

Логистика и управление транспортными системами

УДК 656.021

DOI: 10.14529/em210119

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА ОБЩЕСТВЕННОГО АВТОТРАНСПОРТА ДЛЯ БЕЗОСТАНОВОЧНОГО ПРОЕЗДА РЕГУЛИРУЕМОГО ПЕРЕКРЕСТКА

Ю.И. Аверьянов, Х.М.А. Асфур, Н.С. Голеняев

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Организация комфортной городской среды во многом зависит от качества пассажирского обслуживания населения, в частности, общественным автотранспортом. На сегодняшний день существует проблема, связанная со снижением заторных ситуаций для общественного автотранспорта на регулируемых перекрестках. Решение этой проблемы предлагается путем организации безостановочного проезда общественного автотранспорта регулируемого перекрестка. Исследованием установлено, что средняя скорость движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до стоп-линии для заданного времени движения с учетом ускорения является одним из необходимых условий для безостановочного проезда регулируемого перекрестка. Зависимости скорости движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до стоп-линии при различном времени движения с учетом ускорения и времени действия красного сигнала светофора показали, что большее влияние на среднюю скорость движения оказывает последнее. Установлено, что движение общественного автотранспорта от остановочного пункта, даже при малых средних скоростях движения, позволяет преодолеть расстояние до дальней конфликтной точки к моменту окончания действия зеленого сигнала светофора, что обеспечивает безопасность дорожного движения и безостановочный проезд регулируемого перекрестка.

Ключевые слова: скоростной режим; общественный автотранспорт; регулируемый перекресток; безостановочный проезд; время движения.

Введение

Создание комфортных условий городской среды в крупнейших городах России во многом зависит от качества пассажирского обслуживания населения, в частности, общественным автотранспортом. Одним из основных параметров работы пассажирского автотранспорта является время доставки пассажиров к точкам притяжения. На время доставки пассажиров к точкам притяжения влияет средняя скорость движения общественного автотранспорта и время вынужденных простоев как на остановочных пунктах, так и на регулируемых перекрестках. В большей степени на заторы влияют вынужденные простои на регулируемых перекрестках в результате ожидания разрешающего сигнала светофора.

В крупнейших городах России наблюдается тенденция увеличения количества транспортных средств как муниципального, так и частного. Увеличение муниципального и частного общественного автотранспорта создает проблемную ситуацию, которая заключается в том, что с одной стороны, повышается транспортная мобильность городского населения, а с другой стороны, их чрезмерное количество снижает скорость доставки пассажиров к

точкам притяжения, ввиду образования заторных ситуаций, в частности на регулируемых перекрестках. Указанная проблемная ситуация обуславливает проблему снижения заторных ситуаций для общественного автотранспорта на регулируемых перекрестках.

Одним из возможных путей решения вышеуказанной проблемы является организация безостановочного проезда пассажирского автотранспорта на регулируемых перекрестках, поэтому теоретическое обоснование скоростного режима общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка является актуальной задачей.

Обзор литературы

Организация безостановочного проезда общественного автотранспорта через регулируемый перекресток в настоящее время недостаточно исследована. Существующие исследования на сегодняшний день посвящены в основном вопросам, связанным с изучением приоритета общественного автотранспорта путем применения систем адаптивной сигнализации и снижения заторных явлений на регулируемых перекрестках.

В работах [7, 8, 13] рассматривался приоритет

автобусов при адаптивной системе светофорного регулирования, но не говорилось о том, что при этом возникают помехи для транспортных средств, движущихся в других направлениях. А в работе [6] авторы показали, что получая данные о характеристиках водителей и пешеходов на конкретном регулируемом перекрестке, можно сократить время ожидания зеленого сигнала светофора (до 30 %) по сравнению с обычными адаптивными системами.

В работе [2] установлено, что задержки перенасыщенного потока на регулируемых перекрестках в основном связаны с длительностью запрещающего такта светофорного объекта, а в работе [5] утверждается, что, если увеличивается эффективный коэффициент зеленого времени, то увеличивается и пропускная способность.

В работе [11] исследованы функции задержки на регулируемых перекрестках, и установлено, что минимальная задержка транспортного потока должна быть достигнута за счет увеличения времени действия зеленого сигнала светофора, только для потока с наибольшим спросом. А в работе [4] предложен метод контроля скорости движения и работы светофорного объекта для усовершенствования системы общественного автомобильного транспорта, который снижает среднее время задержки на 12–24 %.

