

УДК: 625.739.3  
DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.6  
EDN: GBOEJG



## Скорость движения автомобилей при съезде с магистральных городских дорог скоростного движения

А.В. Косцов<sup>1</sup>, А.М. Танатова<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет,  
г. Москва, Российская Федерация

**Аннотация.** Ввиду высокой стоимости земельных участков в крупнейших городах Российской Федерации, изъятие городских территорий для строительства магистральных городских дорог скоростного движения не всегда целесообразно с экономической точки зрения, что приводит к необходимости поиска обоснованных решений, в том числе по индивидуальному назначению геометрических параметров переходно-скоростных полос разгона и торможения в зависимости от условий строительства с учётом градостроительных ограничений, для чего требуется проведение ряда исследований. Целью исследования является повышение качества проектирования переходно-скоростных полос торможения на магистральных городских дорогах скоростного движения в крупнейших городах Российской Федерации. Задачами исследования являются измерение скорости перестроения автомобилей, выезжающих с магистральных городских дорог скоростного движения на переходно-скоростную полосу в момент пересечения ими линии разметки, в зависимости от длины переходно-скоростной полосы и уровня удобства движения, а также выявление закономерностей влияния длины переходно-скоростной полосы и уровня удобства движения на скорость перестроения. Экспериментальные исследования были проведены с помощью радиолокационного измерителя скорости на участках разделения транспортных потоков на улично-дорожной сети города Москвы. Результаты проведенных исследований показывают, что со снижением уровня удобства движения, снижется скорость перестроения на переходно-скоростную полосу. С увеличением длины переходно-скоростной полосы, увеличивается скорость движения автомобилей при перестроении с правой полосы магистральных городских дорог скоростного движения на переходно-скоростную полосу. Также авторами предложена схема организации движения, позволяющая снизить площадь застраиваемой территории при строительстве переходно-скоростных полос торможения. Исследуемые величины могут быть использованы для обоснования снижения длины переходно-скоростных полос при градостроительных ограничениях, не позволяющих придерживаться нормативных значений.

**Ключевые слова:** скорость движения автомобилей, участки разделения транспортных потоков, переходно-скоростная полоса, магистральные городские дороги скоростного движения, съезды транспортных развязок

**Для цитирования:** Косцов А.В., Танатова А.М. Скорость движения автомобилей при съезде с магистральных городских дорог скоростного движения // Известия КГАСУ, 2024, № 3(69), с. 58-67, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.6, EDN: GBOEJG

# The speed of cars at the exit from the urban high-speed roads

A.V. Kostsov<sup>1</sup>, A.M. Tanatova<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Moscow Automobile and Road Construction State Technical University,  
Moscow, Russian Federation

**Abstract.** Due to the high cost of land plots in the largest cities of the Russian Federation, the withdrawal of urban territories for the construction of high-speed main urban roads is not always economically feasible. It leads to the need to find reasonable solutions, including for the individual purpose of geometric parameters of transitional high-speed acceleration and braking lanes, depending on the construction conditions, taking into account urban planning limitations, which requires a number of studies. The aim of the study is to improve the design quality of transitional high-speed braking lanes on main urban high-speed roads in the largest cities of the Russian Federation. The objectives of the study are to measure the speed of the cars changing lanes which leave the main urban high-speed roads to the transitional high-speed lane at the moment they cross the marking line, depending on the length of the transitional high-speed lanes and movement comfort level, and also identifying patterns of influence of the length of the transition-speed lane and the level of ease of movement on the speed of lane change. Experimental studies were conducted using a radar speed meter on sections of traffic flow separation on the Moscow road network. The results of the studies show that with a decrease in the level of traffic convenience, the speed of lane change to the transition-speed lane will decrease. With an increase in the length of the transition-speed lane, the speed of cars increases when changing from the right lane of the main city roads of high-speed traffic to the transition-speed lane. The authors also proposed a traffic organization scheme that allows reducing the area of the built-up territory during the construction of transition-speed deceleration lanes. The studied values can be used to justify a decrease in the length of transition-speed lanes in case of urban planning restrictions that do not allow adhering to standard values.

