

АВТОМОБИЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ

Научная статья

УДК 656.11

DOI: 10.36535/0236-1914-2022-11-9

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ НА ВМЕСТИМОСТЬ ПОВОРОТНО-НАКОПИТЕЛЬНЫХ ПОЛОС

Морозов Георгий Николаевич

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия
goga.post@yandex.ru

***Аннотация.** В процессе разработки и внедрения мероприятий по совершенствованию организации дорожного движения в городах широко применяются методы анализа транспортных потоков. Целью исследования является разработка теоретических положений о формировании транспортных очередей, определяющих вместимость поворотно-накопительных полос, применяемых на городских регулируемых пересечениях для канализирования левоповоротных транспортных потоков. Результаты проведенных экспериментальных исследований подтвердили, что процесс изменения требуемой длины поворотных полос под влиянием состояния дорожного покрытия описывается линейной моделью. Полученная математическая модель может применяться для совершенствования процесса движения транспортных средств на городских регулируемых пересечениях, а также разработки и корректировки режимов работы городских регулируемых пересечений.*

***Ключевые слова:** поворотно-накопительная полоса, локальное расширение проезжей части, транспортная очередь, канализование транспортных потоков, погодно-климатические условия*

***Для цитирования:** Морозов Г.Н. Влияние состояния дорожного покрытия на вместимость поворотно-накопительных полос // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2022. № 11. С. 48-51. DOI: 10.36535/0236-1914-2022-11-9.*

AUTOMOBILE TRANSPORT

Scientific article

THE INFLUENCE OF THE ROAD SURFACE CONDITION ON THE VOLUME OF TURN-ACCUMULATIVE LINE

Georgy N. Morozov

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia
goga.post@yandex.ru

***Abstract.** The method of channeling left and right turn traffic flows is widely used in the course of measures to organize traffic in cities. The development of theoretical provisions on the formation of transport queues determining the capacity of transitional storage lanes used at urban controlled intersections for channeling left-turn traffic flows is a scientific novelty of the study. The result of processing experimental data shows that the process of changing the length of the turning lanes under the meteorological conditions influence is described by a linear model. To improve the process of vehicle movement at urban regulated intersections can be used the developed model. The developed model will make it possible to adjust the duration of traffic light regulation as well as to make calculations at the stage of creating traffic management projects.*

***Keywords:** turn-accumulative line, local roadway widening, transport queue, channeling of traffic flows, meteorological conditions*

***For citation:** Morozov G.N. The Influence of the road surface condition on the volume of turn-accumulative line // Transport: Science, Technology, Management. Scientific information collection. 2022. No. 11. P. 48-51. DOI: 10.36535/0236-1914-2022-11-9.*

Введение

Канализирование транспортных потоков – один из важных инструментов организации дорожного движения. С целью канализирования транспортных потоков на пересечениях применяются различные технические средства организации дорожного движения (знаки, разметка и т.д.), а также конструктивные элементы, предполагающие строительство направляющих островков, дополнительных полос для движения.

Постановка задачи

Ранее проведённые исследования показали, что для метода организации дорожного движения (ОДД), пред-

полагающего увеличение числа полос перед регулируемым пересечением с целью канализирования поворотных транспортных потоков отсутствует общепринятое название и методика применения [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Поэтому, на основе результатов проведённых исследований, анализа нормативной, технической и научной литературы было сформулировано понятие поворотно-накопительная полоса.

Поворотно-накопительная полоса (ПНП) – дополнительная полоса перед перекрёстком, выделенная конструктивно или посредством разметки, предназначенная для обслуживания поворотных транспортных потоков (рис.1) [6, 7].



Рис. 1. Пример ПНП. Улица Фурманова перед пересечением с ул. Сурикова, г. Екатеринбург

Существенной проблемой при эксплуатации и проектировании ПНП на городских регулируемых пересечениях является определение требуемой вместимости [8, 9, 10]. При недостаточной вместимости ПНП формирующаяся транспортная очередь в поворотном направлении занимает соседнюю полосу движения. В результате данного события значительно снижается пропускная способность участка улично-дорожной сети (УДС) и безопасность дорожного движения (БДД) в следствии необходимости объезда сформировавшейся

транспортной очереди автомобилями, осуществляющими движение в прямом направлении (рис. 2). Важной задачей становится определение требуемой вместимости ПНП на основе длины транспортной очереди, формирующейся в поворотном направлении. В ходе изучения состояния вопроса принято решение об изучении левоповоротных транспортных потоков как наиболее снижающих пропускную способность УДС и БДД.

