



11. Yahya M. H., Kamarudin M. N. Analysis of GPS visibility and satellite-receiver geometry over different latitudinal regions (Kuala Lumpur, 13-15 Oct 2008). *International Symposium on Geoinformation (ISG 2008)*, Kuala Lumpur, Malaysia. 2008.
12. Poole I. GPS accuracy, errors & precision [Elektronnyi resurs]. *Radio-electronics*, 2012. Vol. 2. URL: <http://www.radio-electronics.com/info/satellite/gps/accuracy-errors-precision.php> (Access date: 04.11.2018).
13. Li X., Zhang X., Ren X., Fritsche M., Wickert J., Schuh H., Precise positioning with current multi-constellation Global Navigation Satellite Systems: GPS GLONASS Galileo and BeiDou. *Sci. Rep.* 2015. Vol. 5. Pp. 8328.
14. Gorbachev O.A. et al. O novoi vozmozhnosti povysheniya tochnosti pozitsionirovaniya v odnochastotnoi apparature sputnikovykh radionavigatsionnykh sistem [On the new possibility of improving the positioning accuracy in single-frequency equipment of satellite radio navigation systems]. *Crede Experto: Transport Publ., obshchestvo, obrazovanie, yazyk [Crede Experto: transport, society, education, language]*, 2017. No. 2. Pp. 150–157.
15. Gorbachev O.A., Ivanov V.B., Kholmogorov A.A. Differential'no-vremennaya korrektsiya oshibok pozitsionirovaniya dlya sputnikovykh radionavigatsionnykh sistem [Differential-temporal positioning error correction for satellite radio navigation systems]. *Nauchnyi vestnik MGTU GA [Scientific Bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation]*, 2014. No. 207. Pp. 17–22.
16. Gapanovich V.A. Sputnikovye tekhnologii v innovatsionnoi strategii OAO «RZhD» [Satellite technologies in the innovation strategy of Russian Railways]. *Avtomatika, svyaz', informatika [Automation, communication and Informatics]*, 2008. No. 9. Pp. 2–4.
17. Kozienco L.V. et al. Analiz variatsii koordinat prostranstvenno-raznesennykh odnochastotnykh GPS/GLONASS priemnikov [Analysis of the variations of coordinates of spatially separated single-frequency GPS / GLONASS receivers]. *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona : materialy pyatoi mezhdunar. nauch.-prakt. konf. [Transport Infrastructure of the Siberian Region: Materials of the Fifth International scientific and practical conf.]*. Irkutsk, 2014. Vol. 1. Pp. 341–346.
18. Gorbachev O.A. et al. Vremennye variatsii oshibok pozitsionirovaniya v sputnikovoi navigatsionnoi sisteme GPS [Temporary variations of positioning errors in the GPS satellite navigation system]. *Nauchnyi vestnik MGTU GA [Scientific Bulletin of Moscow State Technical University of Civil Aviation]*, 2013. No. 12 (198). Pp. 23–30.
19. Dogan U., Uludag M., Demir D. O. Investigation of GPS positioning accuracy during the seasonal variation. *Measurement*, 2014. Vol. 53. Pp. 91–100.

Информация об авторах

Бадмаев Алексей Баирович – аспирант кафедры автоматки, телемеханики и связи, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: alexey_1207@mail.ru

Козенко Леонид Владимирович – к. т. н., доцент кафедры автоматки, телемеханики и связи, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: leo.kozienco@gmail.com

Климов Николай Николаевич – д. ф.-м. н., профессор кафедры автоматки, телемеханики и связи, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: klinn42@mail.ru

Authors

Aleksei Bairovich Badmaev – Ph.D. student at the Subdepartment of Automation, Telemechanics and Communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: alexey_1207@mail.ru

Leonid Vladimirovich Kozienco – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof. at the Subdepartment of Automation, Telemechanics and Communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: leo.kozienco@gmail.com

Nikolai Nikolaevich Klimov – D. Sc. in Physics and Mathematics, Professor at the Subdepartment of Automation, Telemechanics and Communication, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: klinn42@mail.ru