**Keywords:** vehicles speed, sections of traffic flows separation, speed change lane, urban high-speed roads, exits of transport interchanges.

**For citation:** Kostov A.V., Tanatova A.M. The speed of cars at the exit from the urban high-speed roads // News of KSUAE, 2024, № 3(69), p. 58-67, DOI: 10.48612/NewsKSUAE/69.6, EDN: GBOEJG

## 1. Введение

Процесс урбанизации привел к росту городского населения во всем мире и появлению негативных последствий, начиная от экологических изменений [1,2], повышенной плотности населения, стесненной застройки, заканчивая чрезмерной нагрузкой на транспортную инфраструктуру, в особенности на улично-дорожную сеть, приводящей к ухудшению удобства перемещения, образованию заторов [3], повышению аварийности [4,5].

Высокий уровень автомобилизации требует рационального подхода к развитию улично-дорожной сети, выявлению участков, снижающих пропускную способность магистральных городских дорог скоростного движения (МГДСД), поскольку в крупнейших городах с характерными плотными транспортными потоками одним из наиболее важных критериев проектирования автомобильных дорог является пропускная способность [6].

Участки слияния и разделения транспортных потоков в составе пересечений в разных уровнях представляют собой места с наименьшей пропускной способностью [7-9] и наибольшей аварийностью [10-12].

Для повышения пропускной способности пересечений автомобильных дорог в разных уровнях и создания благоприятных условий для безопасного вливания

второстепенного потока в основное направление магистральных городских дорог скоростного движения, используют переходно-скоростные полосы (ПСП) [13-15].

При изучении закономерностей движения на участках взаимодействия транспортных потоков, были выполнены исследования, посвящённые граничным интервалам времени при слиянии транспортных потоков [16-18], ускорениям автомобилей в пределах ПСП торможения [19], времени ожидания автомобилей при выполнении маневра слияния на ПСП [20], произведена теоретическая оценка скорости транспортных потоков в зоне их слияния [21], однако исследований скорости движения транспортных средств в зонах ПСП на МГДСД не проводилось.

В условиях крупнейших городов с характерными плотными транспортными потоками, выбор планировочных решений при проектировании улично-дорожной сети должен быть обоснованным. Важно находить оптимальное решение при проектировании МГДСД, в том числе участков ПСП, с учетом необходимых по нормативным документам геометрических параметров дорог и градостроительными ограничениями, таких как: перекладка инженерных коммуникаций, снос строений, изъятие территории, переселение жителей и др., не всегда позволяющих придерживаться норм.

Изучение скорости движения автомобилей, выезжающих с МГДСД на ПСП позволит установить степень зависимости скорости движения автомобилей от длины ПСП и уровня удобства движения, что в будущем поможет в принятии решений при проектировании участков разделения транспортных потоков.

Целью исследования является повышение качества проектирования переходно-скоростных полос торможения на магистральных городских дорогах скоростного движения в крупнейших городах Российской Федерации.

Задачами исследования является:

- измерение скорости перестроения автомобилей, выезжающих с магистральных городских дорог скоростного движения на переходно-скоростную полосу в момент пересечения ими линии разметки, в зависимости от длины переходно-скоростной полосы и уровня удобства движения;
- выявление закономерностей влияния длины ПСП и уровня удобства движения на скорость перестроения.

## 2.Материалы и методы

Длина ПСП в городских условиях движения назначается в соответствии с нормативными документами<sup>1</sup>, однако, допускается обоснование длины переходно-скоростных полос по расчёту<sup>2</sup>, с учетом обеспечения пропускной способности и безопасности движения.

При разделении транспортных потоков используют ПСП торможения (рис. 1).

