



# Новый подход к определению пропускной способности автомобильной дороги



**Алексей Владимирович Толков**

Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), Владимир, Россия.  
Web of Science Researcher ID: AAE-1850-2019; РИНЦ SPIN-код: 9599-5189; РИНЦ Author ID: 452603.  
✉ [tolkovaalex@yandex.ru](mailto:tolkovaalex@yandex.ru).

Алексей ТОЛКОВ

## АННОТАЦИЯ

Целью данной работы является исследование пропускной способности автомобильной дороги, которая зависит от большого числа факторов. Формула, положенная в основу нормативной методики определения пропускной способности, связывает фактическую пропускную способность с максимальной через итоговый коэффициент снижения пропускной способности, состоящий из произведения семнадцати частных коэффициентов.

Согласно этой методике, рекомендуется использовать в расчетах не более шести частных коэффициентов, определяя набор этих частных коэффициентов для каждого конкретного случая. В связи с этим возникает проблема выбора наиболее значимых частных коэффициентов.

В качестве объекта исследования выбрана одна из центральных улиц города Владимира – улица Горького.

Для достижения поставленной цели использовался метод наблюдения, а также были проведены экспериментальные исследования интенсивности движения транспортных средств на рассматриваемой улице.

По длине дороги было выбрано несколько сечений, в которых проводились замеры интенсивности движения и состава транспортного потока в час пик. Определяемый параметр – итоговый коэффициент снижения пропускной

способности дороги. Он рассчитывался для каждой полосы движения в зоне сечения. Затем выполнялось усреднение его значений по четной и нечетной сторонам улицы, а также по длине всей улицы.

В данной работе, в качестве примера, из-за небольшого количества сечений, использована геометрическая интерполяция многочленом Лагранжа. Далее определена максимальная погрешность интерполирования и построены графики зависимостей экспериментальных и интерполированных кривых итогового коэффициента снижения пропускной способности дороги для четной и нечетной сторон улицы, а также по длине всей улицы. Для практических целей следует выбирать такой метод интерполяции, который будет обеспечивать минимальную погрешность. Таким образом, имея математически описанную кривую, можно определить значение итогового коэффициента снижения пропускной способности в любом сечении улицы.

Результатом работы является разработанная методика экспериментального определения пропускной способности дороги, которая позволяет определять итоговый коэффициент снижения пропускной способности конкретной, уже существующей дороги.

**Ключевые слова:** автомобильная дорога, пропускная способность, методика экспериментального определения пропускной способности дороги.

**Для цитирования:** Толков А. В. Новый подход к определению пропускной способности автомобильной дороги // Мир транспорта. 2024. Т. 22. № 2 (111). С. 81–87. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2024-22-2-8>.

Полный текст статьи в переводе на английский язык публикуется во второй части данного выпуска.  
English translation of the full text of the article is published in the second part of the issue.

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ научных работ и исследований в области организации дорожного движения позволил сделать вывод о недостаточной глубине трудов, связанных с пропускной способностью автомобильных дорог [1; 2; 3].

Пропускная способность автомобильных дорог зависит от большого числа факторов<sup>1,2</sup> [4]. Нормативным источником по расчету пропускной способности дорог является ОДМ 218.2.020–2012<sup>3</sup>. Формула, положенная в основу методики определения пропускной способности, связывает фактическую пропускную способность с максимальной через итоговый коэффициент снижения пропускной способности, состоящий из произведения 17 частных коэффициентов [5]. Согласно этой методике, рекомендуется использовать в расчетах не более шести частных коэффициентов [6], определяя набор этих частных коэффициентов для каждого конкретного случая. И вот здесь как раз и возникает проблема выбора наиболее значимых частных коэффициентов.

Целью данной работы является исследование пропускной способности автомобильной дороги. В качестве объекта исследования выбрана одна из центральных улиц города Владимира – улица Горького.

В качестве *методов* исследования применялся метод наблюдения, а также были проведены экспериментальные исследования интенсивности движения транспортных средств на рассматриваемой улице.

## МЕТОДИКА

По длине дороги было выбрано несколько сечений, в которых проводились замеры интенсивности движения и состава транспортного потока в час пик.

Определяемый параметр – итоговый коэффициент снижения пропускной способности дороги ( $\beta$ ) [6]. Он рассчитывался для каждой полосы движения в зоне сечения. Затем вы-

полнялось усреднение его значений по четной и нечетной сторонам улицы, а также по длине всей улицы.