Для цитирования

Бадмаев А. Б. Сравнительный анализ погрешностей определения координат одночастотными GPS / ГЛОНАСС приемниками в статическом режиме / А. Б. Бадмаев, Л. В. Козенко, Н. Н. Климов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 212–220. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).212–220

For citation

Badmaev A. B., Kozienco L. V., Klimov N. N. Sravnitel'nyi analiz pogreshnostei opredeleniya koordinat odnochastotnymi GPS/GLONASS priemnikami v staticheskom rezhime [On the possibility of using single-frequency GPS/GLONASS receivers during shunting operations at the station]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2019. Vol. 62, No. 2. Pp. 212–220. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).212–220

УДК 656.02

DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).220–226

Ю. О. Полтавская¹, В. Е. Гозбенко^{1,2}, А. В. Димов², Е. М. Лыткина²

¹ Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, Российская Федерация

² Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Дата поступления: 08 ноября 2018 г.

КОНЦЕПЦИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРЕДНИХ СКОРОСТЕЙ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА УЧАСТКАХ УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ



Аннотация. Из анализа литературных источников следует, что общая продолжительность движения может быть определена как «время, необходимое для прохождения маршрута между двумя точками», при этом продолжительность движения на маршруте состоит из времени в пути или времени, в течение которого движется транспортное средство, и времени задержки, или времени, в течение которого транспортное средство стояло (или перемещалось достаточно медленно, т. е. скорость движения была менее 5 км/ч). Сбор данных характеристик движения транспортных средств является ключевым этапом при проведении транспортных обследований. К основным таким характеристикам относят продолжительность движения, задержку в пути и скорость движения. Продолжительность движения на определенном участке улично-дорожной сети в некоторых случаях может быть определена исходя из значения средней скорости. В статье рассмотрены понятия средней временной и средней пространственной скоростей, приведена зависимость между данными типами средних скоростей. Проведен анализ расчета параметров скорости с использованием времени движения в качестве входных данных. Анализ помог определить основные различия между рассматриваемыми скоростями. Также установлено, что разница между этими двумя значениями скорости становится менее заметной по мере увеличения скорости. В результате предлагается использовать среднюю пространственную скорость при проведении вычислений средних скоростей на основе продолжительности движения.

Ключевые слова: транспорт, дорожная сеть, продолжительность движения, время в пути, время задержки, средняя временная скорость, средняя пространственная скорость.

Yu. O. Poltavskaya¹, V. E. Gozbenko^{1,2}, A. V. Dimov², E. M. Lytkina²

¹ Angarsk State Technical University, Angarsk, Russian Federation

² Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation

Received: November 08, 2018

THE CONCEPT OF DETERMINING AVERAGE SPEEDS AND TRAVEL TIME ON THE STREET AND ROAD NETWORK AREAS

Abstract. From the analysis of literary sources, it follows that the total duration of movement can be defined as “the time required for a route to pass between two points”, while the duration of movement on a route consists of travel time or the time during which the vehicle moves, and the time of delay, or time, during which the vehicle was stationary (or moved rather slowly, that is, the speed was less than five km / h). Collecting data on the characteristics of the movement of vehicles is a key step when conducting transport inspections. These main characteristics include the duration of movement, the delay during travel and the speed of movement. In some cases, duration of movement on a certain part of the street and road network can be determined based on the value of the average speed. The article discusses the concepts of average temporal and average spatial velocities, showing the relationship between these types of average velocities. The analysis of the calculation of speed parameters using the time of movement as input data has been carried out. That helped to identify the main differences between the considered speeds. It has also been established that the difference between these two values of speed becomes less noticeable as the speed increases. As a result, it is proposed to use the average spatial velocity when performing calculations of average velocities based on the duration of movement.

Keywords: transport, road network, travel time, travel time, delay time, average temporal speed, average spatial speed.

Введение

Продолжительность движения или время, необходимое для прохождения маршрута между двумя пунктами, является основной мерой в транспортном передвижении. Инженеры и планировщики с начала 1920-х гг. проводили исследования продолжительности движения и транспортных задержек для оценки надежности транспортных систем и улучшения условий движения.