В работе [12] исследованы методы обеспечения приоритета автобусов для светофорного регулирования, которые стали жизнеспособной альтернативой сокращения задержек времени на регулируемых перекрестках. А в работе [1] был проведен эксперимент на регулируемом перекрестке, в процессе которого измерялось влияние транспортного потока в трех сценариях: отсутствие приоритета, абсолютный приоритет и условный приоритет. Результат эксперимента показал, что по сравнению с отсутствием приоритета, абсолютный приоритет вызывал резкое увеличение задержки, в то время как условный приоритет почти не влиял.

В работе [10] авторы утверждают, что циклы работы светофорного объекта, динамическое изменение скорости и процессы движения автобуса являются важными и должны оцениваться отдельно. Авторы также отмечают, что при случайном прибытии транспортных средств в очередь на стоп-линию, создается разрыв между прогнозной и реальной ситуациями.

В работе [9] рассматривалась оптимизация приоритетных операций автобуса, но без регулирования скорости движения автобуса. А в работе [3] предлагается внедрение системы управления скоростью движения и приоритетом сигналов светофора для уменьшения задержек транспортных средств на регулируемых перекрестках. Однако авторами не рассмотрен вопрос об адаптивности транспортных средств к сигналам светофора для безостановочного проезда регулируемого перекрестка.

Теория

Особые трудности общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка возникают при их движении от остановочного пункта до стоп-линии и дальней конфликтной точки регулируемого перекрестка. Предлагается под понятием «дальняя конфликтная точка» понимать наиболее удаленную конфликтную точку на границе регулируемого перекрестка, на которой возможны помехи между транспортным и пешеходным движениями.

Для проведения исследования выдвинута гипотеза о том, что реализация функции безостановочного проезда общественного автотранспорта регулируемого перекрестка возможна посредством его адаптации к реальным условиям движения и циклу работы светофорного объекта путем постоянного мониторинга.

В основу теоретического исследования положено обоснование скоростного режима общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка путем учета времени работы светофорного объекта, времени движения общественного автотранспорта и расстояний до стоп-линии и дальней конфликтной точки.

Для теоретического исследования по обоснованию скоростного режима общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка приняты следующие условия:

- 1) движение общественного автотранспорта осуществляется по выделенной полосе только в прямом направлении;
- 2) выделенная полоса рассматривается при отсутствии потока насыщения общественным и другим автотранспортом;
- 3) режим работы светофорного объекта осуществляется без наличия дополнительных секций;
- 4) регулируемый перекресток не имеет продольных уклонов дорожного полотна.

Согласно выше указанных условий, расчетное время равноускоренного и равномерного движений общественного автотранспорта для преодоления расстояний до стоп-линии и дальней конфликтной точки, может быть определено с учетом их ускорения и скорости движения.

Для определения скоростного режима безостановочного проезда светофорного объекта предлагается выполнить предварительный расчет времени движения общественного автотранспорта до момента начала действия зеленого сигнала светофора на стоп-линии и до момента окончания его действия на дальней конфликтной точке регулируемого перекрестка.

Время до момента начала действия зеленого сигнала светофора на стоп-линии для безостановочного проезда регулируемого перекрестка, можно определить из следующего выражения:

$$t_{sl} = t_r - t_{as} - t_{ms}, \quad (1)$$

где t_{sl} – время до момента начала действия зеленого сигнала светофора на стоп-линии, с; t_r – время действия красного сигнала светофора, с; t_{as} – время движения общественного автотранспорта с учетом ускорения его движения от остановочного пункта до текущей позиции или до стоп-линии, с; t_{ms} – время движения общественного автотранспорта с учетом его крейсерской скорости движения от текущей позиции до стоп-линии, с.

Скорость, необходимая для безостановочного проезда через стоп-линию регулируемого перекрестка в момент начала действия зеленого сигнала светофора, можно определить из следующего выражения:

$$V_{sl} = L_{sl}/t_{sl}, \quad (2)$$

где L_{sl} – расстояние от остановочного пункта до стоп-линии, м.

Для обеспечения безостановочного проезда крайней единицы общественного автотранспорта от остановочного пункта через дальнюю конфликтную точку регулируемого перекрестка за один цикл работы светофорного объекта необходимо определить время до момента начала действия красного сигнала светофора.