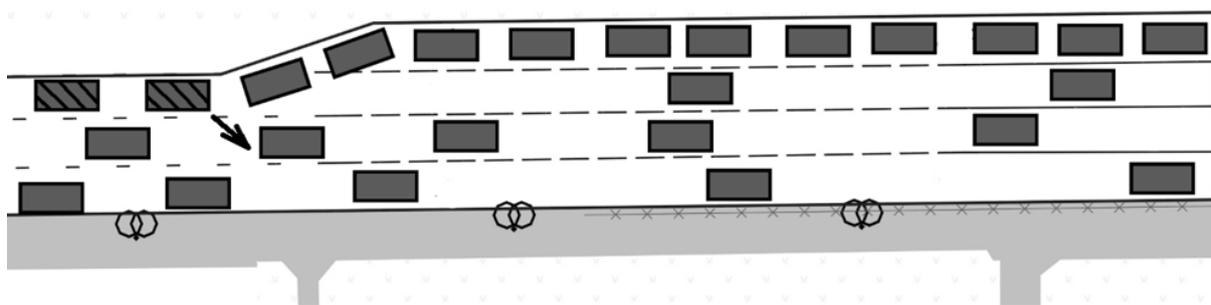


Рис. 2. Манёвр перестроения ТС в потоке, связанный с объездом транспортной очереди

В ходе проведения исследований выявлено, что одним из наиболее важных факторов, влияющих на формирование транспортной очереди является состояние дорожного покрытия. На состояние дорожного покрытия значительное влияние оказывают погодноклиматические условия, характеризующиеся выпадением осадков и изменением температуры окружающего воздуха. Предполагается учитывать влияние состояния дорожного покрытия на длину транспортной очереди и, соответственно, на требуемую вместимость ПНП, на

основе динамического габарит ТС посредством математической модели Танака [11, 12, 13]:

$$d = L_{авт} + c_1V + c_2V^2 \quad (1)$$

где d – функция зависимости динамического габарита от скорости ТС;

- V – средняя скорость ТС в потоке, м/с;
- c₁ – среднее время реакции водителя, с;
- c₂ – коэффициент пропорциональности тормозному пути, с²/м;
- L – средняя длина ТС в потоке, м.

Представленная математическая модель позволила провести исследование влияния состояния дорожного покрытия на изменение пропускной способности полосы движения. Рассчитаны пропускные способности полосы движения для трёх состояний дорожного покрытия: сухое, мокрое, обледенелое. На основе расчётов производится оценка снижения пропускной способности в зависимости от состояния дорожного покрытия:

$$K_{\text{покр}} = \frac{P_n}{P_{\text{сух.л}}} \quad (2)$$

где $K_{\text{покр}}$ – коэффициент состояния покрытия, учитывающий изменение количества обслуживаемых ТС за время цикла светофорного регулирования в зависимости от изменения динамического габарита ТС;

$P_{\text{ср.л}}$ – средняя пропускная способность при рассматриваемом состоянии дорожного покрытия за цикл (мокрое, обледенелое), ТС/цикл;

$P_{\text{ср.сух.л}}$ – средняя пропускная способность полосы при сухом состоянии дорожного покрытия за цикл, ТС/цикл.

Фактически при изменении состояния дорожного покрытия в зависимости от погодных-климатических условий для образования гололёдных явлений дорожное покрытие проходит через следующие этапы – от сухого к мокрому, при выпадении осадков, и, при снижении температуры, к обледенелому [14, 15, 16, 17]. С учётом ограничения скоростного режима в городах РФ до 60 км/ч и описанных предположений были получены результаты, представленные на рис. 3.

Для оценки величины снижения пропускной способности за цикл светофорного регулирования запишем следующее выражение:

$$W_{\text{пог}} = 1 - K_{\text{покр}} \quad (3)$$

где $W_{\text{пог}}$ – погодный-климатический коэффициент.

В результате исследований предполагается, что влияние состояния дорожного покрытия на длину транспортной очереди описывается линейной моделью.