Возросший интерес к исследованиям продолжительности движения на участках улично-дорожной сети можно объяснить несколькими факторами:

– системы управления перегрузками основаны на продолжительности движения для оценки и мониторинга заторов на дорогах;

– изменяющаяся аналитическая среда требует, чтобы крупные исследования инвестиционных вложений на транспорте сравнивали различные виды транспорта для общего источника финансирования, так как продолжительность движения является общим элементом для всех видов транспорта.

Общая продолжительность движения определяется как «время, необходимое для прохождения маршрута между двумя точками». Продолжительность движения на маршруте состоит из времени в пути или времени, в течение которого движется транспортное средство (ТС), и времени задержки или времени, в течение которого ТС стояло (или перемещалось достаточно медленно, то есть скорость движения была менее 5 км/ч) [1–3]. В работе отражена концепция общей продолжительности движения, включая время в пути и время задержки (рис.1).

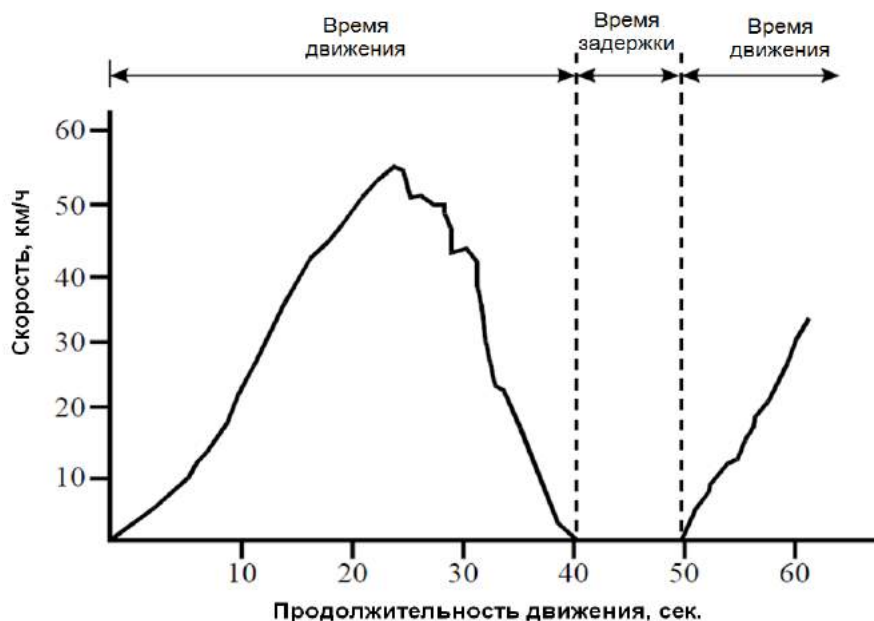


Рис. 1. Графическое представление продолжительности движения

Теоретические основы определения средних скоростей

Время в пути в некоторых случаях может быть определено, если предположить, что средняя скорость в определенной точке (скорость пятна) постоянна на относительно небольшом расстоянии (менее 0,8 км). Предположение о постоянной скорости на коротком сегменте улично-дорожной сети (УДС) наиболее применимо к объектам непрерывного потока (например, автострадам или скоростным трассам). Расчетное время в пути может быть определено отношением длины сегмента УДС к средней скорости движения. Выделяют несколько типов скоростей, которые следует различать [4–8]. Средняя по времени скорость (средняя временная скорость) – это средняя арифметическая скорость всех транспортных средств в определенный период времени (1):

$$\bar{v}_{TMS} = \frac{\sum v_i}{n} = \frac{\sum d}{\sum t_i}, \quad (1)$$

где \bar{v}_{TMS} – средняя по времени скорость, км/ч; v_i – скорость i -го ТС, км/ч; n – количество наблюдений; d – протяженность сегмента УДС, км; t_i – продолжительность движения i -го ТС, ч.

Например, детекторы с двумя индуктивными контурами в системах управления транспортным потоком сконфигурированы так, чтобы сообщать среднюю по времени скорость с интервалом в 20 с.