Предлагается под понятием «время до момента начала действия красного сигнала светофора» понимать время движения от остановочного пункта через дальнюю конфликтную точку, необходимое крайней единице общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка, исключающее создание помех для пешеходного движения.

Время до момента начала действия красного сигнала светофора для безостановочного проезда от остановочного пункта через дальнюю конфликтную точку регулируемого перекрестка можно определить из следующего выражения:

$$t_{ib} = t_g + t_y - t_{ab} - t_{mb}, \quad (3)$$

где t_{ib} – время до момента начала действия красного сигнала светофора на дальней конфликтной точке, с; t_g – время действия зеленого сигнала светофора, с; t_y – время действия желтого сигнала светофора, с; t_{ab} – время движения общественного автотранспорта с учетом ускорения его движения от остановочного пункта до текущей позиции или до стоп-линии, с; t_{mb} – время движения общественного автотранспорта с учетом его крейсерской скорости движения от текущей позиции до дальней конфликтной точки, с.

Скорость, необходимая для безостановочного проезда через дальнюю конфликтную точку регулируемого перекрестка в момент начала действия красного сигнала светофора, можно определить из следующего выражения:

$$V_{ib} = L_{ib}/t_{ib}, \quad (4)$$

где L_{ib} – расстояние от остановочного пункта до дальней конфликтной точки, м.

Результаты

Для определения скоростного режима общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка приняты следующие допущения:

1) расстояние от остановочного пункта до стоп-линии равно 90 м, а до дальней конфликтной точки – 120 м;

2) время полного цикла работы светофорного объекта составляет 120 с, из них красного – 44 с, зеленого – 73 с, а желтого – 3 с;

3) ускорение общественного автотранспорта равно $0,623 \text{ м/с}^2$.

Рассмотрим закономерности влияния на среднюю скорость движения общественного автотранспорта расстояния от остановочного пункта до стоп-линии, для заданного времени движения с учетом ускорения: $t_{as} = 10; 15; 20$ с (рис. 1).

Из графика (см. рис. 1) видно, что зависимо-

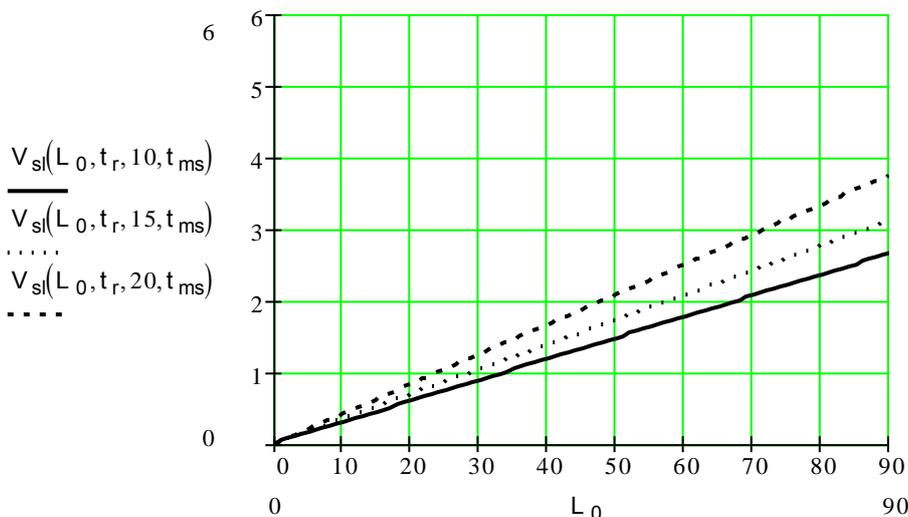


Рис. 1. Зависимость скорости движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до стоп-линии, для заданного времени движения с учетом ускорения: $t_{as} = 10; 15; 20$ с

сти скорости движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до стоп-линии при различных их ускорениях имеют прямолинейный характер. Полученная зависимость также показывает, что чем меньше времени движения с ускорением требуется для подъезда к стоп-линии, то есть к моменту начала действия зеленого сигнала светофора, тем меньше требуется средняя скорость движения общественного автотранспорта. Это говорит о том, что движение общественного автотранспорта от остановочного пункта необходимо начинать во время действия красного сигнала светофора с определенным ускорением для преодоления расстояния до стоп-линии, то есть к моменту начала действия зеленого сигнала светофора.