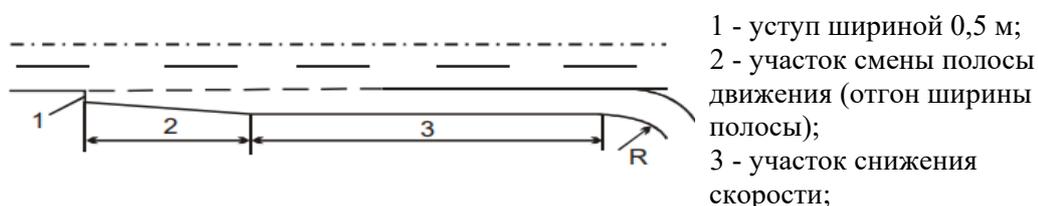


Рис. 1. Основные элементы переходно-скоростной полосы торможения (заимствован из ОДМ 218.4.005-2010 “Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах”, С. 79)

Fig.1. The main elements of the transitional high-speed braking lane (borrowed from ODM 218.4.005-2010 “Recommendations for traffic safety on highways”, p. 79)

<sup>1</sup> Свод правил СП 396.1325800.2018 "Улицы и дороги населенных пунктов. Правила градостроительного проектирования"(утв. приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 1 августа 2018 г. N 474/пр)

<sup>2</sup> ОДМ 218.4.005-2010 “Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах” /, М., ФГУП “Информавтодор”, 2011.

Длина ПСП торможения определяется по формуле:

$$L_{\text{тор}} = L_{\text{отг}} + L_{\text{изм}}, \quad (1)$$

где  $L_{\text{отг}}$  – длина отгона ширины переходно-скоростной полосы, назначается в соответствии с требованиями действующих норм;

$L_{\text{изм}}$  – длина участка изменения скорости, которая определяется по формуле:

$$L_{\text{изм.}} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{26a}, \quad (2)$$

где  $V_1$  – скорость движения основного потока, км/ч, скорость 85% обеспеченности, (может приниматься равной 0,7 от расчетной скорости дорог I, II категорий; 0,6 – для дорог других категорий);

$V_2$  – расчетная скорость движения на съезде, км/ч;

$a$  – расчетное линейное ускорение,  $\text{м/с}^2$ , принимаемое в зависимости от величины продольного уклона на переходно-скоростной полосе.

Из формулы 2 видно, что допускается снижение  $V_1$ , но не описано, при каких условиях это приемлемо делать.

Виду того, что по крайним правым полосам автомагистралей, с которых съезжают автомобили на ПСП, зачастую движутся грузовые автомобили, поливомоечные машины, тихоходные средства, автобусы, эвакуаторы, автомобили на буксире, для которых по правилам дорожного движения<sup>3</sup> скорость движения ограничена и является меньше разрешенной для легковых автомобилей на этом участке дороги, скорость движения на них меньше, чем на основных полосах движения автомагистралей.

Одним из важнейших и информативных показателей эффективности работы автомобильной дороги в условиях движения транспортного потока является уровень удобства движения [22], который закладывается на этапе проектирования автомобильной дороги. Автором в данном исследовании замерена скорость движения автомобилей, выезжающих с МГДСД на ПСП, для 3 уровней удобства движения «А», «В» и «С», поскольку при уровне удобства D-F скорости движения снижаются, образуются заторы. Изучать эти уровни движения для дальнейшей возможности расчёта ПСП не является целесообразным.

### 3. Результаты и обсуждение

Экспериментальные исследования были проведены на участках улично-дорожной сети города Москвы с разрешенной скоростью движения 100 км./час. Автором исследовались только однополосные ПСП торможения. Измерение скорости движения автомобилей производилось с помощью радиолокационного измерителя скорости движения транспортных средств "РАДИС".

Измерялась скорость движения автомобилей, выезжающих с МГДСД на ПСП в момент пересечения ими линии разметки (рис. 2). Перед замерами скорости движения производился подсчет количества автомобилей, движущихся по правой полосе автомагистрали в течении 5 минут, для определения уровня удобства движения.

