

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПОЛОСЫ ДВИЖЕНИЯ КОЛЬЦЕВОЙ ЧАСТИ КОЛЬЦЕВОГО ПЕРЕСЕЧЕНИЯ СО СВЕТОФОРНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ И ПРОРЕЗАННЫМ ЦЕНТРАЛЬНЫМ ОСТРОВКОМ

С. В. Ганзин¹, Д. Д. Сильченков², Ю. А. Сильченкова²

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

¹ e-mail: ganzin_fat@mail.ru

² e-mail: xdimanx.vstu@mail.ru

Аннотация. Пропускная способность дороги (улицы) – максимальное число автомобилей, которое может пропустить участок дороги (улицы) в единицу времени в одном или двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодно-климатических условиях. В науке существует несколько подходов по определению пропускной способности: модели, основанные на динамических моделях транспортного потока, модели Бируля А. К., Сильянова В. В., Трибунского В. М., Хомяка Я. В., Билятинского А. А. и др. В практическом ключе разделяют: теоретическую, практическую и максимальную пропускную способность. В РФ существует большое количество методических рекомендаций по ее определению. Однако для кольцевого пересечения со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком (далее КПСРПЦО) таких рекомендаций не представлено.

После анализа данной схемы организации дорожного движения было впервые предложено определять пропускную способность полосы движения полукольца КПСРПЦО. Цель исследования заключается в повышении эффективности КПСРПЦО за счет определения теоретической пропускной способности полосы движения полукольца транспортной развязки. В статье выдвигается гипотеза, что исследуемая теоретическая пропускная способность зависит от двух факторов: диаметра кольца транспортной развязки и эффективной длительности регулирования для главной дороги.

Для обоснования адекватности расчетов использован метод имитационного моделирования в программном комплексе «Aimsun» (микромоделирование). На основе данных натурных обследований участков улично-дорожной сети была создана имитационная модель с высокой степенью достоверности, отображающая текущую ситуацию на регулируемых пересечениях, а также оценивалась эффективность проектных решений при организации КПСРПЦО.

Установлена зависимость между теоретической пропускной способностью полосы движения полукольца КПСРПЦО и диаметра кольца и эффективной длительности регулирования для главной дороги. Сравнение экспериментальных данных с расчетными значениями, выполненными по рекомендациям методической литературы, показывает расхождение от 1% до 13%, что показывает качественную сходимость данных.

Дальнейшие исследования предполагают разработку методики расчета параметров КПСРПЦО.

Ключевые слова: автомобиль, транспортный поток, кольцевое пересечение, пропускная способность.

Для цитирования: Ганзин С. В., Сильченков Д. Д., Сильченкова Ю. А. Определение пропускной способности полосы движения кольцевой части кольцевого пересечения со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 79–85. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-79.

DETERMINATION OF THE BANDWIDTH OF THE TRAFFIC LANE OF THE CIRCULAR PART OF THE CIRCULAR INTERSECTION WITH TRAFFIC LIGHT REGULATION AND A CUT-THROUGH CENTRAL ISLAND

S. V. Ganzin¹, D. D. Silchenkov², Yu. A. Silchenkova²

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

¹ e-mail: ganzin_fat@mail.ru

² e-mail: xdimanx.vstu@mail.ru

Abstract. The capacity of a road (street) is the maximum number of cars that a section of a road (street) can pass per unit of time in one or two directions in the considered road and weather and climatic conditions. In science, there are several approaches to determine the capacity: models based on dynamic models of traffic flow,

the model of Birul A. K., Silyanov V. V., Tribunsky V. M., Khomyak Ya. V., Bilyatinsky A. A. and etc. In a practical way, they divide: theoretical, practical and maximum throughput. In the Russian Federation, there are a large number of guidelines for its determination. However, for a circular intersection with traffic light regulation and a cut-through central island (hereinafter referred to as KPSRPTSO), no such recommendations have been presented.

After analyzing this traffic organization scheme, it was for the first time proposed to determine the capacity of the traffic lane of the KPSRPTSO half-ring. The purpose of the study is to improve the efficiency of the KPSRPTSO by determining the theoretical bandwidth of the traffic lane of a semi-ring of a traffic intersection. The article hypothesizes that the investigated theoretical throughput depends on two factors: the diameter of the traffic junction ring and the effective duration of regulation for the main road.

