

УДК 656.132

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ АВАРИЙНОСТИ В ТЕМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК

Кравченко Людмила Александровна, канд. техн. наук, доц.,
КубГТУ, Россия, 350000, Краснодар, ул. Московская д. 2, lac1963@inbox.ru
Дубинина Жанна Валерьевна, аспирант,
КубГТУ, Россия, 350000, Краснодар, ул. Московская д. 2, zhanna-gajduk@yandex.ru
Алимова Анастасия Игоревна, магистр,
КубГТУ, Россия, 350000, Краснодар, ул. Московская д. 2, nastyuба_04@mail.ru

Аннотация. Анализ показателей аварийности на автомобильных дорогах Краснодарского края выявил общую тенденцию к снижению количества ДТП, а также устойчивый удельный вес ДТП, совершаемых в темное время суток. Количество ДТП в темное время суток в Краснодарском крае выше среднего показателя по России. Актуальность исследований заключается в разработке критериев для оценки уровня опасности на автомобильных дорогах с учетом светлого и темного времени суток. Показатель степени опасности позволяет классифицировать временные периоды в течение года, с целью повышения эффективности мероприятий по повышению безопасности движения в темное время суток. Представлены результаты расчетов основанных на исследовании показателей аварийности, интенсивности движения на автомобильных дорогах, изменения периодов темного и светлого времени суток. Методами теории риска адаптированной к системе безопасности движения определен риск ДТП на дорогах федерального и регионального значения для светлого и темного времени суток. С учетом максимальной часовой интенсивности движения в темное время суток и среднем показателе риска ДТП, определены пределы коэффициентов опасности и временные периоды назначения приоритетных мероприятий по безопасности движения.

Ключевые слова: аварийность; автомобильные дороги; дорожно-транспортное происшествие; максимальная интенсивность движения; классификация временных периодов; коэффициенты опасности; приоритетные мероприятия; риск ДТП; светлое время суток; темное время суток; теория риска.

A SYSTEMATIC APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF MEASURES TO REDUCE ACCIDENTS IN THE DARK

Kravchenko Lyudmila A., Ph. D., associate professor,
KubGTU, 2, Moskovskaya St., Krasnodar, 350000, Russia, lac1963@inbox.ru
Dubinina Zhanna V., postgraduate,
KubGTU, 2, Moskovskaya St., Krasnodar, 350000, Russia, zhanna-gajduk@yandex.ru
Alimova Anastasia I., master,
KubGTU, 2, Moskovskaya St., Krasnodar, 350000, Russia, nastyuба_04@mail.ru

Abstract. Analysis of accident rates on the roads of the Krasnodar region revealed a General tendency to reduce the number of accidents, as well as a steady proportion of

accidents committed in the dark. The number of accidents in the dark in the Krasnodar region is higher than the average for Russia. The relevance of the research is to develop criteria for assessing the level of danger on the roads, taking into account the light and dark time of day. The indicator of the degree of danger allows to classify the time periods during the year, in order to improve the effectiveness of measures to improve traffic safety in the dark. The results of calculations based on the study of accident rates, traffic intensity on the roads, changes in the periods of dark and light time of day are presented. Methods of the risk theory adapted to the traffic safety system determined the risk of road accidents on the roads of Federal and regional importance for light and dark. Taking into account the maximum hourly traffic intensity in the dark and the average risk of an accident, the limits of the hazard coefficients and the time periods for the appointment of priority traffic safety measures are determined.

Key words: accidents; roads; road traffic accident; the maximum intensity of movement; classification of time periods; the coefficients of the hazard; priority activities; risk of accidents; the daytime; night-time; the theory of risk.

Анализ аварийности

Проблема аварийности в Краснодарском крае связана с рядом основных причин: несоблюдением водителями требований ПДД [2], резко возрастающим уровнем индивидуального транспорта, повышением мобильности населения и дорожными условиями. Краснодарский край по уровню аварийности замыкает тройку лидеров после Москвы и Санкт-Петербурга. В 2017 году количество автомобилей на 1000 жителей в Краснодарском крае составило 427, всего зарегистрировано 2 314 тыс. транспортных средств из них 29 тыс. автобусов, 235 тыс. грузовых автомобилей и 1767 тыс. легковых [10]. По индексу безопасности (ИБ = 2,7) Краснодарский край на 48 месте из 50. По причине неудовлетворительных дорожных условий произошло 2058 ДТП (32% от общего числа ДТП за год). Протяженность дорожной сети – 40898 км [9].