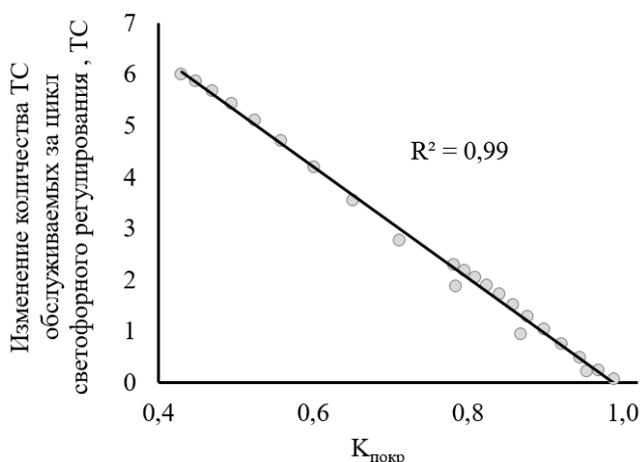


Рис. 3. Влияние коэффициента состояния покрытия на изменение пропускной способности регулируемого пересечения в поворотном направлении

Для подтверждения выдвинутого предположения были произведены натурные обследования участков УДС городов РФ (Тюмень, Челябинск, Уфа, Каменск-

Уральский) при разных состояниях дорожного покрытия. Состояние дорожного покрытия оценивалось на основе ОДМ 218.2.003-2009 «Отраслевой дорожный методический документ методические рекомендации по специализированному прогнозу состояния дорожного покрытия». В результате проведения исследований были получены данные о влиянии состояния дорожного покрытия на длину транспортной очереди (рис. 4).

Установлено, что при изменении состояния дорожного покрытия происходит изменение пропускной способности регулируемого пересечения. При выпадении осадков и появлении гололёдных явлений происходит увеличение длины транспортной очереди, что, соответственно, приводит к необходимости изменения вместимости ПНП, либо корректировки светофорного регулирования в соответствии со сложившимися условиями.

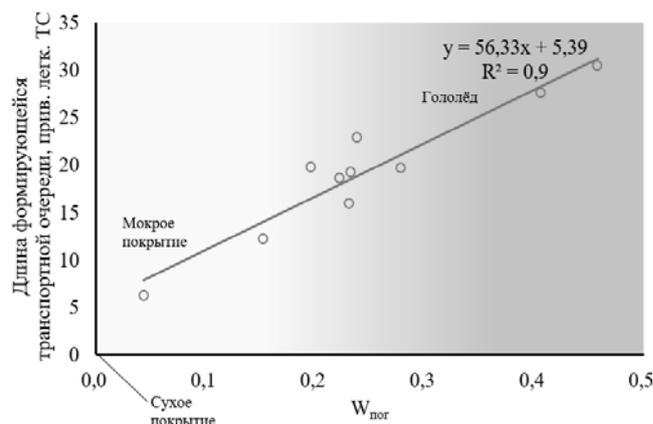


Рис. 4. Длина транспортной очереди под влиянием состояния дорожного покрытия

В результате исследования разработана и экспериментально подтверждена математическая модель, позволяющая определять необходимую вместимость ПНП в зависимости от состояния дорожного покрытия.

Полученные результаты исследования могут быть использованы для совершенствования проектирования регулируемых пересечений на городской УДС, корректировки длительностей светофорного цикла регулирования, а также создания алгоритмического обеспечения работы автоматизированных систем управления дорожным движением.

Список источников

1. Wanjing Maa, Ye Liua, Jing Zhaob, Ning Wuc (2017) Increasing the capacity of signalized intersections with left-turn waiting areas. Transportation Research Part A: Policy and Practice. Vol. 105, pp 181-196.
2. Xinguo Jiang, Guopeng Zhang, Wei Bai, Wenbo Fan. (2016) Safety evaluation of signalized intersections with left-turn waiting area in China. Accident Analysis & Prevention. Vol. 95, pp 461-469.
3. Yun Yuan, Zhao Zhang, Xianfeng Terry Yang, ShandianZhe. (2021) Macroscopic traffic flow modeling with physics regularized Gaussian process: A new insight into machine learning applications in transportation. Transportation Research Part B: Methodological. Vol 146, pp 88-110.
4. Li Chen, Linjiang Zheng, Jie Yang, Dong Xia, Weining Liu. (2020) Short-term traffic flow prediction: From the perspective of traffic flow decomposition. Neurocomputing. Vol 413, pp 444-456.