Средняя пространственная скорость представляет собой среднюю скорость ТС, движущихся по участку УДС в течение определенного пери-

ода времени, и рассчитывается с использованием средней продолжительности движения и длины участка УДС (2):

$$\bar{v}_{SMS} = \frac{d}{\sum t_i} = \frac{n \cdot d}{\sum t_i}, \quad (2)$$

где \bar{v}_{SMS} – средняя пространственная скорость, км/ч.

Например, радиочастотная идентификация транспортных средств на основе транспондеров считывает время прохождения между приборами (ридерами), установленными на контрольных пунктах, а средняя продолжительность движения вычисляется из отдельных времен пробегов ТС. Затем среднюю скорость вычисляют путем деления расстояния между приборами на среднее время прохождения. Средняя по времени скорость связана с определенным транспортным средством во времени, тогда как средняя пространственная скорость связана с участком УДС и всеми ТС, проходящими данный отрезок пути. Почти во всех случаях, связанных с вычислением средних скоростей на основе продолжительности движения, следует использовать среднюю пространственную скорость. Средние по времени скорости наиболее часто используются в отношении одного ТС и усредняются за период времени. В формуле (3) отражена зависимость между описанными типами средних скоростей. Таким образом, средняя пространственная скорость – это пройденное расстояние, разде-



ленное на среднее время движения, тогда как средняя по времени скорость – это средняя скорость отдельных ТС.

$$\bar{v}_{TMS} \approx \bar{v}_{SMS} + \frac{S_{SMS}^2}{\bar{v}_{SMS}}, \quad (3)$$

где S_{SMS}^2 – выборочная дисперсия средней пространственной скорости.

С математической точки зрения средняя пространственная скорость также известна как средняя гармоническая скорость. Соотношение между средней пространственной скоростью и средней временной, которая отражена как уравнение (3), вывел Wardrop J.G. [12, 13]. Уравнение указывает, что средняя пространственная скорость равна средней временной только тогда, когда среднеквадратичная дисперсия скорости равна нулю (то есть все транспортные средства в транспортном потоке перемещаются с одинаковой скоростью). Во всех остальных случаях, средняя временная скорость будет всегда больше, чем средняя пространственная скорость. Средняя пространственная скорость статистически более стабильна, чем средняя временная скорость, особенно для небольших по протяженности сегментов УДС или небольших промежутков времени. Как правило, разница между ними составляет 1–5 %, или около 1,6 км/ч [14, 15]. Численное моделирование показывает, что разница между этими двумя значениями скорости становится менее заметной по мере увеличения скорости.

Методы сбора данных

Для измерения и сбора данных о продолжительности движения по маршруту и средних скоростях

на исследуемых участках улично-дорожной сети могут использоваться несколько методов. Эти методы отличаются от точечных измерений скоростей и результирующих данных о продолжительности движения. Общий обзор методов, применяемых в практике транспортных обследований, в том числе и с помощью методов дискретной математики проведен в работах [16–20].

Однако анализ характеристик транспортных потоков в целом может базироваться на использовании данных из двух основных источников:

- данные, которые непосредственно собираются или измеряются в реальных условиях движения;
- данные, которые оцениваются с использованием компьютерных имитационных моделей.

Взаимосвязь между этими источниками данных при проведении транспортных обследований иллюстрируется (рис. 2).

Средняя скорость движения также может быть рассчитана с использованием среднего времени в пути, т. е. без учета времени задержки (4):

$$\bar{v}_r = \frac{d}{\sum t_{ri}} = \frac{n \cdot d}{\sum t_{ri}}, \quad (4)$$

где \bar{v}_r – средняя скорость движения, км/ч; t_{ri} – время в пути i -го ТС, ч.

Если время задержки отсутствует, то средняя скорость движения равна средней пространственной скорости [9–11].