To substantiate the adequacy of the calculations, the simulation method was used in the Aimsun software package (micromodeling). On the basis of data from field surveys of sections of the road network, a simulation model was created with a high degree of reliability, reflecting the current situation at regulated intersections, and the effectiveness of design solutions when organizing the KPSRPTSO was assessed.

The relationship between the theoretical bandwidth of the KPSRPTSO half-ring and the diameter of the ring and the effective duration of regulation for the main road has been established. Comparison of the experimental data with the calculated values performed according to the recommendations of the methodological literature shows a discrepancy from 1% to 13%, which shows the qualitative convergence of the data.

Further research involves the development of a methodology for calculating the parameters of the KPSRPTSO.

Key words: car, traffic flow, circular intersection, throughput.

Cite as: Ganzin, S. V., Silchenkov, D. D., Silchenkova, Yu. A. (2021) [Determination of the bandwidth of the traffic lane of the circular part of the circular intersection with traffic light regulation and a cut-through central island]. *Intellect. Innovatsii. Investitsii* [Intellect. Innovations. Investments]. Vol. 2, 79–85. DOI: 10.25198/2077-7175-2021-2-79.

Введение

Пропускная способность дороги (улицы) – максимальное число автомобилей, которое может пропустить участок дороги (улицы) в единицу времени в одном или двух направлениях в рассматриваемых дорожных и погодноклиматических условиях¹. В практическом ключе разделяют: теоретическую, практическую и максимальную пропускную способность. В РФ на практике ее определяют в соответствии с рекомендациями ОДМ¹, в которых приведены методики расчета для различных условий движения. В материалах ОДМ² приведена методика расчета пропускной способности кольцевого пересечения. В других рекомендациях ОДМ³ приведена методика оценки пропускной способности с помощью моделирования.

В науке существует несколько подходов по определению пропускной способности: модели, основанные на динамических моделях транспортного

потока, модели Бируля А. К., Сильянова В. В., Трибунского В. М., Хомяка Я. В., Билятинского А. А. и др. [1–7].

Кольцевые пересечения позволяют обеспечить наиболее безопасные и удобные условия движения на пересечении дорог, заключающиеся в существенном сокращении конфликтных точек и исключении конфликтных точек пересечения транспортных потоков, рассредоточение конфликтных точек, снижении скорости движения, слиянии и разделении транспортных потоков под небольшими углами переплетения, что в комплексе способствует снижению аварийности, тяжести дорожно-транспортных происшествий (ДТП), повышению уровня безопасности дорожного движения (БДД).

Существует множество классификаций круговых пересечений [10, 11, 16]. Исследуемое авторами круговое пересечение со светофорным регулированием и прорезанным центральным островком

¹ ОДМ 218.2.020–2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. – М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2012. – 144 с. / ODM 218.2.020. (2012). *Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke propusknoy sposobnosti avtomobilnykh dorog* [Methodical recommendations for assessing the throughput of highways]. Moscow: Rosavtodor Publ., 144 p. (In Russ.).

² ОДМ 218.2.071–2016. Методические рекомендации по проектированию кольцевых пересечений при строительстве и реконструкции автомобильных дорог. – М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2016. – 166 с. / ODM 218.2.071. (2016). *Metodicheskiye rekomendatsii po proyektirovaniyu kol'tsevykh peresecheniy pri stroitel'stve i rekonstruktsii avtomobil'nykh dorog* [Methodological recommendations for the design of circular intersections during the construction and reconstruction of highways]. Moscow: Rosavtodor Publ., 166 p. (In Russ.).

³ ОДМ 218.2.072–2016 Методические рекомендации по оценке пропускной способности и уровней загрузки автомобильных дорог методом компьютерного моделирования транспортных потоков. – М.: Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), 2016. – 18 с. / ODM 218.2.072. (2016). *Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke propusknoy sposobnosti i urovney zagruzki avtomobil'nykh dorog metodom komp'yuternogo modelirovaniya transportnykh potokov* [Methodological recommendations for assessing the throughput and load levels of highways by the method of computer modeling of traffic flows]. Moscow: Rosavtodor Publ., 18 p. (In Russ.).

