени их простоя, т. е. возможно увеличение времени ожидания прибытия автобусов $t_{ож_i}^a$, которое предлагается рассчитывать по формуле:

$$t_{ож_i}^a = \left| t_{n_i}^{\max} - I_i^{пл} \right| = \left| t_{n_i}^{\max} - t_{n_i}^{\min} \right| \quad (11)$$

В этом случае суммарное непроизводительное время за смену составит:

$$T_{ож}^a f(C) = \sum_{i=1}^n A_{M_i}^W \cdot t_{ож_i}^a \cdot K_{e_i} \quad (12)$$

где K_{e_i} – количество выполненных рейсов на маршруте i -го типа подвижного состава за смену, ед.

Соотношение подвижного состава разной структуры на маршруте можно характеризовать показателем $K_{стр}$, который отражает долю использования автобусов средней и большой вместимости ($A_{M_i}^{\max}$) в общем количестве работающих автобусов на маршруте ($\sum_{i=1}^n A_{M_i}$), и предлагается рассчитывать по формуле:

$$K_{стр} f(C) = \frac{A_{M_i}^{\max}}{\sum_{i=1}^n A_{M_i}} \quad (13)$$

Коэффициент $K_{стр}$ изменяется от 0 до 1 и влияет на время ожидания автобусов в ТПУ.

Для исследования потерь времени пассажиров в ТПУ использовалось имитационное моделирование, в результате которого были установлены закономерности потерь времени пассажиров на ожидание посадки в автобус при использовании разнотипного подвижного состава. Результаты исследований по городу Краснодару показали, что при одинаковом количестве ПС, но при разном соотношении разнотипных автобусов и различной очередности их подъезда к ТПУ время ожидания существенно отличается. Установлено что потери времени пассажиров на ожидание прибытия автобуса стремятся к нулю при $K_{стр} = 0$ и $K_{стр} = 1$, то есть при использовании автобусов равной вместимости. В области действительных значений показателя $K_{стр}$ от 0 до 1 существует такое рациональное соотношение количества автобусов различных типов, при котором их работа на маршруте характеризуется минимальным совокупным временем ожидания пассажирами их прибытия в ТПУ. В этом

случае выражение для формирования оптимального закрепления автобусов различной вместимости за маршрутом будет иметь вид:

$$V(t_{ож}^a) = \{A_m, K_{стр}\} \rightarrow Opt, \quad (14)$$

где $V(t_{ож}^a)$ – вектор оптимальных параметров закрепления автобусов за маршрутом, который обеспечит минимальные потери времени пассажиров в ожидании их прибытия в ТПУ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кравченко, Е.А. Пути и формы повышения качества обслуживания населения пассажирским автомобильным транспортом: Учеб. пособие / Е.А. Кравченко. Куб. гос. технол. ун-т: Краснодар, 1997. – 130 с.
2. Логистика: общественный пассажирский транспорт: Учебник для студентов экономических вузов / Под общ. Ред. Л.Б. Миротина. – М.: Издательство «Экзамен», 2006. – 224 с.
3. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта: монография / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.В. Куликов, А.А. Сериков / Волг ГТУ. – Волгоград, 2002. - 256 с.
4. Кравченко, Е.А. Нормативно-правовые документы транспортно-дорожного комплекса Российской Федерации. Справочник / Е.А. Кравченко, А.Е. Кравченко, В.Н. Ломовских, А.П. Глущенко под общ. ред. Е.А. Кравченко. – в 2-х частях. – Краснодар: изд-во ООО «Издательский Дом – Юг», 2009. ч1 – 565 с., ч 2 - 544 с.
5. Рябов, И.М. Анализ обслуживания пассажиров автобусами в России и за рубежом / И.М. Рябов, Тхи Тху Хыонг Нгуен // Мир транспорта. - 2014. - №2. - С. 122-131.
6. Рябов, И.М. Современное состояние и перспективные направления развития городских перевозок пассажиров в городе Волгограде / И.М. Рябов, И.С. Водолажский // Известия ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 8: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - №3 (130). - С. 90-93.
7. Повышение качества транспортных услуг при перевозке пассажиров. Строительство транспортно-пересадочного узла в городе Волгограде / И.М. Рябов, Р.Я. Кашманов, А.К. Искаков, Ф.С. Илясов // Евразийский Союз Учёных. Сер. Технические науки. Физико-математические науки. - 2015. - №1 (часть 1). - С. 51-52.
8. Пути совершенствования пассажирских перевозок в Волгограде и в Волгоградской области / И.М. Рябов, А.В. Куликов, Р.Я. Кашманов, А.Н. Карагодина // Сборник научных трудов SWorld. - 2014. - Вып. 3, том 1. - С. 38-41.
9. Рябов, И.М. Современное состояние пассажирского транспорта города Ханой / И.М. Рябов, Тхи Тху Хыонг Нгуен // Известия ВолгГТУ. Серия "Наземные транспортные системы". Вып. 8: межвуз. сб. науч. ст. / ВолгГТУ. - Волгоград, 2014. - №3 (130). - С. 93-96.
10. Ефименко Д.Б. Методические основы построения навигационных систем диспетчерского управления перевозочным процессом на автомобильном транспорте (на примере городского пассажирского транспорта) / Автореф. докт. технич. наук. - Москва, МАДИ ГТУ - 2012. - 40 с.

