



УДК 656.017.2

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ СКОРОСТИ НАЗЕМНОГО ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

О. А. Соколова

Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

В отечественной и зарубежной практике выделяют различные пути повышения эксплуатационной скорости наземного городского пассажирского транспорта общего пользования. Модернизация пассажирского транспорта является одной из важнейших задач транспортной системы. Обеспечение высокой эксплуатационной скорости – одна из важнейших задач в обеспечении мобильности пассажиров. В свою очередь эффективный городской пассажирский транспорт общего пользования помогает решить многие проблемы города. В данной работе представлены различные варианты, с помощью которых возможно повысить эксплуатационную скорость наземного городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: эксплуатационная скорость, повышение эксплуатационной скорости, наземный городской пассажирский транспорт, транспорт общего пользования, пути повышения скорости.

Для цитирования:

Соколова О.А. Пути повышения эксплуатационной скорости наземного городского пассажирского транспорта общего пользования // Системный анализ и логистика: журнал.: выпуск №1(23), ISSN 2077-5687. – СПб.: ГУАП., 2020 – с. 74-80. РИНЦ.

WAYS TO IMPROVE THE OPERATING SPEED OF THE PUBLIC TRANSPORT

O. A. Sokolova

Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation

In Russian and foreign practice, different criteria of ways to improve the operating speed of the public transport are given out. Modernization of passenger transport is one of the most important tasks of the transport system to ensure the speed – one of the most important fast and high-quality transport guarantors. In turn, an efficient urban public transport helps to solve many problems of the city. This article provides various options by which it is possible to increase the operating speed of the public transport.

Keywords: operating speed, increase of operational speed, urban passenger transport, public transport, ways to increase speed.

For citation:

Sokolova O. A. Ways to improve the operating speed if the public transport // System analysis and logistics.: №1(23), ISSN2007-5687. – Russia, Saint-Petersburg.: SUAI., 2020 – p. 74-80.

Согласно отчету ООН, за 2019 год, 54% населения мира проживает в городских районах, и эта цифра только растёт – по прогнозам к 2050 году эта цифра увеличится до 66% [1]. Растёт показатель автомобилизации стран, причем чаще всего предпочтение отдается именно частному автотранспорту.

Тем не менее, одним из наиболее важных видов транспорта является городской пассажирский транспорт (далее – ГПТ), который является главным фактором для обеспечения экономической, социальной, культурной устойчивости и иной деятельности, в т.ч. и развития города. ГПТ в современных городах остается основным транспортом для жителей, снижает нагрузку на городские улицы и позволяет уменьшить загрязнение воздуха, которое вызвано огромными автомобильными потоками. ГПТ находится в прямой конкуренции с личными автомобилями. Модернизация пассажирского транспорта является одной из важнейших задач развития экономики страны.

Автомобилизация росла очень быстро, и количество транспорта в городах приближается к максимальной пропускной способности улицы. Дополнительные автомобили на улицах сокращают эксплуатационную скорость, которая иногда даже равна нулю из-за возникающих пробок [2]. Тем не менее, если бесконечно увеличивать пропускную способность дорожной сети, проблема остается нерешенной (рис. 1). Ни один город еще не решил проблему путем выделения большего пространства



для вождения и парковки автомобилей.



Рис. 1. Сравнение подходов к решению проблемы увеличения эксплуатационной скорости

Скорость является одним из важнейших факторов. Эксплуатационная скорость, которая оценивается с учетом расстояния и времени в пути от начальной точки маршрута до конечной, является одним из значимых факторов обеспечения качества на транспорте [3].

Эксплуатационная скорость служит индикатором, описывающим проблемы городской транспортной системы (перегруженность, отсутствие выделенных линий и т.п.).

На скорость движения автобусов влияют следующие показатели:

- категория автомобильной дороги, ее параметры и состояние по участкам,
- интенсивность движения подвижного состава на отдельных участках дороги;
- вместимость автобуса и его эксплуатационно-техническая характеристика;
- время года и климатические условия;
- время суток, в течение которого осуществляется рейс.

Нормирование скоростей сводится к выполнению следующих операций:

- уточнение схемы маршрута, остановочных пунктов, изучение трассы, условий движения автобусов, посадки-высадки пассажиров на остановках;
- подготовка необходимой документации (хронокарта), часов;
- целодневные хронометражные наблюдения за движением автобуса, управляемого опытным водителем;
- расчет «допустимого» времени движения по каждому перегону в течение всего дня по результатам поездки;
- проведение хронометражных наблюдений на нескольких автобусах в каждый из периодов суток;
- обработка и анализ материалов наблюдения, расчет нормативов времени в целом за рейс и по контрольным участкам по периодам дня;
- проведение пробных рейсов;
- составление акта и утверждение нормативов времени.