(КПСРПЦО) относится к категории круговых пересечений с нестандартной планировкой центрального островка, которое в «Руководстве по проектированию городских улиц и дорог»⁴ рекомендуется в качестве дальнейшего развития кольцевых развязок. Для круговых пересечений и/или их частей пропускная способность может определяться моделями Харинга О., Бови, Фортайна Л. и др. [8, 11–15]. Однако для данного типа транспортной развязки не приводятся рекомендации для определения пропускной способности полосы движения.

В современных условиях компьютерное моделирование дорожного движения позволяет с высо-

кой степенью достоверности воспроизводить все детали движения, рассчитывать транспортные задержки и другие характеристики, в том числе количество автомобилей, прошедших через участок дороги (улицы), то есть его пропускную способность. Существует несколько программных продуктов по моделированию дорожного движения: «VISSIM», «AIMSUN», «PT VISION», «PARAMICS» и др. В методических рекомендациях⁵ программный комплекс «AIMSUN», вместе с другими, рекомендуется для применения.

На рисунке 1 показана схема КПСРПЦО с техническими средствами организации дорожного движения.

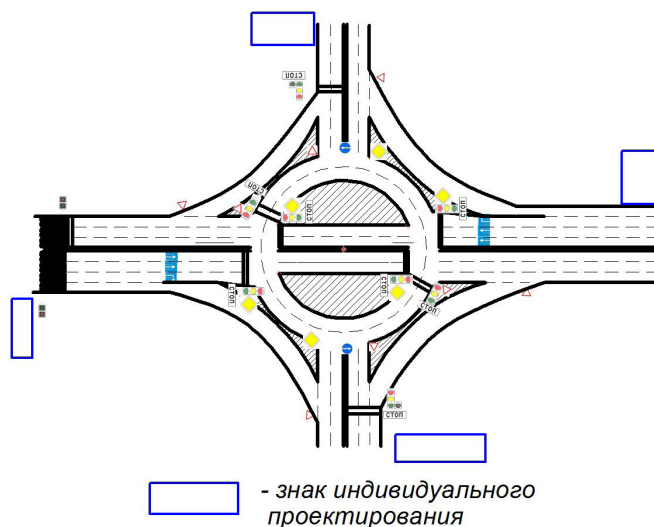


Рисунок 1. Схема КПСРПЦО

Источник: разработано Сильченковым Д. Д. в программном комплексе «КОМПАС»

При движении по кольцевой части КПСРПЦО в местах пересечения ее с основным направлением установлены светофорные объекты. Поэтому движение по кольцевой части в зависимости от транспортных условий возможно без остановки или с одной, или с двумя остановками. При наиболее неблагоприятных условиях (транспортный затор) будет две остановки. Движение по кольцевой части можно рассматривать как два последовательных движения по полукольцу транспортной развязки. При этом в зависимости от интенсивности транспортных потоков по главным и второстепенным направлениям транспортная ситуация на по-

лукольцах КПСРПЦО может различаться. Исходя из описанного, было принято решение исследовать пропускную способность полосы движения полукольца КПСРПЦО.

Поэтому целью работы является повышение эффективности КПСРПЦО за счет определения теоретической пропускной способности полосы движения полукольца транспортной развязки.

Исследование

Для достижения поставленной цели в программном комплексе «Aimsun» были созданы модели КПСРПЦО с диаметром островка 40, 50, 60, 70 м (на

⁴ Руководство по проектированию городских улиц и дорог / Центр. н.-иссл. и проектный ин-т по градостроительству Госгражданстроя. — М: Стройиздат, 1980. — 222 с. / [A guide to designing city streets and roads]. (1980). *Centr. n.-issl. i proektnyj in-t po gradostroitel'stvu Gosgrazhdanstroya* [Central Research and Design Institute for Urban Planning of the State Citizens]. Moscow: Strojizdat Publ., 222 p. (In Russ.).

⁵ Методические рекомендации по разработке и реализации мероприятий по организации дорожного движения. Повышение эффективности использования кольцевых развязок [Электронный ресурс]. — Режим доступа <http://base.garant.ru/71802764/> (дата обращения: 13.01.2020). / [Guidelines for the development and implementation of measures to organize traffic. Improving the efficiency of use of roundabouts]. (2016). Available at: <http://base.garant.ru/71802764/> (accessed 13.01.2020). (In Russ.).