В данной работе, в качестве примера, из-за небольшого количества точек кривой  $\beta$ , использована геометрическая интерполяция многочленом Лагранжа. Далее определена максимальная погрешность интерполирования и построены графики зависимостей экспериментальных и интерполированных кривых  $\beta$  для четной и нечетной сторон улицы, а также по длине всей улицы. Для практических целей следует выбирать такой метод интерполяции, который будет обеспечивать минимальную погрешность.

Таким образом, имея математически описанную кривую, можно определить значение  $\beta$  в любом сечении улицы.

Более подробно методика экспериментального определения пропускной способности автомобильной дороги выглядит следующим образом:

1. Сбор исходных данных:

1.1. Определение количества сечений по четной ( $K_{\text{ч}}$ ) и нечетной сторонам ( $K_{\text{нч}}$ ) улицы.

1.2. Определение количества полос движения в каждом сечении ( $n$ ) [7; 8].

1.3. Определение максимальной практической пропускной способности ( $P_{\text{max}}$ )<sup>1</sup>.

1.4. Определение времени часа пик ( $t_{\text{чп}}$ ) [9; 10].

1.5. Определение интервала времени наблюдения ( $\Delta t$ ) [11; 12].

1.6. Определение расстояния между сечениями по четной и нечетной сторонам улицы ( $x_0, x_1, \dots, x_{K_{\text{ч}}(K_{\text{нч}}-1)}$ ).

2. Выполнение подсчетов интенсивности движения транспортных средств ( $N$ ) в каждом сечении и ее приведение [13–15].

3. Принимается допущение, что фактическая пропускная способность равна измеренной интенсивности движения ( $P = N$ ), так как замеры интенсивности движения проводились в час пик.

4. Выполнение расчета  $\beta$  по формуле (1)<sup>1</sup>:  $\beta = P / P_{\text{max}}$ ,

где  $P$  – фактическая пропускная способность, приведенных авт./ч.:

– для каждой полосы движения в сечении ( $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ );

– для четной ( $\beta_{1\text{ч}}, \beta_{2\text{ч}}, \dots, \beta_{K_{\text{ч}}}$ ) и нечетной ( $\beta_{1\text{нч}}, \beta_{2\text{нч}}, \dots, \beta_{K_{\text{нч}}}$ ) стороны улицы в каждом сечении путем усреднения  $\beta$  по полосам движения;

<sup>1</sup> Толков А. В. Совершенствование дорожного движения на перекрестках: Учеб. пособие. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2018. – 180 с. ISBN 978-5-9984-0852-6.

<sup>2</sup> Толков А. В. Выпускная квалификационная работа магистра: Учеб. пособие. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2021. – 128 с. ISBN 978-5-9984-1403-9.

<sup>3</sup> ОДМ 218.2.020–2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог / Федер. дорож. агентство. – М.: Росавтодор, 2012. – 148 с.



Таблица 1

Расчет  $\beta$  по полосам [выполнено автором]

| ОП                                    | Сторона улицы | Номер полосы | $P_{\text{max}}$ ,<br>легк. авт./ч | $P$ ,<br>прив. авт./ч | $\beta$ |
|---------------------------------------|---------------|--------------|------------------------------------|-----------------------|---------|
| 1-й<br>р. Содышка                     | Четная        | 1            | 2300                               | 204                   | 0,089   |
|                                       |               | 2            | 2300                               | 734                   | 0,319   |
|                                       |               | 3            | 2300                               | 512                   | 0,223   |
|                                       | Нечетная      | 1            | 2300                               | 142                   | 0,062   |
|                                       |               | 2            | 2300                               | 607                   | 0,264   |
|                                       |               | 3            | 2300                               | 581                   | 0,253   |
| 2-й<br>ул. Гастелло                   | Четная        | 1            | 2200                               | 307                   | 0,140   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 639                   | 0,290   |
|                                       | Нечетная      | 1            | 2200                               | 596                   | 0,271   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 385                   | 0,175   |
| 3-й<br>ВлГУ                           | Четная        | 1            | 2200                               | 578                   | 0,263   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 597                   | 0,271   |
|                                       | Нечетная      | 1            | 2200                               | 827                   | 0,376   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 508                   | 0,231   |
| 4-й<br>Площадь<br>им.<br>В. И. Ленина | Четная        | 1            | 2200                               | 533                   | 0,242   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 551                   | 0,250   |
|                                       | Нечетная      | 1            | 2200                               | 569                   | 0,259   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 565                   | 0,257   |
| 5-й<br>Всполье                        | Четная        | 1            | 2200                               | 607                   | 0,276   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 506                   | 0,230   |
|                                       | Нечетная      | 1            | 2200                               | 664                   | 0,302   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 669                   | 0,304   |
| 6-й<br>Юрьевская<br>застава           | Четная        | 1            | 2200                               | 346                   | 0,157   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 441                   | 0,200   |
|                                       | Нечетная      | 1            | 2200                               | 587                   | 0,267   |
|                                       |               | 2            | 2200                               | 1027                  | 0,467   |