Например, при времени движения с учетом ускорения $t_{ас} = 10$ с средняя скорость движения общественного автотранспорта для преодоления расстояния до стоп-линии, то есть к моменту начала действия зеленого сигнала светофора, должна составлять 2,7 м/с или 9,7 км/ч, а при $t_{ас} = 20$ с соответственно 3,8 м/с или 13,7 км/ч.

Учет средней скорости движения общественного автотранспорта при различных ускорениях до стоп-линии является одним из необходимых условий безостановочного прохождения регулируемого перекрестка.

Рассмотрим закономерности влияния на среднюю скорость движения общественного автотранспорта расстояния от остановочного пункта до стоп-линии, для заданного времени действия красного сигнала светофора: $t_r = 45; 40; 35$ с (рис. 2).

Из графика (см. рис. 2) видно, что зависимости скорости движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до стоп-линии при различном времени действия красного сигнала светофора имеют прямолинейный характер. Полученная зависимость показывает, что, чем меньше

времени действия красного сигнала светофора, тем больше требуется средней скорости движения общественного автотранспорта для подъезда к стоп-линии, то есть к моменту начала действия зеленого сигнала светофора. Это говорит о том, что движение общественного автотранспорта от остановочного пункта необходимо начинать с большей скоростью тогда, когда время действия красного сигнала светофора составляет $t_r = 35$ с, а при $t_r = 45$ с – с меньшей скоростью.

Например, при времени движения, когда время действия красного сигнала светофора составляет $t_r = 35$ с, средняя скорость движения общественного автотранспорта для преодоления расстояния до стоп-линии, то есть к моменту начала действия зеленого сигнала светофора, должна составлять 5 м/с или 18,0 км/ч, а при $t_r = 45$ с соответственно 3,2 м/с или 11,5 км/ч.

Сравнивая зависимости скорости движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до стоп-линии при различном времени движения с учетом ускорения и времени действия красного сигнала светофора видно, что большее влияние на среднюю скорость движения оказывает последнее.

Рассмотрим закономерности влияния на среднюю скорость движения общественного автотранспорта расстояния от остановочного пункта до дальней конфликтной точки, для заданного времени движения с крейсерской скоростью: $t_{mb} = 0; 4; 8$ с (рис. 3).

Из графика (см. рис. 3) видно, что зависимости скорости движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до дальней конфликтной точки при их различных скоростях движения имеют прямолинейный характер. Полученная зависимость показывает, что, чем больше требуется времени движения общественного авто-

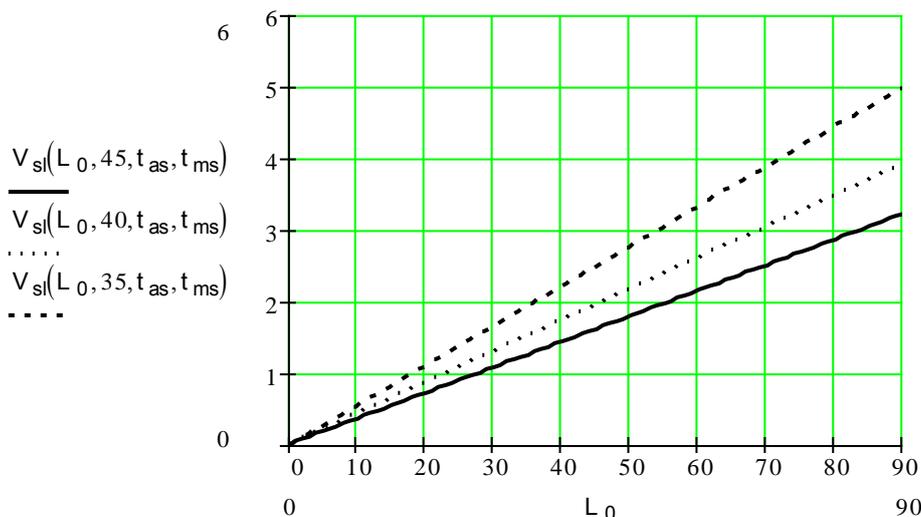


Рис. 2. Зависимость скорости движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до стоп-линии, для заданного времени действия красного сигнала светофора: $t_r = 45; 40; 35$ с

транспорта с крейсерской скоростью для проезда через дальнюю конфликтную точку, то есть к моменту окончания действия зеленого сигнала светофора, тем требуется большая средняя скорость его движения.