рис. 2 показана одна модель КПСРПЦО).

Были приняты следующие допущения:

- КПСРПЦО симметрично;
- транспортный поток состоит из легковых автомобилей;
- габариты легковых автомобилей – изначально заданные в «Aimsun»;
- ширина полосы движения составляет 3,75 м;
- продольные уклоны составляют 0 %;

– согласно рекомендациям по организации дорожного движения на КПСРПЦО^{5, 6} применялся двухфазный светофорный цикл. В первую фазу происходит движение основного направления через центральный островок, во вторую – движение по кольцу и второстепенному направлению;

– транспортные средства совершают $\frac{3}{4}$ движения по кольцу (попадают в модель из центроида 1, покидают модель из центроида 2, см. рис. 2).

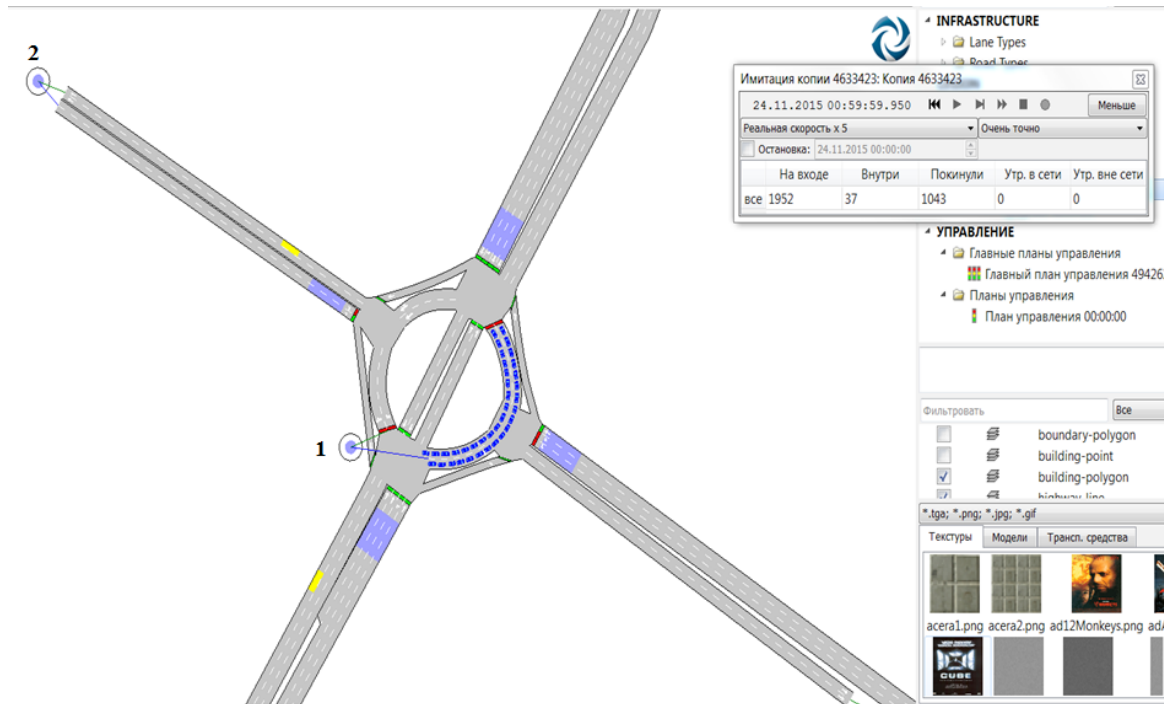


Рисунок 2. Модель дорожного движения для определения пропускной способности полосы кольца КПСРПЦО

Источник: разработано Сильченковым Д. Д. в программном комплексе «AIMSUN»

Таблица 1. Экспериментальные данные пропускной способности кольца КПСРПЦО при различных X_4 и X_5

X_4 , диаметр островка, м	ПСПК, пр. ед./час				
	$X_5 = 30/96$	$X_5 = 40/96$	$X_5 = 45/96$	$X_5 = 50/96$	$X_5 = 60/96$
40	896	773	692	634	504
50	889	770	699	631	503
55	901	760	708	637	518
60	907	777	709	645	522
70	897	776	702	638	510
Среднее значение	898	771	702	637	511

Согласно методике проведения исследования, для различных диаметров центрального островка

(X_4) и эффективных длительностей цикла регулирования для основного направления (X_5) за-

⁶ Указания по разметке автомобильных дорог (ВСН 23-75). – М.: ФГУП ЦПП, 2004 – 127 с. / Ukazaniya po razmetke avtomobil'nykh dorog [Instructions for road marking (VSN 23–75)]. (2004). Moscow: FGUP TsPP, 127 p. (In Russ.).