5. Riccardo Rossi, Massimiliano Gastaldi, Federico Orsini, Giulia De Cet, Claudio Meneguzzer. (2021) A comparative simulator study of reaction times to yellow traffic light under manual and automated driving. *Transportation Research Procedia*. Vol 52, pp 276-283.
6. Морозов Г. Н., Эртман С. А. Влияние локального сужения проезжей части перед регулируемым перекрестком на его пропускную способность // Организация и безопасность дорожного движения: материалы Международной научно-практической конференции, Тюмень, 16 марта 2017 г. – Тюмень, 2017. – С. 248-252.
7. Морозов Г. Н., Морозов В. В. Определение необходимой вместимости поворотных-накопительных полос на городских регулируемых пересечениях // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 1. – С. 117-125.
8. Блинкин М. Я., Воробьев А. Н. Городское движение и планировка городов // Городские исследования и практики. – 2018. – № 2. – С. 7-26.
9. Захаров Н.С. О целевой функции в прикладных диссертационных исследованиях // Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы международной научно-технической конференции, Тюмень, 16 апреля 2015 г. – Тюмень, 2015. – С. 113-114.
10. Захаров Н. С., Ильяхин А. В. Распределение количества поступающих заявок в систему экспертного анализа дорожно-транспортных происшествий // Организация и безопасность дорожного движения: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 12 марта 2015 года. – Тюмень, 2015. – С. 104-106.
11. Колесов В. И. Безопасность дорожного движения в метрике обобщенного золотого сечения // Организация и безопасность дорожного движения: материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием, Тюмень, 13 мая 2021 г. – Тюмень, 2021. – С. 190-193.
12. Левашев А. Г., Михайлов А. Ю. Уточнение терминологии в области теории транспортных потоков // Транспортное планирование и моделирование. Цифровое будущее управления транспортом: сборник трудов III Международной научно-практической конференции, Москва, 24-25 мая 2018 г. – Москва, 2018. – С. 77-83.
13. Морозов, В. В., Захаров Д. А., Ярков С. А. Закономерности изменения характеристик транспортных потоков: монография – Тюмень: Тюменский индустриальный университет – 2020. – 166 с. – ISBN 978-5-9961-2503-6.
14. Morozov, V. V., Yarkov S. A. (2021). Formation of the traffic flow rate under the influence of traffic flow concentration in time at controlled intersections in Tyumen, Russian federation. *Sustainability*. Vol. 13. No 15. DOI 10.3390/su13158324. (In Eng.).
15. Khazukov, K., Shepelev, V., Karpeta, T., Shabiev, S., Slobodin, I., Charbadze, I., Alferova, I. Real-time monitoring of traffic parameters. *Journal of Big Data* 2020, 7(1) doi:10.1186/s40537-020-00358-x.
16. Shobha B S, Deepu R. (2021) Deep learning assisted active net segmentation of vehicles for smart traffic management. *Global Transitions Proceedings*. Vol 2, pp 282-286.
17. Shepelev, V.; Aliukov, S.; Nikolskaya, K.; Shabiev, S. The capacity of the road network: Data collection and statistical analysis of traffic characteristics. *Energies* 2020, 13 (7), 1765. <https://doi.org/10.3390/en13071765>.

Сведения об авторе

Морозов Г. Н. - аспирант кафедры «Эксплуатация автомобильного транспорта», «Тюменский индустриальный университет».
625039, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д.72, каб. 304 (Институт транспорта).
Тел. +7 912 995 6438.

Information about the authors

Morozov G. N. - graduate student of the Department "Operation of Motor Transport", Tyumen Industrial University.
625039, Tyumen, 72 Melnikaite str., office 304 (Institute of Transport).
Tel. +7 912 995 6438.

Статья поступила в редакцию 20.08.2022, одобрена после рецензирования 01.09.2022, принята к публикации 18.09.2022.

The article was submitted 20.08.2022, approved after reviewing 01.09.2022, accepted for publication 18.09.2022.