Сравнение средних скоростей

Приведен пример расчета параметров скорости с использованием времени движения в качестве входных данных (табл.). Протяженность ис-



Рис. 2. Взаимосвязь между методами прямого измерения и предварительного расчета характеристик транспортных потоков



Сравнение средней временной и средней пространственной скоростей

| Параметр | Номер поездки | | | | | Сумма | Среднее значение | Вариация |
|---------------------------------|---------------|------|------|------|------|-------|------------------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| Продолжительность движения, с | 153 | 103 | 166 | 137 | 127 | 686 | 137,2 | – |
| Время в пути, с | 142 | 103 | 141 | 137 | 127 | 650 | 130,0 | – |
| Время задержки, с | 11 | 0 | 25 | 0 | 0 | 36 | 7,2 | – |
| Средняя скорость поездки, км/ч | 44,7 | 66,4 | 41,2 | 49,9 | 53,9 | 256 | 51,2 | 95 |
| Средняя скорость движения, км/ч | 48,1 | 66,4 | 48,4 | 49,9 | 53,9 | – | 52,6 | – |

следуемого участка УДС 1,9 км. Иллюстрируется расчет средней временной и средней пространственной скоростей и показывается разница между двумя значениями скорости, которые могут быть аппроксимированы уравнением (3).

Различия между средней временной и средней пространственной скоростью:

$$\bar{v}_{TMS} = 256 / 5 = 51,2 \text{ км/ч,}$$

$$\bar{v}_{SMS} = 5 \cdot 1,9 / 686 = 49,8 \text{ км/ч,}$$

проверка формулы:

$$\bar{v}_{TMS} \approx 49,8 + 95 / 49,8 \approx 51,7 \text{ км/ч} \approx 51,2 \text{ км/ч.}$$

Можно использовать любую комбинацию приведенных методов получения исходных данных. Уникальное сочетание методов сбора и оценки данных, используемых для анализа, зависит от целей и задач проводимого обследования, имею-

щихся технических средств и инструментов и других ограничений.

Заключение

Определение средних скоростей и продолжительности движения на маршруте движения является первоочередным этапом при проведении многих транспортных обследований. Вместе с тем, значение средней скорости в конкретном случае может быть определено по-разному: относительно времени или пространства, что в свою очередь может характеризовать как общий транспортный поток, так и единичное ТС в нем. Анализ и оценка данных характеристик необходимы для принятия конкретных решений, направленных на улучшение условий движения и снижение общего времени, затрачиваемого на транспортные передвижения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Полтавская Ю.О. Прогнозирование характеристик маршрута городского общественного пассажирского транспорта на основе данных треков автомобиля-лаборатории // Вестн. ИрГУТ. 2017. Т. 21, No. 2 (121). С. 190–198.
2. Лагерева Р.Ю., Михайлов А.Ю., Лагерева С.В. Методика предупреждения сетевых транспортных заторов // Вестн. ИЦБЖД. 2010. No. 5. С. 82–88.
3. Михайлов А.Ю. Современные методы оценки качества организации дорожного движения в городах / А.Г. Левашев, М.И. Шаров. Деп. в ВИНТИ 31.03.2015, No. 64-B2015.
4. Косолапов А.В. Оценка условий движения транспортных потоков на основе анализа изменения скоростей городского пассажирского транспорта // Россия молодая : сб. материалов IX Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. Кемерово, 2017. С. 31007.
5. McShane, W.R., Roess, R.P. Traffic Engineering // New Jersey : Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1990.
6. Лебедева О.А. Расчет основных характеристик маршрута на основе межостановочной матрицы // Вестн. ИрГУТ. 2012. No. 9 (68). С. 145–148.
7. Федотова А.С., Лебедева О.А. Степень использования пропускной способности автомобильных дорог // Сб. науч. тр. Ангарск. гос. техн. ун-та. 2015. Т. 1. No. 1. С. 270–274.
8. Гозбенко В.Е. Методы прогнозирования и оптимизации транспортной сети с учетом мощности пассажира и грузопотоков / В.Е. Гозбенко, А.Н. Иванков и др. Иркутск, 2008. Деп. в ВИНТИ 17.04.2008, No. 330-B2008.
9. Ахмедова Р.К. Зависимость средней скорости движения транспортного потока от параметров дорожных условий // Естественные и технические науки. 2008. No. 2 (34). С. 494–498.
10. Крипак, М.Н., Лебедева, О.А. Оценка состояния улично-дорожной сети крупного города // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2016. No. 3 (51). С. 171–174.
11. Лебедева О.А., Михайлов А.Ю. Основные показатели оценки точности измерений пассажиропотока с применением детекторов входа – выхода // Вестн. ИрГУТ. 2012. No. 8 (67). С. 115–118.
12. Wardrop, J.G. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research // Proceedings Institute of Civil Engineers. Road Engineering Division Meeting. London, 1952. P. 325–362.
13. Planning Techniques to Estimate Speeds and Service Volumes / R. Dowling et al. NCHRP Report 387. // Transportation Research Board. Washington, DC, 1996.
14. May A.D. Traffic Flow Fundamentals // Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, Inc., 1990.