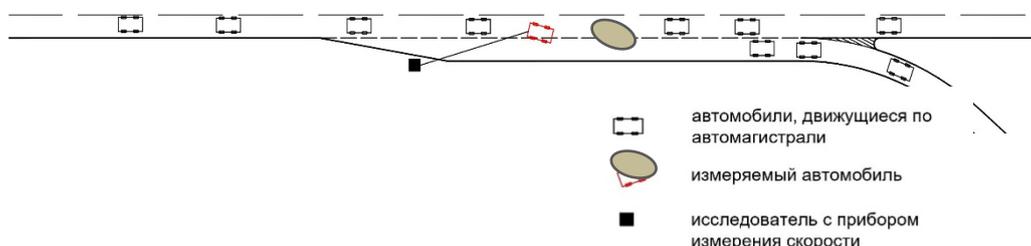


Рис. 2. Схема проведения замеров (иллюстрация авторов)  
Fig.2. The scheme of measurements (illustration by the authors)

При обработке результатов измерений, автор объединил данные по грузовым и легковым автомобилям (более 1700 значений), тем самым показав реальные условия

<sup>3</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 23 октября 1993 г. №1090 «О правилах дорожного движения».

движения. Скорость движения грузовых автомобилей в среднем была ниже легковых, что повлияло на то, что средняя скорость движения автомобилей ниже, чем скорость 85% обеспеченности.

В ходе замеров учитывались реальные условия движения плотных транспортных потоков, а не только одиночного автомобиля. Например, когда образовывалась очередь на съезд малого радиуса, замерялась скорость всех автомобилей, а не только первого, который въехал с большой скоростью и создал условия для более медленного въезда следующих за ним автомобилей. В такой ситуации замерялась скорость всех машин, участвующих в перестроении.

Замеры производились в трёх диапазонах длин ПСП торможения:

- до 100 метров;
- от 100 до 200 метров;
- более 200 метров.

Результаты измерений были сформированы в итоговую таблицу (табл. 1).

Таблица 1

Сводная таблица данных, полученных в результате исследования (фрагмент)

№	V, км/ч	Легковое авто	Грузовое авто	Длина ПСП, м	Уровень удобства	Место исследования	дата и время
1	61	+		210	С	Съезд с внешней стороны МКАД на Путиловское шоссе	24.09.2023 18.05
2	88	+					
3	45	+					
4	29		+				
5	28		+				
6	34	+					
7	47	+					
8	42	+					
...							
101	57		+	155	В	Съезд с внешней стороны 79 км МКАД на М-11	19.09.2023 14.55
102	59	+					
103	73	+					
104	48	+					
105	67	+					
106	62		+				
107	63		+				

По результатам обработки проведенных исследований построены кумулятивные кривые скорости движения автомобилей, выезжающих на ПСП, в зависимости от длины ПСП и уровня удобства движения по дороге (рис. 3), по данным которых составлена табл. 2.

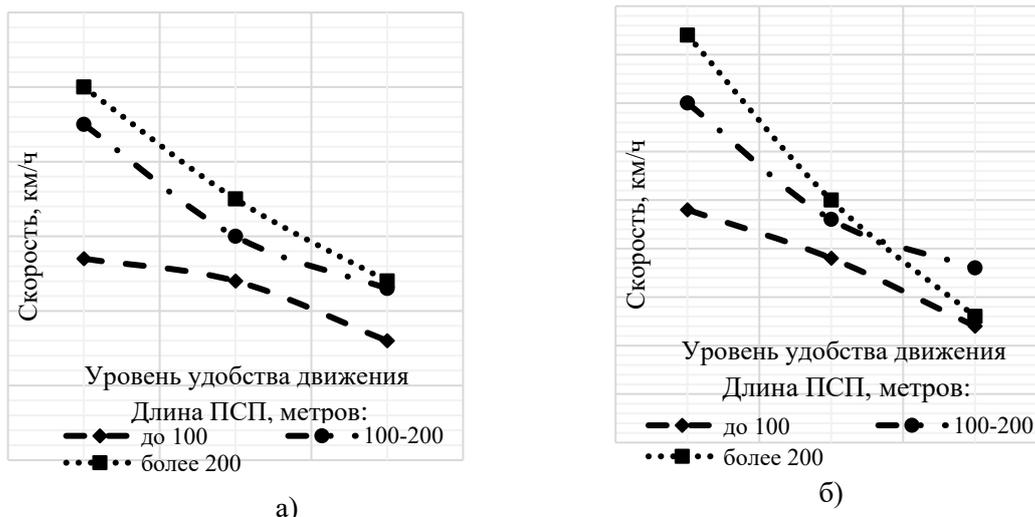


Рис. 3. зависимость скорости движения автомобилей, выезжающих с МГДСД на ПСП, от длины ПСП и удобства движения по дороге: а) средней скорости; б) скорости 85% обеспеченности (иллюстрация авторов)