Например, при времени движения с учетом ускорения $t_{mb} = 0$ с, средняя скорость движения общественного автотранспорта для преодоления расстояния до дальней конфликтной точки, то есть к моменту окончания действия зеленого сигнала светофора, должна составлять 2,1 м/с или 7,6 км/ч, а при $t_{mb} = 8$ с, 2,3 м/с или 8,3 км/ч, соответственно. Это говорит о том, что движение общественного автотранспорта от остановочного пункта даже при средней скорости движения 7,6...8,3 км/ч позволит преодолеть расстояние до дальней кон-

фликтной точки, то есть к моменту окончания действия зеленого сигнала светофора в безостановочном режиме, что обеспечивает и безопасность дорожного движения.

Учет средней скорости движения общественного автотранспорта при различном времени движения до дальней конфликтной точки является одним из необходимых условий их безостановочного прохождения регулируемого перекрестка.

Рассмотрим закономерности влияния на среднюю скорость движения общественного автотранспорта расстояния от остановочного пункта до дальней конфликтной точки для заданного времени действия желтого сигнала светофора: $t_y = 0; 2; 3$ с (рис. 4).

Из графика (см. рис. 4) видно, что зависимо-

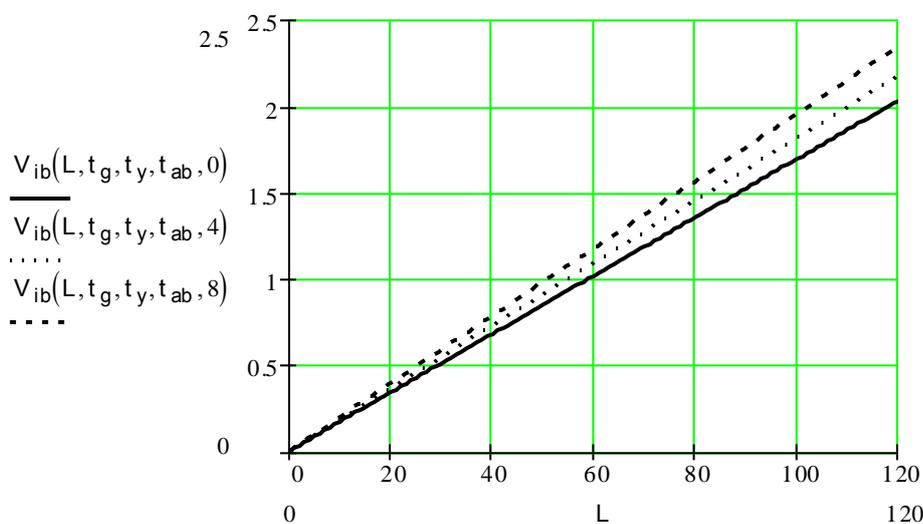


Рис. 3. Зависимость скорости движения общественного автотранспорта от расстояния между остановочного пункта и дальней конфликтной точки, для заданного времени движения с крейсерской скоростью: $t_{mb} = 0; 4; 8$ с

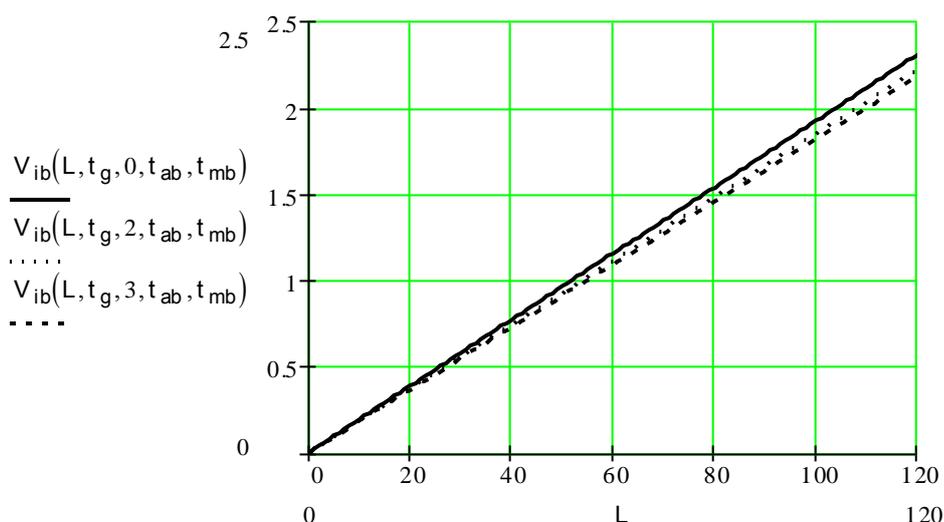


Рис. 4. Зависимость скорости движения общественного автотранспорта от расстояния между остановочным пунктом и дальней конфликтной точкой, для заданного времени действия желтого сигнала светофора: $t_y = 0; 2; 3$ с