15. Белоголов Ю.И., Стецова Ю.М., Оленцевич А.А. Использование методов математического моделирования при управлении транспортными процессами на железной дороге // Транспортная инфраструктура Сибирского региона : сб. конф. 2018. Т. 1. С. 145–148.
16. Полтавская, Ю.О. Методы сбора данных о продолжительности движения на маршруте и требования к объему выборки // Вестн. Ангарск. гос. техн. ун-та. 2018. No. 12. С. 192–195.
17. Косолапов А.В. Оценка транспортных задержек с помощью «плавающих» автомобилей // Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин : материалы Междунар. науч.-техн. конф. Тюмень, 2009. С. 203–207.
18. Лебедева О.А., Крипак М.Н. Развитие городских грузовых систем с учетом концепции городского планирования // Сб. науч. тр. Ангарск. гос. техн. ун-та. 2016. Т. 1. No. 1. С. 244–247.
19. Simulation of the vibration of the carriage asymmetric parameters in Mathcad / V.E. Gozbenko и др. // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т. 11. No. 23. С. 11132–11136.

REFERENCES

1. Poltavskaya Yu.O. Prognozirovaniye kharakteristik marshruta gorodskogo obshchestvennogo passazhirskogo transporta na osnove dannykh trekov avtomobilya-laboratorii [Prediction of the characteristics of the route of urban public transport based on data from the tracks of the laboratory car]. *Vestn. IrGTU [Proceedings of Irkutsk State Technical University]*, 2017. Vol. 21, No. 2 (121). Pp. 190–198.
2. Lagerev R.Yu., Mikhailov A.Yu., Lagereva S.V. Metodika preduprezhdeniya setevykh transportnykh zatorov [Methods of warning network traffic congestion]. *Vestn. NTsBZhD [Bulletin of the scientific center for life safety]*, 2010. No. 5. Pp. 82–88.
3. Mikhailov A.Yu., Levashev A.G., Sharov M.I. Sovremennyye metody otsenki kachestva organizatsii dorozhnogo dvizheniya v gorodakh [Modern methods for assessing the quality of traffic organization in cities]. Dep. in VINITI 31.03.2015, No. 64-V2015.
4. Kosolapov A.V. Otsenka uslovii dvizheniya transportnykh potokov na osnove analiza izmeneniya skorostei gorodskogo passazhirskogo transporta [Assessment of traffic flow conditions based on the analysis of changes in the speeds of urban passenger transport]. *Rossiia molodaya : sb. materialov IX Vseros. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh [Russia is young: a collection of materials IX Vseros. scientific-practical conf. young scientists]*. Kemerovo, 2017. Pp. 31007.
5. McShane W.R., Roess R.P. Traffic Engineering. New Jersey : Prentice Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1990.
6. Lebedeva O.A. Raschet osnovnykh kharakteristik marshruta na osnove mezhostanovochnoi matritsy [Calculation of the main characteristics of the route based on the inter-station matrix]. *Vestn. IrGTU [Proceedings of Irkutsk State Technical University]*, 2012. No. 9 (68). Pp. 145–148.
7. Fedotova A.S., Lebedeva O.A. Stepen' ispol'zovaniya propusknoi sposobnosti avtomobil'nykh dorog [The degree of use of the carrying capacity of motor roads]. *Sb. nauch. tr. Angarsk. gos. tekhn. un-ta [Collection of scientific papers of the Angarsk state tech. university]*, 2015. Vol. 1. No. 1. Pp. 270–274.
8. Gozbenko V.E., A.N. Ivankov et al. Metody prognozirovaniya i optimizatsii transportnoi seti s uchedom moshchnosti passazhiro i gruzopotokov [Methods of forecasting and optimizing the transport network, taking into account passenger capacity and cargo traffic flows]. Irkutsk, 2008. Dep. in VINITI 17.04.2008, No. 330-V2008.