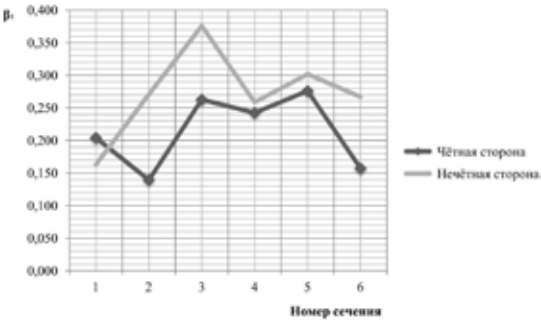


Рис. 2. График распределения  $\beta_1$  по первым полосам улицы [выполнено автором].

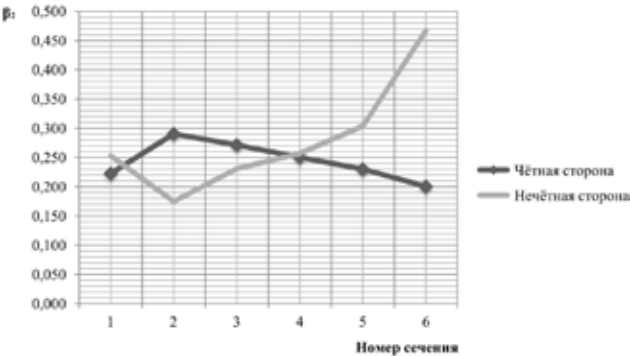


Рис. 3. График распределения  $\beta_2$  по вторым полосам улицы [выполнено автором].

Таблица 2

Исходные данные для системы уравнений интерполяции [выполнено автором]

| По всей улице |           |           |           |           |           |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| $x_0$         | $x_1$     | $x_2$     | $x_3$     | $x_4$     | $x_5$     |
| 0,00 км       | 0,53 км   | 0,95 км   | 1,60 км   | 2,15 км   | 2,65 км   |
| $\beta_1$     | $\beta_2$ | $\beta_3$ | $\beta_4$ | $\beta_5$ | $\beta_6$ |
| 0,201         | 0,219     | 0,285     | 0,252     | 0,278     | 0,273     |

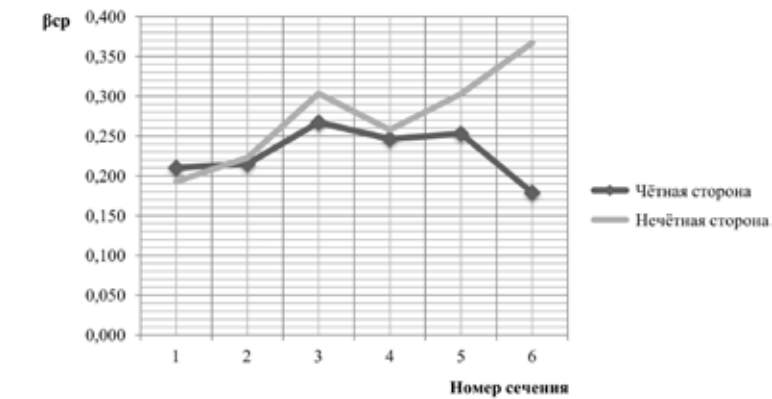


Рис. 4. График распределения коэффициента  $\beta_{ср}$  по четной и нечетной сторонам улицы [выполнено автором].