давалось избыточное количество транспортных средств (3000 ед./час), которые двигались по $\frac{3}{4}$ кольца КПСРПЦО. Количество транспортных средств, покинувших модель, подсчитывалось программным комплексом «AIMSUN» (см. рис. 2). Данное количество транспортных средств делилось на 2, так как в моделях дорожного движения на кольце расположено 2 полосы движения. Для каждой пары X_4 и X_5 проводилось 10 моделирований. Затем вычислялось среднее значение, которое заносилось в таблицу с экспериментальными

данными (см. табл. 1). Полученное значение является пропускной способностью полосы движения полукольца КПСРПЦО (далее – ПСПК).

Как видно из экспериментальных данных, увеличение диаметра КПСРПЦО не приводит к увеличению пропускной способности полосы движения на кольцевой части транспортной развязки.

Средние значения ПСПК заносились в программный комплекс «STATISTICA STUDENT EDITION» для определения уравнения регрессии (см. рис. 3).

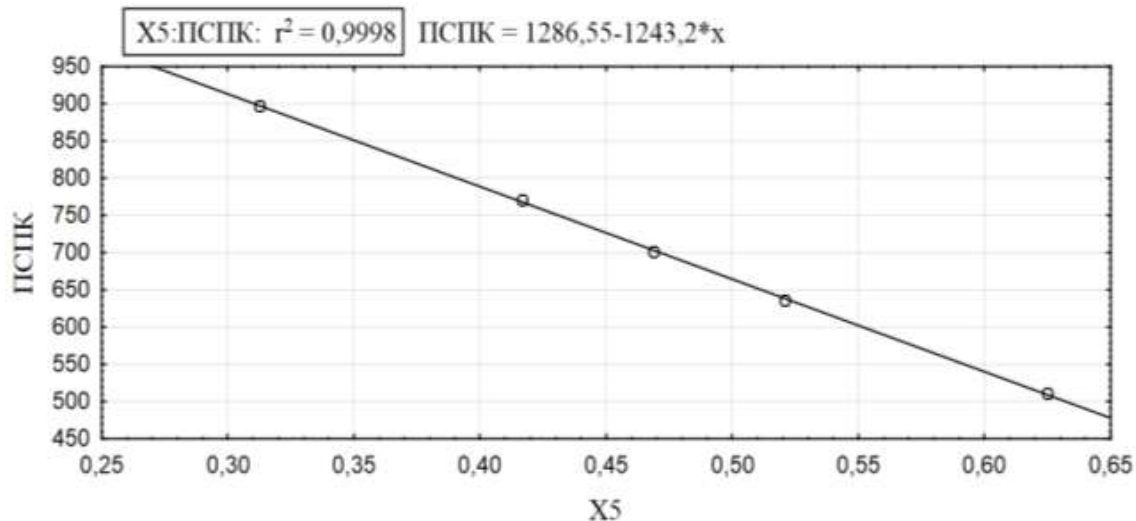


Рисунок 3. Зависимость ПСПК от эффективной длительности цикла регулирования для основного направления

Источник: разработано Сильченковым Д. Д. на основе экспериментальных данных в программном комплексе «STATISTICA STUDENT EDITION»

Была определена зависимость теоретической пропускной способности полосы движения полукольца (ПСПК) КПСРПЦО от эффективной длительности цикла регулирования для основного направления.

$$\text{ПСПК} = 1286,55 - 1243,2 \times X_5, \quad (1)$$

где

X_5 – эффективная длительность цикла регулирования для основного направления.

Далее было произведено сравнение ПСПК

с пропускной способностью полосы движения на регулируемом пересечении, согласно методике, описанной в п.п. 8.8, 8.35¹. Проведено сравнение пропускной способности полосы движения на регулируемом пересечении с ПСПК, а не с пропускной способностью кольца, так как на кольцевой части расположено два светофорных объекта. В нашем исследовании транспорт накапливается на полукольце как на группе полос движения перед регулируемым пересечением. Сравнение расчетных и экспериментальных данных приведено в табл. 2.