9. Akhmedova R.K. Zavisimost' srednei skorosti dvizheniya transportnogo potoka ot parametrov dorozhnykh uslovii [The dependence of the average speed of a traffic flow on the parameters of road conditions]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki [Natural and Technical Sciences]*, 2008. No. 2 (34). Pp. 494–498.
10. Kripak M.N., Lebedeva O.A. Otsenka sostoyaniya ulichno-dorozhnoi seti krupnogo goroda [Assessment of the state of the road network of a big city]. *Sovremennyye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovaniye [Modern Technologies. System Analysis. Modeling]*, 2016. No. 3 (51). Pp. 171–174.
11. Lebedeva O.A., Mikhailov A.Yu. Osnovnye pokazateli otsenki tochnosti izmerenii passazhiropotoka s primeneniem detektorov vkhoda – vykhoda [The main indicators for assessing the accuracy of passenger traffic measurements using input-output detectors]. *Vestn. IrGTU [Proceedings of Irkutsk State Technical University]*, 2012. No. 8 (67). Pp. 115–118.
12. Wardrop J.G. Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research. *Proceedings Institute of Civil Engineers. Road Engineering Division Meeting*. London, 1952. Pp. 325–362.
13. Planning Techniques to Estimate Speeds and Service Volumes / R. Dowling et al. NCHRP Report 387. *Transportation Research Board*. Washington, DC, 1996.
14. May A.D. Traffic Flow Fundamentals. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice Hall, Inc., 1990.
15. Belogolov Yu.I., Stetsova Yu.M., Olentsevich A.A. Ispol'zovanie metodov matematicheskogo modelirovaniya pri upravlenii transportnymi protsessami na zheleznoi doroge [Using methods of mathematical modeling in the management of transport processes on the railway]. *Transportnaya infrastruktura Sibirskogo regiona : sb. konf. 2018 [Transport infrastructure of the Siberian region: Coll. of conf. 2018]*, Vol. 1. Pp. 145–148.
16. Poltavskaya Yu.O. Metody sbora dannykh o prodolzhitel'nosti dvizheniya na marshrute i trebovaniya k ob'emuy vyborki [Methods of collecting data on the duration of the route, and the requirements for the sample size]. *Vestn. Angarsk. gos. tekhn. un-ta [Bulletin of AnSTU]*, 2018. No. 12. Pp. 192–195.
17. Kosolapov A.V. Otsenka transportnykh zaderzhok s pomoshch'yu «plavayushchikh» avtomobilei [Assessment of transport delays using "floating" cars]. *Problemy ekspluatatsii i obsluzhivaniya transportno-tekhnologicheskikh mashin : materialy Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. [Problems of operation and maintenance of transport and technological machines: materials of the Intern. scientific and technical conf.]*. Tyumen', 2009. Pp. 203–207.
18. Lebedeva O.A., Kripak M.N. Razvitie gorodskikh gruzovykh sistem s uchedom kontseptsii gorodskogo planirovaniya [The development of urban freight systems, taking into account the concept of urban planning]. *Sb. nauch. tr. Angarsk. gos. tekhn. un-ta [Proceedings of Angarsk state tech. un-ty]*, 2016. Vol. 1. No. 1. Pp. 244–247.
19. Gozbenko V.E. et al. Simulation of the vibration of the carriage asymmetric parameters in Mathcad. *International Journal of Applied Engineering Research*, 2016. Vol. 11. No. 23. Pp. 11132–11136.