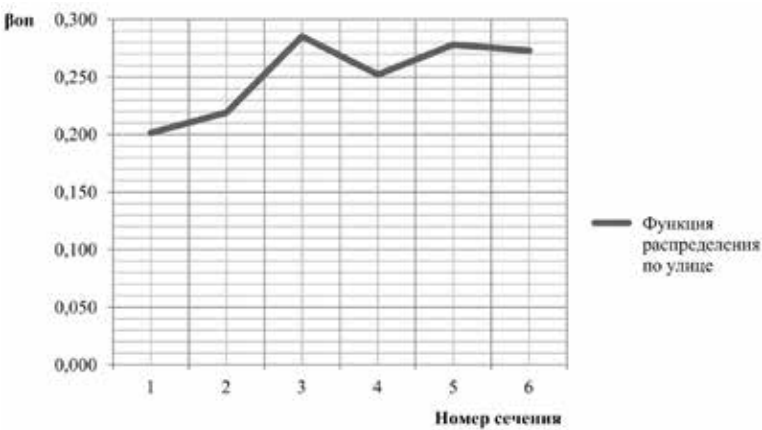


Рис. 5. График распределения коэффициента  $\beta_{оп}$  по всей улице [выполнено автором].

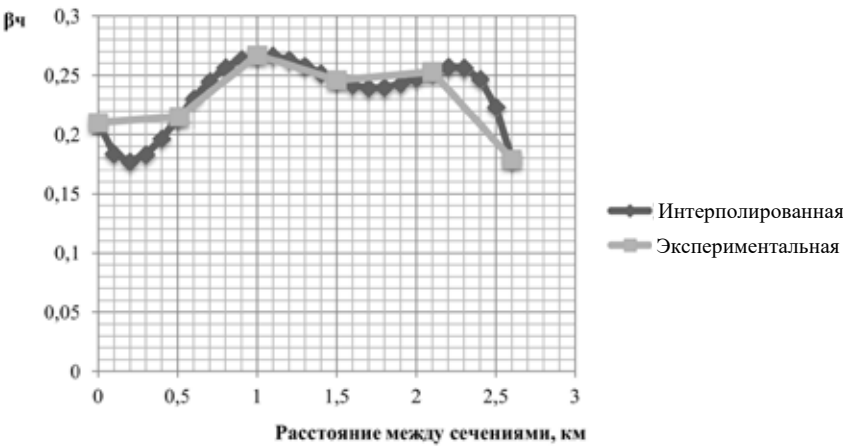


Рис. 6. Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых  $\beta_{ч}$  по четной стороне улицы [выполнено автором].



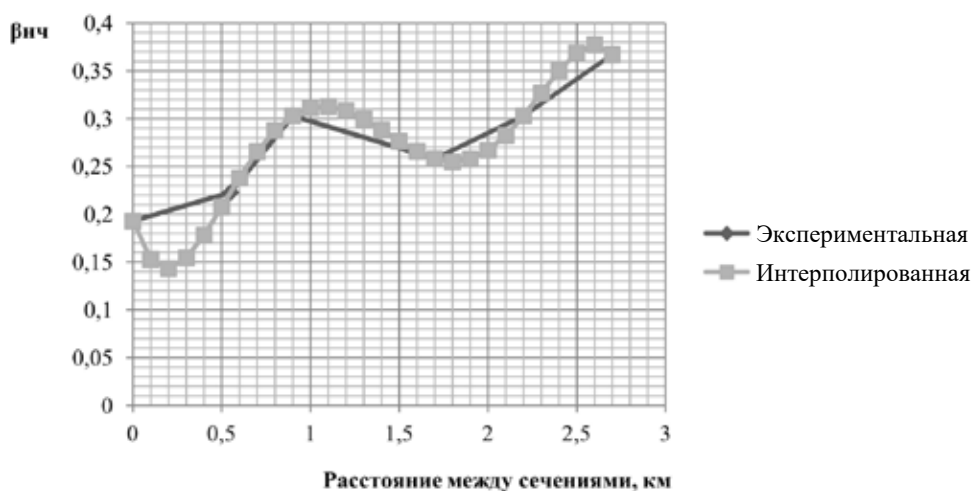


Рис. 7. Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых  $\beta$  по нечетной стороне улицы [выполнено автором].