Fig. 3. the dependence of the speed of cars traveling from the urban highway to the transitional high-speed lane on the length of the transitional high-speed lane and the convenience of driving on the road: а) average speed; б) design speed (illustration by the authors)

Таблица 2

Средняя скорость движения и скорость 85% обеспеченности в зависимости от длины ПСП и уровня удобства движения

Уровень удобства движения	Длина ПСП, метров					
	До 100		100-200		Более 200	
	Скорость 85 % обеспеч., км/ч.	Средняя скорость, км/ч.	Скорость 85 % обеспеч., км/ч.	Средняя скорость, км/ч.	Скорость 85 % обеспеч., км/ч.	Средняя скорость, км/ч.
А	84	67	95	85	102	90
В	79	64	83	70	85	75
С	72	56	78	63	73	64

Из табл. 2 следует, что, с увеличением длины ПСП, увеличивается разница между скоростью 85% обеспеченности и средней скоростью. При длине ПСП до 100 метров скорость 85% обеспеченности выше средней скорости на 23-28%, при длине ПСП от 100 до 200 метров на 11-23%, при длине ПСП более 200 метров на 13 %.

Из рис. 3 следует, что, со снижением уровня удобства, снижется скорость перестроения, а также, что, с увеличением длины ПСП, увеличивается скорость движения при перестроении с правой полосы МГДСД на ПСП, за исключением ПСП длиной более 200 метров и уровнем удобства движения «С», где средняя скорость оказалось выше, чем на ПСП длиной от 100 до 200 метров, а скорость 85 % обеспеченности оказалась ниже. При уровне удобства движения «А» скорость перестроения на ПСП длиной до 100 метров ниже, чем при ПСП длиной от 100 до 200 метров (скорость 85% обеспеченности на 13 %, средняя скорость на 27%), и ПСП длиной более 200 метров (скорость 85% обеспеченности на 21%, средняя скорость на 34%).

В ходе замеров скорости на участках разделений транспортных потоков были зафиксированы следующие закономерности:

1) при большой интенсивности автомобилей, выезжающих на съезд, вне зависимости от уровня удобства движения по МГДСД, образуется очередь и снижается скорость выезда на ПСП, особенно, если радиус закругления съезда маленький. Таким образом, при большой интенсивности движения на съезде на малых радиусах, во избежание загрузки основных полос движения, необходимо предусматривать более

длинную ПСП или проектировать двухполосную ПСП, что не всегда возможно реализовать ввиду градостроительных ограничений;

2) при уровнях удобства движения «В» и «С», большинство машин (примерно 70%), даже при большой длине ПСП стремятся съехать в начале ПСП, остальные 30% в самом конце ПСП;

3) при уровне удобства движения «А» и длине ПСП более 200 метров, подавляющее большинство машин въезжает на ПСП в том месте, где заканчивается ширина отгона и начинается полная ширина полосы движения;

4) скорость движения при выезде на ПСП зависит от той дорожной ситуации, в которой оказываются машины на съезде или после него: малые радиусы съезда, наличие других съездов, в которые вливаются машины.

Указанные выше закономерности не являются частью данного исследования и указаны в качестве предпосылок для других исследований.

Авторами предложена схема организации движения, при которой участок изменения скорости движения автомобилей (при радиусе съезда более 600 метров, обеспечивающей расчётную скорость движения на съезде 100 км/ч.) переносится на съезд транспортной развязки (рис. 4). На рисунке 220 метров – из расчёта участка маневрирования по формуле  $S=V*t$ , где  $V$ -скорость из табл. 2 для уровня удобства движения С, а  $t$  – время перестроения =3 секунды.