На пассажирских автобусных перевозках различают:

- а) максимальную скорость (V_{\max}) – скорость, которую позволяет развить конструкция автобуса при полном использовании двигателя;
- б) допустимую скорость ($V_{\text{доп.}}$) – определяется Правилами дорожного движения, исходя из условий безопасности движения и состояния дорог;

Расчетные скорости [4]:

- в) техническая скорость (V_t) – это отношение пройденного пути к суммарному времени затрат на движение автобуса на маршруте:



$$V_m = \frac{L_M}{t_{дв}}; (\text{км/час});$$

- г) скорость сообщения (V_c) – это скорость автобуса без учета времени простоя на конечной остановке:

$$V_c = \frac{L_M}{(t_p - t_{ко})}, (\text{км/час});$$

- д) эксплуатационная скорость (V_3) – отношение пройденного автобусного пути к сумме времени, затраченному на движение, задержки по причинам уличного движения, стоянки на промежуточных остановочных пунктах

$$V_3 = \frac{L_M}{(t_{дв} + t_{но} \cdot n_{np} + t_{ко})} = \frac{L_M}{(t_p)}, (\text{км/час}).$$

Она характеризует состояние и уровень организации автобусных перевозок. При возрастании (V_3) увеличивается (V_c), сокращаются затраты времени на поездки в автобусах и улучшается культура обслуживания населения автобусным транспортом:

$$V_T > V_c > V_3.$$

Пути повышения эксплуатационной скорости могут быть разделены на несколько групп: организационные мероприятия и мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения [5].

К первой группе относятся следующие меры:

- оптимизация действующей маршрутной сети;
- осуществление приоритетного пропуска ГПТ на перекрестках путем введения специальных режимов светофорных объектов;
- ограничение въезда личных автомобилей в наиболее загруженные районы города;
- система электронной оплаты проезда;
- оптимизация маршрутного расписания;
- включение маршрутных такси в общую систему ГПТ;
- использование остановок по требованию в менее загруженных районах города;
- создание приоритетных полос ГПТ (рис. 2);
- повышение качества обслуживания ГПТ, что ведет к отказу от личного автотранспорта;
- использование современного подвижного состава;
- применения интеллектуальных транспортных систем.



Рис. 2. Выделенная полоса для ГПТ



Ко второй группе могут быть отнесены следующие меры:

- создание коридоров БРТ (рис. 3) (скоростные автобусные перевозки);
- создание транспортных пересадочных узлов;
- организация остановочных пунктов на дистанции от перекрестков;
- устройство внеуличных пешеходных переходов;
- строительство скоростных магистральных улиц.



Рис. 3. Коридор БРТ

В данной статье детально рассматриваются влияние выделения полос для общественного транспорта и использование остановок по требованию, как яркие примеры, которые вносят существенные изменения в показатели эксплуатационной скорости транспорта на дороге [6].

Выделенная полоса бывает двух видов по направлению движения маршрутного транспорта: встречная и попутная.

Инфраструктура выделенной полосы может включать в себя (рис. 4):

- дорожную разметку;
- дорожные знаки и информационные щиты;
- заездные карманы на остановочных пунктах с удлинением посадочных площадок;
- специальные технические средства фото - и видеофиксации административных правонарушений, интегрируемые в интеллектуальную транспортную систему;
- отстойно-разворотные площадки (далее – ОРП), предназначенные для скоростных автобусных систем (далее – САС) и находящиеся в непосредственной близости от выделенной полосы в местах окончания трассы маршрута САС.
- конечные станции;
- перехватывающие парковки.