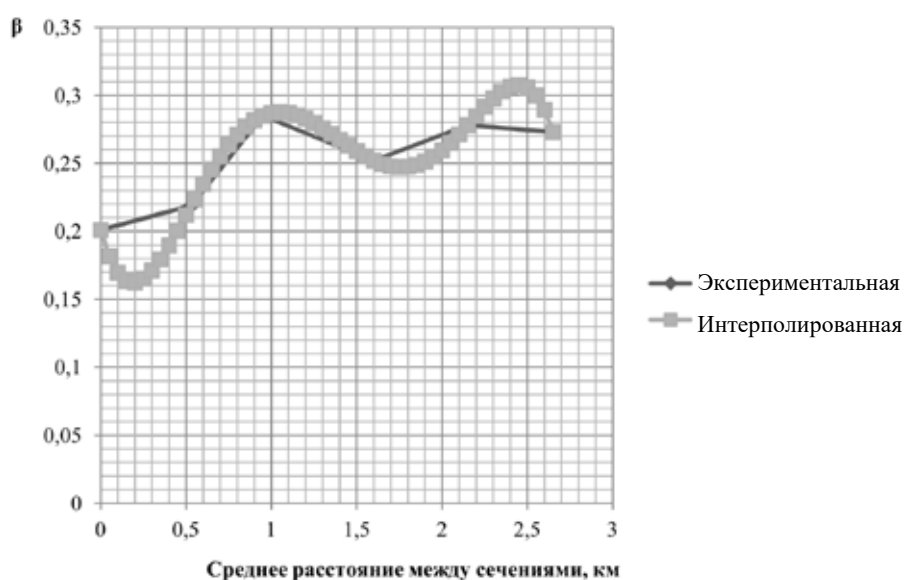


Рис. 8. Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых  $\beta$ , полученных по длине улицы Горького [выполнено автором].

а также соответствующие этим сечениям значения  $\beta$  (табл. 2).

Далее для автоматизации расчетов были написаны программы в MATLAB.

Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых  $\beta$  по четной стороне улицы приведено на рис. 6.

Погрешность составила  $\Delta x_{\max} = |x_{\text{инт}} - x_{\text{эсп}}| = 0,043$  (21,3 %).

Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых распределения  $\beta$ , полученного по нечетной стороне улицы, приведено на рис. 7.

Погрешность составила  $\Delta x_{\max} = |x_{\text{инт}} - x_{\text{эсп}}| = 0,0617$  (30,0 %).

Сравнение экспериментальной и интерполированной кривых распределения  $\beta$ , полученных по длине улицы Горького, приведено на рис. 8.

Максимальная погрешность интерполирования составила  $\Delta x_{\max} = |x_{\text{инт}} - x_{\text{эсп}}| = 0,0477$  (22,7 %).

## ВЫВОДЫ

Разработана методика, позволяющая определять итоговый коэффициент снижения

пропускной способности отдельной дороги (улицы) при конкретных дорожных условиях и составе транспортного потока. Данный показатель определяется как отношение фактической пропускной способности дороги к максимальной практической пропускной способности. Суть методики заключается в получении фактической кривой распределения итогового коэффициента снижения пропускной способности по длине конкретной дороги и сравнением ее с кривой, полученной с помощью метода интерполирования (математическим описанием фактической кривой). Критерием точности методики является погрешность интерполирования. Имея математически описанную кривую, можно определить значение итогового коэффициента снижения пропускной способности в любом сечении улицы.

Разработаны рекомендации для снижения погрешности методики, заключающиеся в увеличении количества сечений (пунктов наблюдения) по длине дороги, в увеличении общего времени наблюдения за транспортными потоками (для получения большего объема данных), в уменьшении интервала времени фиксации транспортных средств (для получения более точной картины изменения интенсивности транспортных потоков во времени), в выборе более точного метода измерения расстояний между сечениями и метода интерполирования.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Локтионова А. Г., Шевцова А. Г., Копылова Е. В., Щетинин Н. А. Исследование разнородности динамических показателей легковых автомобилей для повышения эффективности функционирования городских транспортных систем // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 3–4 (82). – С. 47–53. EDN: EDWVUI.
2. Исаков К. И., Стасенко Л. Н., Алтыбаев А. Ш., Дайырбекова Д. Влияние параметров цикла светофорного регулирования на пропускную способность регулируемых пересечений // Вестник СибАДИ. – 2019. – № 16 (2). – С. 146–155. EDN: ZGXJIF.
3. Волченко С. В. Повышение пропускной способности УДС на основе оценки взаимодействия транспортных потоков с городскими магистралями / Автореф. дис... канд. техн. наук. – Волгоград: ВолГАСУ, 2014. – 24 с. [Электронный ресурс]: <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl010>

05553696?page=1&rotate=0&theme=white. Доступ 22.12.2023. EDN: XAWLTQ.