Несмотря на внедряемые программы по безопасности движения, развитию сети дорог, повышению их качества, применение программно-целевых методов, уровень аварийности остается высоким.

Одним из приоритетных направлений является повышение безопасности движения и снижение социально-экономических последствий ДТП на дорогах федерального и регионального значения

в темное время суток. Тяжесть последствий ДТП на автомобильных дорогах значительно превосходит аналогичный показатель в населенных пунктах. Анализ программ безопасности движения показывает недостаточную эффективность мероприятий по предупреждению аварийности в темное время суток [1]. Ежегодно из краевого бюджета выделяется в среднем около 6 млн. руб. для приобретения и установки интерактивных дорожных знаков на дорогах регионального и межмуниципального значения. Но решить проблему аварийности только повышением количества и качества дорожных знаков на дорогах не представляется возможным, о чем свидетельствует статистика ДТП. Сокращение числа пострадавших в ДТП реализуется в рамках научного подхода к исследованию объективных причин, приводящих к ДТП. На современном этапе исследованы и обоснованы причины способствующие возникновению ДТП в темное время суток. В частности это ограниченная видимость, высокий скоростной режим, монотонные условия движения, неудовлетворительные дорожные условия и отсутствие освещения [3]. Каждая из вышеуказанных причин безусловно влияет на риск ДТП определенным образом, но совокупное влияние комплекса причин оценить весьма затруднительно. Авторами статьи предлагается объективный показатель для оценки степени опасности движения в темное время суток на автомобильных дорогах Краснодарского края.

На рисунке 1 представлены данные об аварийности в Краснодарском крае в темное время суток за период 2015–2018 гг.

Удельный вес числа ДТП в темное время суток в России за аналогичный период составляет 35,31%, в Краснодарском крае 39,47%. Из проведенного анализа аварийности можно сделать вывод, что при общем снижении ДТП за период с 2015 по 2017 годы, доля совершаемых ДТП в темное время суток снизилась на 5,4%. Следует отметить, что в 2018 году

общее количество ДТП увеличилось на 8,5% относительно показателя 2017 года, а число ДТП в темное время суток на 6,7%.

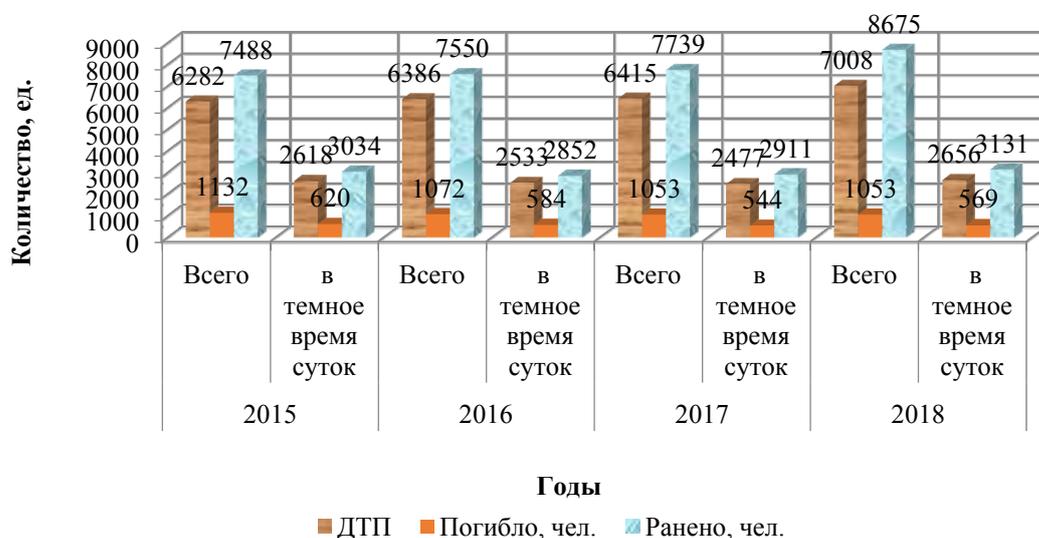


Рис. 1. Аварийность в темное время суток в Краснодарском крае за 2015–2018 гг.

Вывод: за рассматриваемый период удельный вес ДТП в темное время суток практически остается постоянным, с отклонением $\pm 3\%$. Данное обстоятельство требует разработки решений направленных на повышение безопасности движения в темное время суток [6].