Таблица 2. Сравнительная таблица расчетных и экспериментальных данных

	X_5				
	30/96	40/96	45/96	50/96	60/96
	эффективная длительность регулирования по кольцу и второстепенной дороге				
Расчетная пропускная способность	1037	864	778	691	519
ПСПК	898	771	702	637	511
Относительная разница, %	-13	-11	-10	-8	-1

Заключение

В ходе работы был предложен и экспериментально определен показатель – пропускная способность полосы движения полукольца КПСРПЦО (ПСРП), который может быть использован для описания степени загрузки кольцевой части КПСРПЦО. Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает хорошую сходимость данных. Для определения ПСРП можно использовать по-

лученное в данной работе уравнение или следовать рекомендациям¹. Дальнейшие исследования предполагают разработку методики расчета параметров КПСРПЦО.

Данное исследование будет полезно для создания рекомендаций по применению и использованию схемы дорожного КПСРПЦО, актуализации методических рекомендаций по кольцевым пересечениям и расчету пропускной способности улиц и дорог.

Литература

1. Васильев А. П., Фримштейн М. И. Управление движением на автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1979. – 296 с.
2. Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.
3. Красников А. Н. Закономерности движения на многополосных автомобильных дорогах. – М.: Транспорт, 1988. – 111 с.
4. Лобанов Е. М., Сильянов В. В., Ситников Ю. М., Сапегин Л. М. Пропускная способность автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1970. – 151 с.
5. Пальчик А., Додух К. Практическая пропускная способность полосы движения автомобильной дороги // MODERN MANAGEMENT REVIEW. – 2015. – № XX, 22 (1/2015), pp. 155–171.
6. Савин Ю. А. Определение пропускной способности городских пересечений кольцевого типа и предложения по их модернизации / Ю. А. Савин // Вестник МАДИ. – 2014. – №3 (38). – С. 103–106.
7. Сильянов В. В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог. – М.: Транспорт, 1984. – 287 с.
8. Рассоха В. И., Никитин Н. А. Преобразование обычного кольцевого пересечения автомобильной дороги в турбокольцевое: сравнение пропускной способности // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2020. – № 6. – С. 153–162.
9. Brilon W, Vendhey M. Roundabouts – The State of the Art in Germany // ITE Journal. – November 1998, № 68 (11). pp. 48–54.
10. Brilon W. Roundabouts: A State of the Art in Germany. National Roundabout Conference, Vail, Colorado; May 22–25, 2005. – 15 p.
11. Capacity and Level of Service at Finnish Unsignalized Intersections // Finnra Reports. 2004. – 214 p.
12. Ibanez, G. Synchronous Roundabouts with Rotating Priority Sectors (SYROPS): High Capacity and Safety for Conventional and Autonomous Vehicles / G. Ibanez, T. Meuser, M. A. Lopez-Carmona, D. Lopez-Pajares // Electronics. – 2020. – № 9 (1726). – 22 p.
13. Fortuijn L. G. H. Turbo Roundabouts: Estimation of Capacity // Transportation Research Record. 2009. № 1 (2130). pp. 83–92.
14. Hagring O. A further generalization of Tanner's formula // Transportation Research Part B-methodological. 1998. № 6 (32). pp. 423–429.
15. McDonald M., Armitage D. J., The Capacity of Roundabouts // Traffic Engineering Control. – 1978, Vol. 19, no 10, pp. 447–450.
16. Tollazzi T., Renčelj M. Modern and Alternative Types of Roundabouts – State of the Art // Proceedings from the 9th International Conference «Environmental Engineering», Vilnius, Lithuania. – 2014. – 7 p.