Minatullaev SHamil Minatullaevich

Dagestan state agricultural university im. Dzhambulaeva M.M., Russia, Makhachkala
E-mail: interpol1199@mail.ru

Danilov Sergey Vasil'evich

North Caucasian state humanitarian-technological academy, Russia, Cherkessk
E-mail: sergey-danilov1@ya.ru

Ryabov Igor Mikhaylovich

Volgograd state technical university, Russia, Volgograd
E-mail: rjabov1603@mail.ru

Optimization of the bus in their interaction with other types of passenger transport in transport hubs

Abstract. To ensure a consistent rhythmic interaction of buses of different routes among themselves and with other types of passenger transport in transport hubs, their intervals must comply with the established rhythm of the interaction. If there is a violation of the range of motion of the bus, i.e. the actual range of motion is different from the planning that is coordinated with other types of passenger transport at the time of their arrival and departure, disturbed the coherence of interaction of rolling stock of different routes to transport hubs. And it conducts to increase in waiting time for passengers rolling stock, its potential overflow or underload and, as a consequence, reduce the efficiency and quality of transport services. The formulas for the waiting time of passengers when the same type of structure, rolling stock and the operation of buses of different capacity. It is established that to ensure the smooth operation of buses, it is necessary to organize their movement with the smallest (optimal) interval. However, with the purpose of inadmissibility of setting different intervals on the same route using different types of buses is necessary to calculate the planned quantity. As a result of researches it is established that the waiting time of the passengers of the bus depends on the ratio of different types of buses and sequence of their entrance to the hubs. The proposed expression for optimal interaction of buses of different sizes in the transport-interchange node.

Keywords: optimization; rhythmic interaction; range of motion; buses; passengers; capacity; routes; quality; transportation services; efficiency; quality

REFERENCES

1. Kravchenko, E.A. Ways and forms of improving the quality of service of the population automobile passenger transport: Proc. manual / E.A. Kravchenko. Cube. GOS. tekhnol. University: Toronto, 1997. – 130 p.
2. Logistics: public passenger transport: the Textbook for students of economic universities ical / Under total Ed. L.B. Mirotin. – M.: Publishing House "Examination", 2006. – 224 p.
3. Efficiency of urban public passenger transport: monograph / A.V. Valmorin, V.A. Gudkov, A.V. Kulikov, A.A. Serikov / VOLG GTU. – Volgograd, 2002. - 256 p.
4. Kravchenko, E.A. Normative legal documents of the transport-road complex of the Russian Federation. Handbook / E.A. Kravchenko, A.E. Kravchenko, V.N. Lomovsky, A.P. Glushchenko under the General editorship of E.A. Kravchenko. – in

- 2 parts. – Krasnodar: publishing house ООО "Publishing House – South", 2009. CH1 – 565 S., CH 2 - 544 p.
5. Ryabov, I.M. Analysis of passenger service buses in Russia and abroad / I.M. Ryabov, thi Thu Huong Nguyen // World of transport. - 2014. - No. 2. - P. 122-131.
 6. Ryabov, I.M. a Modern state and perspective directions of development of urban passenger transport services in the city of Volgograd / I.M. Ryabov, I.S. Vodolazhskiy // proceedings VSTU. A series of "Land transport system". Vol. 8: mezhvuz. SB. nauch. article / Wagg-TU. - Volgograd, 2014. - №3 (130). - P. 90-93.
 7. Improving the quality of transport services for the carriage of passengers. The construction of a transport interchange hub in the city of Volgograd / I.M. Ryabov, R.J. Kachmanov, A.K. Iskakov, F.S. Ilyasov // Eurasian Union of Scientists. Ser. Technical Sciences. Physico-mathematical science. - 2015. - No. 1 (part 1). - P. 51-52.
 8. Ways of improving passenger transportation in Volgograd and Volgograd region / I.M. Ryabov, V.A. Kulikov, R.J. Kachmanov, A.N. Karagodina // Collection of scientific works SWorld. - 2014. - Vol. 3, vol. 1. - P. 38-41.
 9. Ryabov, I.M. the current status of passenger transport Hanoi / I.M. Ryabov, thi Thu Huong Nguyen // Izvestia VolggTU. A series of "Land transport system". Vol. 8: mezhvuz. SB. nauch. article / VSTU. - Volgograd, 2014. - №3 (130). - P. 93-96.
 10. Efimenko, D.B. Methodological foundations of navigation systems of dispatching management of transportation process in automobile transport (for example, urban passenger transport). doctor. of technical Sciences. Moscow, MADI GTU - 2012. – 40 P.