Риск ДТП на автомобильных дорогах

Риск ДТП определен в нижеуказанном порядке:

- расчет риска ДТП на автомобильных дорогах федерального и регионального значения в темное и светлое время суток;
- определение среднего риска ДТП для темного и светлого времени суток.

Для расчета риска ДТП, на начальном этапе определено количество отчетных ДТП на 1 км федеральных и региональных дорог за период 2015–2018 гг., в темное и светлое время суток.

Количество ДТП на 1 км автомобильной дороги определено по формуле [7]:

$$K_{\text{ДТП}} = \frac{N}{L}, \quad (1)$$

где N – всего ДТП на дороге, ед.; L – общая длина дороги, км.

Риск ДТП на 1 км автомобильной дороги определен по формуле [4]:

$$r = 0,5 - \Phi \left(\frac{R_{\text{ср}} - R_{\Gamma}}{\sqrt{\sigma_R^2 - \sigma_{\Gamma}^2}} \right), \quad (2)$$

где r – риск ДТП на 1 км дороги за конкретный год, усл. ед.; $R_{\text{ср}}$ – среднее значение ДТП на 1 км дороги за все годы, усл. ед.; R_{Γ} – значение ДТП на 1 км дороги за конкретный год, усл. ед.; σ_R – среднее квадратическое отклонение ДТП на 1 км за все годы, усл. ед.; σ_{Γ} – среднее квадратическое отклонение ДТП на 1 км за конкретный год, усл. ед.

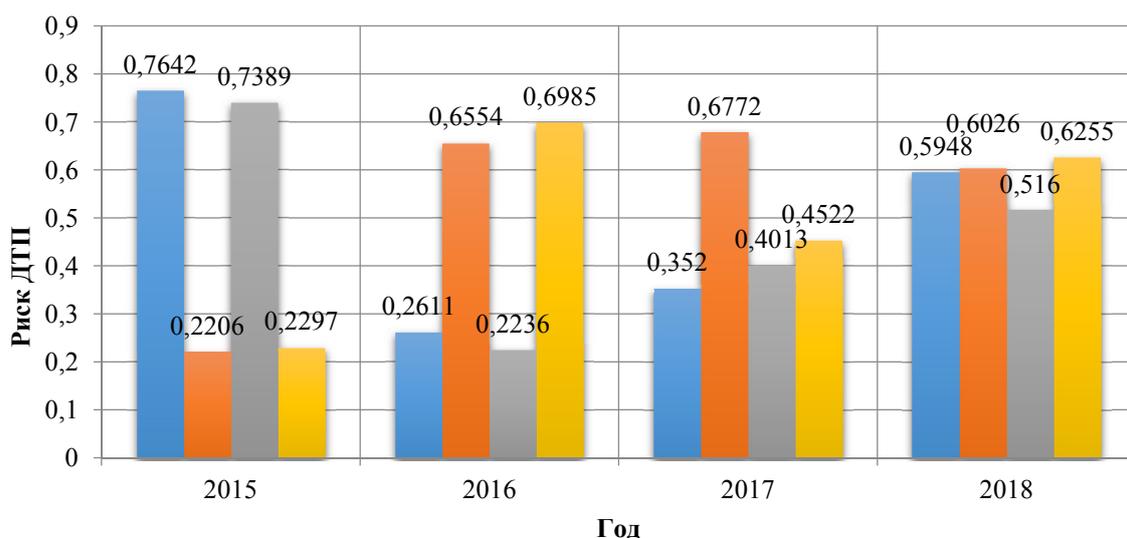
В таблице 1 представлены показатели аварийности на 1 км автомобильных дорог федерального и регионального значения Краснодарского края.

Таблица 1

Количество ДТП на автомобильных дорогах федерального и регионального значения в темное и светлое время суток

Показатель за 2015-2018 годы	ДТП на федеральных дорогах ДТП _{ср фед}	ДТП на региональных дорогах ДТП _{ср рег}
Среднее количество отчетных ДТП на 1 км дороги	0,834	0,205
Среднее количество отчетных ДТП на 1 км дороги в светлое время суток	0,505	0,120
Среднее количество отчетных ДТП на 1 км дороги в темное время суток	0,329	0,0845

На рисунке 2 представлены расчеты риска ДТП (формула (2)) для светлого и темного времени суток на дорогах федерального и регионального значения Краснодарского края за период 2015–2018 гг.