References

1. Vasil'yev, A. P., Frimshteyn, M. I. (1979) *Upravleniye dvizheniyem na avtomobil'nykh dorogakh* [Traffic control on highways]. Moscow: Transport Publ., – 296 p. (In Russ.).
2. Dryu, D. (1972) *Teoriya transportnykh potokov i upravleniye imi* [The theory of traffic flows and their management]. Moscow: Transport Publ., 424 p. (In Russ.).
3. Krasnikov, A. N. (1988) *Zakonomernosti dvizheniya na mnogopolosnykh avtomobil'nykh dorogakh* [Patterns of traffic on multi-lane highways]. Moscow: Transport Publ., 111 p. (In Russ.).
4. Lobanov, E. M., Silyanov, V. V., Sitnikov, Yu. M., Sapegin, L. M. (1970) *Propusknaya sposobnost' avtomobil'nykh dorog* [The capacity of highways]. Moscow: Transport Publ., 151 p. (In Russ.).
5. Palchik, A. Dodukh, K. (2015) [Practical capacity of the road traffic lane]. *MODERN MANAGEMENT REVIEW*. Vol. XX, 22 (1/2015), pp. 155–171.
6. Savin, Yu. Ya. (2014) [Determination of the throughput capacity of the urban type of circular intersections and proposals for their modernization]. *Vestnik MADi*. [MADI Bulletin]. Vol. 3 (38), pp. 103–106. (In Russ.).

7. Silyanov, V. V. (1984). *Transportno-ekspluatatsionnyye kachestva avtomobil'nykh dorog* [Transport and operational qualities of highways]. Moscow: Transport Publ., 287 p. (In Russ.).
8. Rassokha, V. I., Nikitin, N. A. (2020) [Converting a regular highway ring to a turbo ring: a comparison of capacity]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii* [Intelligence. Innovations. Investments]. Vol. 6, pp. 153–162. (In Russ.).
9. Brilon, W, Vendhey, M. (1998) Roundabouts – The State of the Art in Germany. *ITE Journal*. Vol. 68 (11), pp. 48–54. (In Engl.).
10. Brilon, W. (2005) Roundabouts: A State of the Art in Germany. National Roundabout Conference, Vail, Colorado; May 22–25, 2005, 15 p.
11. Capacity and Level of Service at Finnish Unsignalized Intersections. (2004) *Finnra Reports*. 214 p.
12. Ibanez, G., Meuser, T., Lopez-Carmona M. A., Lopez-Pajares D. (2020) Synchronous Roundabouts with Rotating Priority Sectors (SYROPS): High Capacity and Safety for Conventional and Autonomous Vehicles. *Electronics*. Vol. 9 (1726), 22 p.
13. Fortuijn, L. G. H. (2009) Turbo Roundabouts: Estimation of Capacity. *Transportation Research Record*. Vol. 1 (2130), pp. 83–92. (In Engl.).
14. Hagring, O. (1998) A further generalization of Tanner's formula. *Transportation Research Part B-methodological*. Vol. 6 (32), pp. 423–429. (In Engl.).
15. McDonald, M., Armitage, D. J. (1978) The Capacity of Roundabouts. *Traffic Engineering Control*. Vol. 19, no 10, pp. 447–450. (In Engl.).
16. Tollazzi, T., Renčelj, M. (2014) Modern and Alternative Types of Roundabouts – State of the Art. Proceedings from the 9th International Conference «Environmental Engineering», Vilnius, Lithuania. – 7 p.

Информация об авторах:

Сергей Валерьевич Ганзин, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобильного транспорта, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

Scopus Author ID: 57207106099

e-mail: ganzin_fat@mail.ru

Дмитрий Дмитриевич Сильченков, старший преподаватель кафедры автомобильного транспорта, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

Scopus Author ID: 57212171278

e-mail: xdimanx.vstu@mail.ru

Юлия Александровна Сильченкова, магистрант, направление подготовки 23.04.01 Технология транспортных процессов, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

e-mail: xdimanx.vstu@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 23.12.2020; принята в печать: 13.04.2021.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Information about the authors:

Sergey Valerievich Ganzin, PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of automobile transport, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Scopus Author ID: 57207106099

e-mail: ganzin_fat@mail.ru

Dmitry Dmitrievich Silchenkov, Senior Lecturer, Department of automobile transport, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

Scopus Author ID: 57212171278

e-mail: xdimanx.vstu@mail.ru

Yulia Aleksandrovna Silchenkova, post-graduate student, training program 23.04.01 Technology of transport processes, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

e-mail: xdimanx.vstu@mail.ru

The paper was submitted: 23.12.2020.

Accepted for publication: 13.04.2021.

The authors have read and approved the final manuscript.