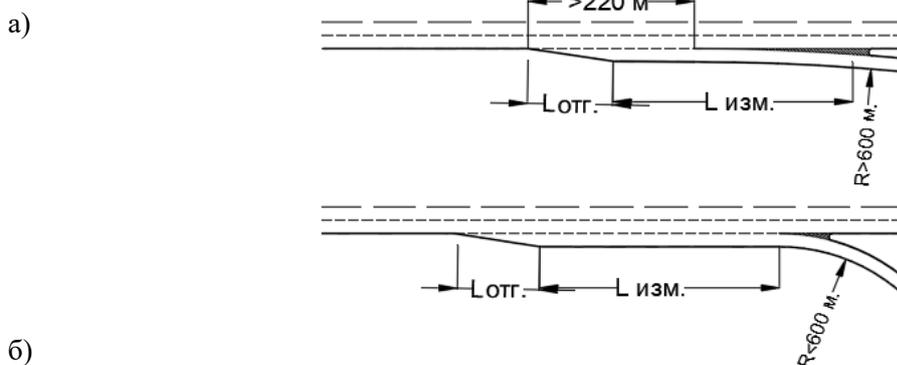


Рис. 4. Варианты планировочного решения участков разделения транспортных потоков: а) при радиусе съезда более 600 метров, б) при радиусе съезда менее 600 метров (иллюстрация авторов)

Fig. 4. Options for the planning solution of traffic flow separation sections: a) with an exit radius of more than 600 meters, b) with an exit radius of less than 600 meters (illustration by the authors)

#### 4. Заключение

Измерена скорость перестроения автомобилей, выезжающих с МГДСД на ПСП, в зависимости от длины переходно-скоростной полосы и уровня удобства движения.

Результаты проведенных исследований показывают следующие закономерности:

1) С увеличением длины ПСП, увеличивается разница между скоростью 85% обеспеченности и средней скоростью движения автомобилей.

2) Со снижением уровня удобства движения, снижется скорость перестроения. С увеличением длины ПСП, увеличивается скорость движения автомобилей при перестроении с правой полосы МГДСД на ПСП, за исключением ПСП длиной более 200 метров и уровнем удобства движения «С», где средняя скорость оказалась выше, чем на ПСП длиной от 100 до 200 метров, а скорость 85 % обеспеченности оказалась ниже.

3) При уровне удобства движения «А» скорость перестроения на ПСП длиной до 100 метров ниже, чем при ПСП длиной от 100 до 200 метров (скорость 85% обеспеченности на 13 %, средняя скорость на 27%), и ПСП длиной более 200 метров (скорость 85% обеспеченности на 21%, средняя скорость на 34%).

Предложена схема организации движения, позволяющая снизить площадь застраиваемой территории при строительстве ПСП торможения.