сти скорости движения общественного автотранспорта от остановочного пункта до дальней конфликтной точки при различном времени действия желтого сигнала светофора имеют прямолинейный характер. Полученная зависимость показывает, что чем меньше времени действия желтого сигнала светофора, тем больше требуется средней скорости движения общественного автотранспорта для проезда через дальнюю конфликтную точку, то есть к моменту окончания действия зеленого сигнала светофора. Следует отметить, что время действия желтого сигнала светофора существенного влияния на среднюю скорость движения общественного автотранспорта не оказывает, так как скорость меняется лишь на 0,1 м/с или 0,4 км/ч. Это говорит о том, что при организации безостановочного проезда общественного автотранспорта через регулируемый перекресток таким временем действия желтого сигнала светофора можно пренебречь.

Обсуждение

Необходимыми условиями безостановочного проезда общественным автотранспортом регулируемого перекрестка являются учет их средней скорости движения при различных ускорениях до стоп-линии и при различном времени движения с крейсерской скоростью до дальней конфликтной точки.

Сравнивая зависимости скорости движения общественного автотранспорта от остановочного

пункта до стоп-линии при различном времени движения с учетом ускорения и времени действия красного сигнала светофора видно, что большее влияние на среднюю скорость движения оказывает последнее.

Выводы

1. Установлено, что средняя скорость движения общественно автотранспорта от остановочного пункта до стоп-линии, для заданного времени движения с учетом ускорения 10...20 с, составляет 2,7...3,8 м/с или 9,7...13,7 км/ч, что является одним из необходимых условий для безостановочного прохождения регулируемого перекрестка.

2. Установлено, что движение общественного автотранспорта от остановочного пункта даже при средней скорости движения 7,6...8,3 км/ч позволит преодолеть расстояние до дальней конфликтной точки, то есть к моменту окончания действия зеленого сигнала светофора, что обеспечит также безопасность дорожного движения и условия безостановочного прохождения регулируемого перекрестка.

3. Установлено, что время действия желтого сигнала светофора существенного влияния на среднюю скорость движения общественного автотранспорта не оказывает, так как она меняется лишь на 0,1 м/с или 0,4 км/ч, поэтому при организации их безостановочного проезда через регулируемый перекресток им можно пренебречь.

Литература/References

1. Dong X. A kind of adaptive dynamic transit signal priority control method. *2016 12th World Congress on Intelligent Control and Automation (WCICA)*. IEEE, 2016, pp. 999–1004. DOI: 10.1109/wcica.2016.7578695
2. Furth P.G., Muller T.H.J. Conditional bus priority at signalized intersections: better service with less traffic disruption. *Transportation research record*, 2000, vol. 1731, no. 1, pp. 23–30. DOI: 10.3141/1731-04
3. Ghasemlou K., Aydi M.M., Yildirim M.S. Prediction of pedal cyclists and pedestrian fatalities from total monthly accidents and registered private car numbers. *Archives of Transport*, 2015, vol. 34, no. 2, pp. 29–35. DOI: 10.5604/08669546.1169209
4. Liang H., Wei J. Speed guidance and transit signal control method for advanced public transportation system. *2017 4th International Conference on Transportation Information and Safety (ICTIS)*. IEEE, 2017, pp. 626–630. DOI: 10.1109/ictis.2017.8047831
5. Luo T., Zhao J., Wu L. Modeling bus bay blockage and influence of capacity on the adjacent lane. *CICTP 2015*, 2015, pp. 1280–1291. DOI: 10.1061/9780784479292.117
6. Liang Z., Chen H., Zhou Y. Study of bus-priority traffic signal timing strategy with considering resource constraint. *2017 IEEE 2nd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC)*. IEEE, 2017, pp. 607–612. DOI: 10.1109/itnec.2017.8284804
7. Oliveira-Neto F.M., Loureiro C.F.G., Han L.D. Active and passive bus priority strategies in mixed traffic arterials controlled by SCOOT adaptive signal system: Assessment of performance in Fortaleza, Brazil. *Transportation research Record*, 2009, vol. 2128, no. 1, pp. 58–65. DOI: 10.3141/2128-06
8. Peña C., Moreno E. Delay at Bus Stops of TransMilenio Transport System According to Parameters Measured in Situ. Case Study Bogotá-Colombia. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2014, vol. 160, pp. 121–129. DOI: 10.1016/j.sbspro.2014.12.123
9. Shepelev V. The Capacity of the Road Network: Data Collection and Statistical Analysis of Traffic Characteristics. *Energies*, 2020, vol. 13, no. 7, pp. 1765.
10. Wang Y. Implementation and testing of cooperative bus priority system in connected vehicle environment: case study in Taicang City, China. *Transportation Research Record*, 2014, vol. 2424, no. 1, pp. 48–57. DOI: 10.3141/2424-06
11. Wu W. Integrated optimization of bus priority operations in connected vehicle environment. *Journal of Advanced Transportation*, 2016, vol. 50, no. 8, pp. 1853–1869. DOI: 10.1002/atr.1433