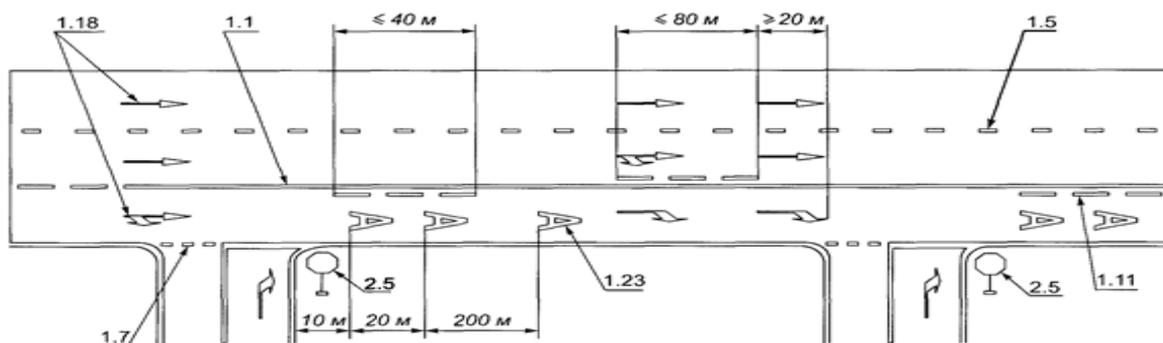


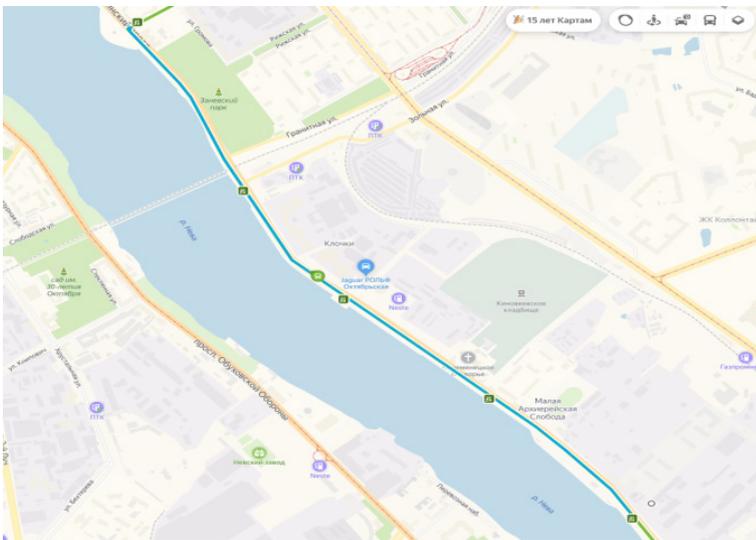
Рис. 4. Пример разметки участка дороги со специальной полосой для общественного транспорта



Вариант выделения отдельной полосы рассмотрим на примере автобусного маршрута №5 ул. Грибакиных - Станция метро «Ладожская». Протяженность маршрута в прямом направлении: 16,09 км, число промежуточных остановок 34. Длина маршрута в обратном направлении: 17,02 км, промежуточных остановок 31. Стоянка на конечных остановках по 11 мин.

По маршруту движения автобуса № 5 в обратном направлении от остановки станции метро «Ладожская» до улицы Грибакиных в утренний и вечерний «час пик» создаётся заторный участок на Народной улице до станции метро «Ломоносовская» длиной 1,2 км, с 1-й промежуточной остановкой, а также на участке от Октябрьской набережной, д.8 до Новочеркасского проспекта длиной 4,8 км с 6-ю промежуточными остановками. Средний коэффициент сменяемости пассажиров равен 12,5.

Октябрьская набережная на участке от Малоохтинского проспекта до Октябрьской набережной, д. 38 имеет три полосы движения в попутном направлении. Поскольку выделение полосы общественного транспорта может происходить на дорогах, которые имеют не менее трех полос для движения в попутном направлении, то выделение полосы на данном участке возможно (рис. 5).



а) схема участка выделения полосы (синим цветом)

б) Октябрьская набережная

Рис. 5. Участок предлагаемой выделенной полосы для автобусов в обратном направлении

Рассчитаем эксплуатационную скорость (V_3) на маршруте в обратном направлении – отношение пройденного автобусного пути к сумме времени, потраченному на движение, стоянки на промежуточных остановках, стоянки на конечных остановках:

$$V_3 = \frac{L_M}{(t_{дв} + t_{по} \cdot n_{пр} + t_{ко})}, \quad (1)$$

где L_M – длина маршрута, 17,02 км; $t_{дв}$ – время движения автобуса на маршруте 9 мин.; $t_{по}$ – время простоя автобуса на промежуточных остановках 0,5 мин.; $n_{пр}$ – количество промежуточных остановок 31; $t_{ко}$ – время простоя автобуса на конечных остановках по 11 мин.

$$V_3 = \frac{17,02}{(9 + 0,5 \cdot 31 + 11)} \cdot 60 = \frac{17,02}{0,59} = 28,8 \text{ км/ч.}$$

Коэффициент использования остановок по требованию $k_{от}$ можно найти по выражению:



$$k_{om} = \frac{L_{np}}{L_{езд}}, \quad (2)$$

где: L_{np} – средняя протяженность между промежуточными остановками; $L_{езд}$ – средняя дальность ездки пассажира на маршруте.

$$L_{np} = \frac{L_M}{n_{np}}, \quad L_{езд} = \frac{L_M}{k_{cn}}, \quad (3)$$

где: k_{cn} – коэффициент сменяемости пассажиров.