**Список литературы /References**

1. Бахирев И. А. Проектирование магистралей в Москве// Архитектура и строительство Москвы. 2008. Т. 539, № 3. С. 12-16 [Bakhirev I. A. Designing highways in Moscow // Architecture and construction of Moscow. 2008. Vol. 539, No. 3. P. 12-16].
2. Танеева А. В., Синкевич А. В., Новиков В. Ф. Автомобильный транспорт и окружающая среда. М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное агентство по образованию, Гос. образовательное учреждение высш. проф. образования "Казанский гос. энергетический ун-т". – Казань : Изд-во КГЭУ, 2009. 95 с. [Taneeva A.V., Sinkevich A.V., Novikov V. F. Road transport and the environment. Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Federal Agency for Education, State Educational Institution of Higher Education. education "Kazan State Power Engineering University". – Kazan : KSPEU Publishing House, 2009. 95 p.]
3. Бахирев И.А., Васильев О., Овчинников С.В., Чернышов А.А. Исследование перегруженности улично-дорожной сети Москвы с анализом причин и влияния отложенного спроса //Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2020. Т. 10. № 4. С. 634–643. DOI: 10.21285/2227-2917-2020-4-634-643. [Bakhirev I.A., Vasiliev O., Ovchinnikov S.V., Chernyshov A.A. A study of the congestion of the Moscow street-and-road network with an analysis of the causes and effects of deferred demand. //News of universities. Investment. Construction. Realty. 2020. Vol. 10. No. 4. P. 634-643. DOI: 10.21285/2227-2917-2020-4-634-643].
4. Вербейников С. Э. Обеспечение безопасности дорожного движения в транспортной системе города. Организация и безопасность дорожного движения: Материалы X международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения д. т. н., профессора Л. Г. Резника: в 2 томах, Тюмень, 16 марта 2017 года. Том 1. /Тюменский индустриальный университет, 2017. С. 29-32. [Verbeynikov S. E. Ensuring road safety in the city's transport system. Organization and safety of road traffic: Materials of the X International scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the birth of Doctor of Technical Sciences, Professor L. G. Reznik: in 2 volumes, Tyumen, March 16, 2017. Volume 1. / Tyumen Industrial University, 2017. P. 29-32].
5. Николаева Р. В. Безопасность дорожного движения, как фактор социально-экономического развития страны // Техника и технология транспорта. 2019. № S(13). С. 63. [Nikolaeva R. V. Road safety as a factor in the socio-economic development of the country // Transport engineering and technology. 2019. No. S (13). P. 63.]
6. Лобанов Е. М., Бахирев И. А., Сигаева Т. В., Кракович С. С. Развитие планировочной и функциональной структуры улично-дорожной сети в Москве// Архитектура и строительство Москвы. 2008. Т. 540, № 5. С.8-14 [Lobanov E. M., Bakhirev I. A., Sigaeva T. V., Krakovich S. S. The development of the planning and functional structure of the street and road network in Moscow// Architecture and construction of Moscow. 2008. Vol. 540, No. 5. P. 8-14].
7. Hounsell N. B. et al. An investigation of flow breakdown and merge capacity on motorways //TRL Contractor Report. 1992. №. CR 338.
8. Barria J. A., Thajchayapong S. Detection and classification of traffic anomalies using microscopic traffic variables //IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 12, no. 3, P. 695–704, 2011. DOI: 10.1109/TITS.2011.2157689
9. Levin M. W., Boyles S. D. A multiclass cell transmission model for shared human and autonomous vehicle roads //Transportation Research Part C: Emerging Technologies, vol. 62, P. 103–116, 2016. DOI:10.1016/j.trc.2015.10.005
10. Evans, Jodie L.; Elefteriadou, Lily; Gautam, Natarajan. Probability of breakdown at freeway merges using Markov chains// Transportation Research Part B: Methodological, Vol. 35, No. 3, 2001, P. 237-254. DOI:10.1016/S0191-2615(99)00049-1;