12. Zhang H. A Prediction Model for Bus Arrival Time at Bus Stop Considering Signal Control and Surrounding Traffic Flow. *IEEE Access*, 2020, vol. 8, pp. 127672–127681. DOI: 10.1109/access.2020.3004856

13. Zhang H.Z. Analytical investigation on the minimum traffic delay at a two-phase intersection considering the dynamical evolution process of queues. *International Journal of Modern Physics C*, 2016, vol. 27, no. 10, pp. 1650116. DOI: 10.1142/S0129183116501163

Аверьянов Юрий Иванович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры автомобильного транспорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), aver541710@mail.ru

Асфур Хасанани Мухи Асфур, аспирант кафедры автомобильного транспорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), iraqieng2003@yahoo.com

Голеняев Николай Сергеевич, аспирант кафедры автомобильного транспорта, Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), golenyaev@mail.ru

Поступила в редакцию 27 октября 2020 г.

DOI: 10.14529/em210119

THEORETICAL RATIONALE OF THE SPEED MODE OF PUBLIC TRANSPORT FOR NON-STOP PASSAGE AT A SIGNAL-CONTROLLED CROSSING

Yu.I. Averyanov, H.M.A. Asfoor, N.S. Golenyaev

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The organization of a comfortable urban environment largely depends on the quality of passenger services for the population, in particular, public transport. Today, there is a problem related to the reduction of congestion situations for public transport at signal-controlled crossings. A solution to this problem is proposed by organizing the non-stop passage of public transport at a signal-controlled crossing. In the course of the study it has been found that the average speed of movement of public transport from a stopping point to a stop line, for a given travel time and taking into account the acceleration, is one of the necessary conditions for non-stop passage at a signal-controlled crossing. The dependences of the speed of movement of public vehicles from the stopping point to the stop line at different times of movement, taking into account the acceleration and the duration of the red signal of the traffic light, has shown that the latter has a greater effect on the average speed. It has been determined that the movement of public transport from a stopping point, even at low average speeds, makes it possible to cover the distance to the far-off conflict point by the time the green signal of a traffic light ends, what ensures road safety and non-stop passage at a signal-controlled crossing.

Keywords: speed mode, public transport, signal-controlled crossing, non-stop passage, travel time.

Yuri I. Averyanov, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Professor of the Department of Automotive Engineering, South Ural State University, Chelyabinsk, aver541710@mail.ru

Hasanain M.A. Asfoor, postgraduate student of the Department of Automotive Engineering, South Ural State University, Chelyabinsk, iraqieng2003@yahoo.com

Nikolay S. Golenyaev, postgraduate student of the Department of Automotive Engineering, South Ural State University, Chelyabinsk, golenyaev@mail.ru

Received October 27, 2020

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Аверьянов, Ю.И. Теоретическое обоснование скоростного режима общественного автотранспорта для безостановочного проезда регулируемого перекрестка / Ю.И. Аверьянов, Х.М.А. Асфур, Н.С. Голеняев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Экономика и менеджмент». – 2021. – Т. 15, № 1. – С. 182–188. DOI: 10.14529/em210119

FOR CITATION

Averyanov Yu.I., Asfoor H.M.A., Golenyaev N.S. Theoretical Rationale of the Speed Mode of Public Transport for Non-stop Passage at a Signal-Controlled Crossing. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2021, vol. 15, no. 1, pp. 182–188. (in Russ.). DOI: 10.14529/em210119