4. Волченко С. В. Повышение пропускной способности городских дорог на основе оценки скоростного режима транспортных потоков // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит. – 2013. – № 32 (51). – С. 153–159. EDN: RUGTPH.

5. Алексиков С. В., Беликов Г. И., Пшеничкина В. А., Волченко С. В. Повышение скорости автотранспорта на основе регулирования движения по «зеленой волне» // Интернет-вестник ВолГАСУ. Сер.: Политехническая. – 2013. – № 2 (27). [Электронный ресурс]: [http://vestnik.vgasu.ru/attachments/AleksikovBelikovPshenichkinaVolchenko1-2013\\_2\(27\).pdf](http://vestnik.vgasu.ru/attachments/AleksikovBelikovPshenichkinaVolchenko1-2013_2(27).pdf). Доступ 22.12.2023.

6. Волченко С. В. Методы снижения коэффициента загрузки на регулируемых пересечениях // Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архитектура. – 2009. – № 13 (32). – С. 74–77. EDN: KWMLXB.

7. Шевцова А. Г., Бурлуцкая А. Г., Юнг А. А. Оценка влияния параметров автомобилей на значение потока насыщения // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2022. – № 1. – С. 126–134. EDN: DBSYGJ.

8. Локтионова А. Г., Шевцова А. Г. Оценка технических параметров автомобилей в транспортном потоке // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 4–2 (79). – С. 75–80. EDN: ZLVDRN.

9. Локтионова А. Г., Шевцова А. Г. Определение динамического показателя автомобиля в транспортных потоках городской транспортной системы // Мир транспорта и технологических машин. – 2023. – № 1–2 (80). – С. 37–42. EDN: AUSIDO.

10. Локтионова А. Г. Повышение эффективности светофорного регулирования с учетом изменения динамических показателей автотранспортных средств / Автореф. дис... канд. техн. наук. – Орел: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2023. – 24 с. [Электронный ресурс]: [https://oreluniver.ru/public/file/defence/a\\_Loktionova\\_Alina\\_Gennadevna\\_28.02.2024.pdf](https://oreluniver.ru/public/file/defence/a_Loktionova_Alina_Gennadevna_28.02.2024.pdf). Доступ 05.03.2024.

11. Дорохин С. В., Артемов А. Ю. Развитие методов управления транспортными потоками в малых и средних городах // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 1–1 (80). – С. 60–67. EDN: EOYCCJ.

12. Дорохин С. В., Артемов А. Ю. Способ оценки эффективности работы координированного типа управления на магистральной улице // Вестник СибАДИ. – 2023. – № 5 (93). – С. 586–599. EDN: OHGMZO.

13. Артемов А. Ю. Исследование управления транспортными потоками на магистральном участке в г. Павловск // Воронежский научно-технический Вестник. – 2023. – Т. 1. – № 1 (43). – С. 107–116. EDN: VQJWYE.

14. Дорохин С. В., Артемов А. Ю. Оценка эффективности работы координируемого участка // Воронежский научно-технический Вестник. – 2022. – Т. 2. – № 2 (40). – С. 64–73. EDN: KZHQHF.

15. Артемов А. Ю. Повышение эффективности управления транспортными потоками на магистральных улицах малых и средних городов / Автореф. дис... канд. техн. наук. – Орел: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2023. – 24 с. [Электронный ресурс]: [https://oreluniver.ru/public/file/defence/a\\_Artemov\\_Aleksandr\\_YUrevich\\_28.02.2024.pdf](https://oreluniver.ru/public/file/defence/a_Artemov_Aleksandr_YUrevich_28.02.2024.pdf). Доступ 05.03.2024. ●

### Информация об авторе:

**Толков Алексей Владимирович** – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта, безопасности и управления качеством Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ), Владимир, Россия, [tolkovaalex@yandex.ru](mailto:tolkovaalex@yandex.ru).

Статья поступила в редакцию 26.10.2023, одобрена после рецензирования 05.02.2024, актуализирована 05.03.2024, принята к публикации 12.03.2024.