Информация об авторах

Authors

Полтавская Юлия Олеговна – к. т. н., старший преподаватель, кафедра управления на автомобильном транспорте, Ангарский государственный технический университет, г. Ангарск, e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

Гозбенко Валерий Ерофеевич – д. т. н., профессор, профессор кафедры управление на автомобильном транспорте, Ангарский государственный технический университет, Иркутский государственный университет путей сообщения, e-mail: vgozbenko@yandex.ru

Димов Алексей Владимирович – к. т. н., доцент, кафедра математики, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: dimov_av@irgups.ru

Лыткина Елена Михайловна – к. т. н., доцент, кафедра математики, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, e-mail: lytkina@irgups.ru

Yuliya Olegovna Poltavskaya – Ph.D., Senior Lecturer, the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Angarsk, e-mail: juliapoltavskaya@mail.ru

Valerii Erofeevich Gozbenko – Doctor in Engineering Science, Full Prof., Prof. at the Subdepartment of Management of Automobile Transport, Angarsk State Technical University, Irkutsk State Transport University, e-mail: vgozbenko@yandex.ru.

Aleksei Vladimirovich Dimov – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., the Subdepartment of Mathematics, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: dimov_av@irgups.ru

Yelena Mikhailovna Lytkina – Ph.D. in Engineering Science, Assoc. Prof., the Subdepartment of Mathematics, Irkutsk State Transport University, Irkutsk, e-mail: lytkina@irgups.ru

Для цитирования

For citation

Полтавская Ю. О. Концепция определения средних скоростей и продолжительности движения на участках улично-дорожной сети / Ю. О. Полтавская, В. Е. Гозбенко, А. В. Димов, Е. М. Лыткина // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2019. – Т. 62, № 2. – С. 220–226. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).220–226

Poltavskaya J. O., Gozbenko V. E., Dimov A. V., Lytkina Y. M. Kontseptsiya opredeleniya srednikh skorostei i prodolzhitel'nosti dvizheniya na uchastkakh ulichno-dorozhnoi seti [The concept of determining average speeds and travel time on the street and road network areas]. *Sovremennye tekhnologii. Sistemnyi analiz. Modelirovanie* [Modern Technologies. System Analysis. Modeling], 2019. Vol. 62, No. 2. Pp. 220–226. DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).220–226

УДК 625.16

DOI: 10.26731/1813-9108.2019.2(62).226–233

К. М. Титов, Д. А. Ковенькин, П. Н. Холодов

Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск, Российская Федерация

Дата поступления: 15 февраля 2019 г.

ПАССАЖИРСКАЯ ПЛАТФОРМА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ СО СЪЕМНЫМ КРАЕМ

Аннотация. В работе рассмотрены различные виды используемых типовых и запатентованных пассажирских платформ в России. Указаны конструктивные особенности и недостатки существующих видов пассажирских платформ. На основании анализа различных конструктивных решений и требований при производстве путевых работ предложена конструкция, позволяющая применять путевую технику при ремонте железнодорожного пути без демонтажа капитальной части платформы. При этом в отличие от аналогов платформа имеет более простую конструкцию и может быть размещена не только в прямом участке, но и в кривом. В дальнейшем данная конструкция пассажирской платформы была запатентована в Российской Федерации, как полезная модель. В статье приведено описание конструкции предлагаемой платформы с подробным анализом отдельных технических решений. В новой конструкции пассажирской платформы, предлагаемый съемный край рассмотрен в нескольких вариантах исполнения. По каждому варианту дано описание применяемых материалов и отдельных узлов конструкции с указанием возникающих преимуществ. Предложена технология установки съемного края рассматриваемой пассажирской платформы. Построены трехмерные модели съемного края платформы для двух вариантов исполнения – с железобетонными плитами и просечно-вытяжными металлическими листами. Для оценки напряженно-деформированного состояния съемного края платформы, а также подбора ее оптимальных параметров, был выполнен расчет платформы методом конечных элементов с помощью программного комплекса «MSC NASTRAN».

Ключевые слова: пассажирская платформа, съемный край, ремонт пути, патент, расчет на прочность, метод конечных элементов.

К. М. Titov, D. A. Koven'kin, P. N. Kholodov

Irkutsk State Transport University, Irkutsk, the Russian Federation

Received: February 15, 2018

A PASSENGER RAILWAY PLATFORM WITH DEMOUNTABLE EDGE