Таким образом,

$$k_{om} = \frac{k_{cn}}{n_{np}}, \quad k_{om} = \frac{12,5}{31} = 0,4.$$

С учетом выделенных полос для движения автобусов и использования остановок по требованию, эксплуатационная скорость на маршруте будет исчисляться:

$$V_3 = \frac{L_M}{(t_{двsn} + t_{но} \cdot n_{np sn} \cdot k_{om} + t_{ко}) + (t_{двsn} + t_{но} \cdot n_{np n} \cdot k_{om})}, \quad (4)$$

где показатели с индексом *sn* аналогичны формуле (1) только касательно участка вне выделенной полосы; показатели с индексом *n* соответственно только касательно участка на выделенных полосах движения: $t_{дв sn}$ – время движения автобуса на маршруте 5,9 мин.; $n_{np sn}$ – количество промежуточных остановок 24; $t_{дв n}$ – время движения автобуса на маршруте 2,6 мин.; $n_{np n}$ – количество промежуточных остановок 7; k_{om} – коэффициент сменяемости пассажиров (использования остановок по требованию), 0,4.

$$V_3 = \frac{17,02}{(5,9 + 0,5 \cdot 24 \cdot 0,4 + 11) + (2,6 + 0,5 \cdot 7 \cdot 0,4)} \cdot 60 = 39,6 \text{ км/ч.}$$

Таким образом, применение выделенной полосы движения общественного транспорта и режима остановок по требованию увеличивает эксплуатационную скорость движения автобусов по маршруту на 10,8 км/ч или в 1,38 раза.

Время нахождения автобуса на маршруте в обратном направлении составит:

- до реализации предложенных мероприятий – 0,59 часа или 35 минут;
- после реализации мероприятий – 0,43 часа или 26 минут.

Сокращение времени составит 9 минут или в 1,35 раза.

Заключение

Как видно из вышеописанных мероприятий, многие из них не требуют значительных капиталовложений, но при этом способствуют повышению эксплуатационной скорости и повышению пропускной способности.

Также стоит отметить, что помимо вышеуказанных мероприятий должны постоянно проводиться и иные, направленные на поддержание транспортно-эксплуатационных показателей улиц на высоком уровне, обеспечивающие безопасность и удобство движения транспортных средств.

Мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения являются кардинальными мерами, они направлены на создание, дальнейшее развитие и совершенствование транспортной сети города. Их реализация требует значительных капиталовложений и затрат времени. Но, в то же время, данные мероприятия являются высокоэффективными.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Интернетресурс: Need For Speed: How Public Transport of The Future Will Be Faster, Greener & Easier, 2018 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://toa.life/need-for-speed-how-public-transport-of-the-future-will-be-faster-greener-easier-ce80f2d43d11> (дата обращения 15.02.2020).
2. *Berger, W. J.* The Austrian HOV-lane – experiences in implementation and operation, *Journal of civil engineering and management* 8(4): 255–262, 2014.
3. *Mano, N., Seraku, N., Takahashi, F. and Tsjudi, S.* (1984) «Attractive quality and must-be quality», *Hinshitsu*, 14(2), 1984, 147 с.
4. *Уголков С. В., Сумманен А. В.* Техника транспорта, обслуживание и ремонт: Учебно – методическое пособие – СПб: Изд-во ГУАП, 2019.–94 с.
5. *Бурлуцкий А. А.* Обеспечение эффективности функционирования дорожной сети крупного города на основе учета её взаимодействия с потоками пассажирского транспорта (на примере г. Томска), 2015, 169 с.
6. *Кудрявцев А.М., Тарасенко А.А.* Методический подход к оценке развития транспортной инфраструктуры региона // *Фундаментальные исследования.* – 2014. – № 6–4. – С. 789-793.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Соколова Ольга Андреевна –
магистр кафедры системного анализа и логистики
Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
190000, Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 67, лит. А
E-mail: eoeieou@gmail.com

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Sokolova Olga Andreevna –
master of the department of system analysis and logistics
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation
67, Bolshaya Morskaya str., Saint-Petersburg, 190000, Russia
E-mail: eoeieou@gmail.com