11. Lu J., Liu P., Behzadi B. Safety evaluation of freeway exit ramp //Proceedings of the TRB Annual Meeting CD-ROM (07-1293). 2007.
12. Шевяков А.П. Оценка безопасности движения на автомобильных магистралях. – в кн.: Труды МАДИ, вып. 95. М., 1975, с.63-73. [Shevyakov A.P. Assessment of traffic safety on highways. – in: Proceedings of MADI, issue 95. M., 1975, P.63-73].
13. Маркуц В.М. Расчёт параметров переходно-скоростных полос в зоне въезда на автомагистраль // Успехи современного естествознания. 2014. № 1. С. 52-59. [Markuts V.M. Calculation of the parameters of transitional high-speed lanes in the motorway entrance area // Successes of modern natural science. 2014. No. 1. P. 52-59].
14. Люст С.Р., Елугачев М.А., and Мотуз В.О. Проектирование пересечений автомобильных дорог в современных условиях/ Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета, № 1(12), 2006, pp. 149-153 [Lust S.R., Yelugachev M.A., and Motuz V.O. Designing intersections of highways in modern conditions/ Journal of the Tomsk State University of Architecture and Building, No. 1, 2006, P. 149-153].
15. Гулаков В. С., Смирнова А. С., Бирюков О. Р., Алексеев С. В. Зависимость длины переходно-скоростной полосы от интенсивности движения и категории автомобильной дороги / Неделя науки ИСИ: Сборник материалов Всероссийской конференции, Санкт-Петербург, 03–09 апреля 2023 года. Том Часть 2. – Санкт-Петербург: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого", 2023. С. 272-275. [Gulakov V. S., Smirnova A. S., Biryukov O. R., Alekseev S. V. Dependence of the length of the transitional high-speed lane on the intensity of traffic and the category of the highway / ISI Science Week : Collection of materials of the All-Russian Conference, St. Petersburg, April 03-09, 2023. Volume Part 2. – St. Petersburg: Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University", 2023. P. 272-275].
16. Лобанов Е.М. Проектирование и изыскание пересечений автомобильных дорог/ Е.М.Лобанов и др. - М.: Транспорт, 1972. 232 с. [Lobanov E.M. Design and survey of intersections of highways/ E.M.Lobanov et al. - M.: Transport, 1972. 232 p.]
17. Шевяков А.П. Организация движения на автомобильных магистралях - М.: Транспорт, 1985. - 96 с. [ Shevyakov A.P. Organization of traffic on highways - M.: Transport, 1985. - 96 p.]
18. Немчинов Д. М., Михайлов А. Ю., Мартяхин Д. С. Исследование величины граничных интервалов на нерегулируемых пересечениях в зависимости от крупности города. Проектирование автомобильных дорог : Сборник докладов 77-й научно-исследовательской конференции МАДИ, Москва, 29–30 января 2019 года / Под научной редакцией П.И. Поспелова. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "А-проджект", 2019. С. 94-100 [Nemchinov D. M., Mikhailov A. Yu., Martyakhin D. S. Investigation of the magnitude of boundary intervals at unregulated intersections depending on the size of the city. Designing highways : Collection of reports of the 77th MADI Scientific Research Conference, Moscow, January 29-30, 2019 / Under the scientific editorship of P.I. Pospelov. – Moscow: A-project Limited Liability Company, 2019. P. 94-100]
19. Косцов А. В. Исследование ускорений автомобилей в пределах переходно-скоростных полос торможения // Транспортное строительство. 2018. № 8. С. 12 - 14 [Kostsov, A.V. Investigation of vehicle accelerations within the transitional high-speed braking lanes // Transport construction. 2018. No. 8. P. 12-14];
20. Косцов А. В. Исследование времени ожидания автомобилей при выполнении маневра слияния на переходно-скоростных полосах// Транспортное строительство.2018. № 2. С. 26-27 [Kostsov A.V. A study of waiting time for cars when performing a merger maneuver on transitional high-speed lanes // Transport construction. – 2018. No. 2. P. 26-27].
21. Маркуц В.М. Расчёт скорости транспортных потоков в зоне их слияния // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. № 10-2. С.

- 370-375 [Markuts V.M. Calculation of the speed of traffic flows in the zone of their confluence // International Journal of Experimental Education. 2013. No. 10-2. P. 370-375];
22. Агасьянц А.А. Развитие сети автомобильных магистралей в крупнейших городах. Транспортно-градостроительные проблемы. Монография: - М: Издательство АСВ, 2010. 248 с. [Agassiants A.A. Development of the highway network in the largest cities. Transport and urban planning problems. Monograph: Moscow: DIA Publishing House, 2010. 248 p.].

#### **Информация об авторах**

**Косцов Алексей Валерьевич**, кандидат технических наук, доцент, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва, Российская Федерация

E-mail: Kostsov\_msfs@bk.ru

**Танатова Анна Муратовна**, аспирант, Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва, Российская Федерация

E-mail: tanatovaanna@gmail.com

#### **Information about the authors**

**Alexey V. Kostsov**, candidate of technical sciences, associate professor, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russian

E-mail: Kostsov\_msfs@bk.ru

**Anna M. Tanatova**, postgraduate student, Moscow Automobile and Road Construction State Technical University, Moscow, Russian Federation

E-mail: tanatovaanna@gmail.com