- федеральные дороги (темное время суток) ■ федеральные дороги (светлое время суток)
- региональные дороги (темное время суток) ■ региональные дороги (светлое время суток)

Рис. 2. Риск ДТП в светлое и темное время суток на дорогах федерального и регионального значения Краснодарского края за период 2015–2018 гг.

В таблице 2 представлены средние значения риска в темное и светлое время суток.

Таблица 2

Риск на автомобильных дорогах Краснодарского края в темное и светлое время суток

Показатель	Риск на федеральных дорогах	Риск на региональных дорогах	Средний риск по времени суток
Светлое время суток	0,53895	0,501475	0,52021
Темное время суток	0,493025	0,46995	0,48149

Вывод: при значительном снижении интенсивности в темное время суток средние значения риска в светлое и темное время отличаются на 0,038, т.е. незначительно. Следовательно, необходимо определить риск соответствующий максимально возможной интенсивности в темное время суток.

Определение максимальной интенсивности движения

в темное время суток

Максимальная интенсивность движения в темное время суток определена в нижеуказанном порядке:

– определена максимальная часовая интенсивность за год в светлое время суток по месяцам года (по данным учетных пунктов), авт./час;

– определена максимальная суточная интенсивность за год (по данным учетных пунктов), авт./сут.;

– определен коэффициент неравномерности по месяцам года K_{Γ} по формуле [8]:

$$K_{\Gamma} = \frac{N_{\text{сут. за час}}^{\max}}{N_{\text{сут. за год}}^{\max}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{сут. за час}}^{\max}$ – максимальная суточная интенсивность за час, авт./сут.;

$N_{\text{сут. за год}}^{\max}$ – максимальная суточная интенсивность за год, авт./сут.;

– определена максимальная интенсивность движения в темное время суток по формуле:

$$N_{\text{ч}} = \frac{N_{\text{сут.}} \cdot 365 \cdot K_t \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\Gamma}}{4} \text{ авт./ч}, \quad (4)$$

где $N_{\text{сут.}}$ – среднегодовая суточная интенсивность движения авт/сут;

K_t , $K_{\text{н}}$, K_{Γ} – коэффициенты неравномерности движения, соответственно по часам суток ($K_t = 0,022$ для темного времени суток), дням недели ($K_{\text{н}} = 0,14$), месяцам года (K_{Γ}).

В таблице 3 представлены данные о максимальной часовой интенсивности по месяцам года и времени суток на автомобильных дорогах Краснодарского края.

Максимальная часовая интенсивность по месяцам года и времени суток
на автомобильных дорогах Краснодарского края

Месяц года	Максимальная часовая интенсивность за год в светлое время суток, авт./час	Максимальная суточная интенсивность за год, авт./сут.	Коэффициент неравномерности по месяцам года K_r	Максимальная часовая интенсивность в темное время суток, авт./час
Январь	995	14409	0,069	279
Февраль	567	9175	0,061	157
Март	607	9414	0,064	170
Апрель	815	12586	0,065	230
Май	937	14273	0,066	265
Июнь	1035	15226	0,068	291
Июль	1183	21017	0,056	331
Август	1836	28658	0,064	516
Сентябрь	1578	22295	0,07	439
Октябрь	1035	14975	0,069	291
Ноябрь	790	12151	0,065	222
Декабрь	737	10222	0,072	207

Вывод: наиболее высокая максимальная часовая интенсивность в темное время суток характерна для августа и сентября.

Определение периодов для реализации мероприятий по безопасности движения в темное время суток

Периоды для наиболее эффективной реализации мероприятий по снижению аварийности в темное время суток определены в следующем порядке:

– определена продолжительность темного и светлого времени суток в соответствии с долготой дня в Краснодарском крае;

– определены коэффициенты опасности ДТП в усл. ед., $K_{опДТП}$ для темного и светлого времени суток по формуле [5]:

$$K_{оп\ ДТ\text{П}} = \Pi \cdot R_{ср}, \quad (5)$$

где Π – продолжительность периода светлого (темного) времени суток, час; $R_{ср}$ – средний риск для светлого (темного) времени суток, усл. ед;

– построен график коэффициентов опасности ДТП $K_{\text{опДТП}}$ для светлого и темного времени суток на автомобильных дорогах Краснодарского края (рис. 3);

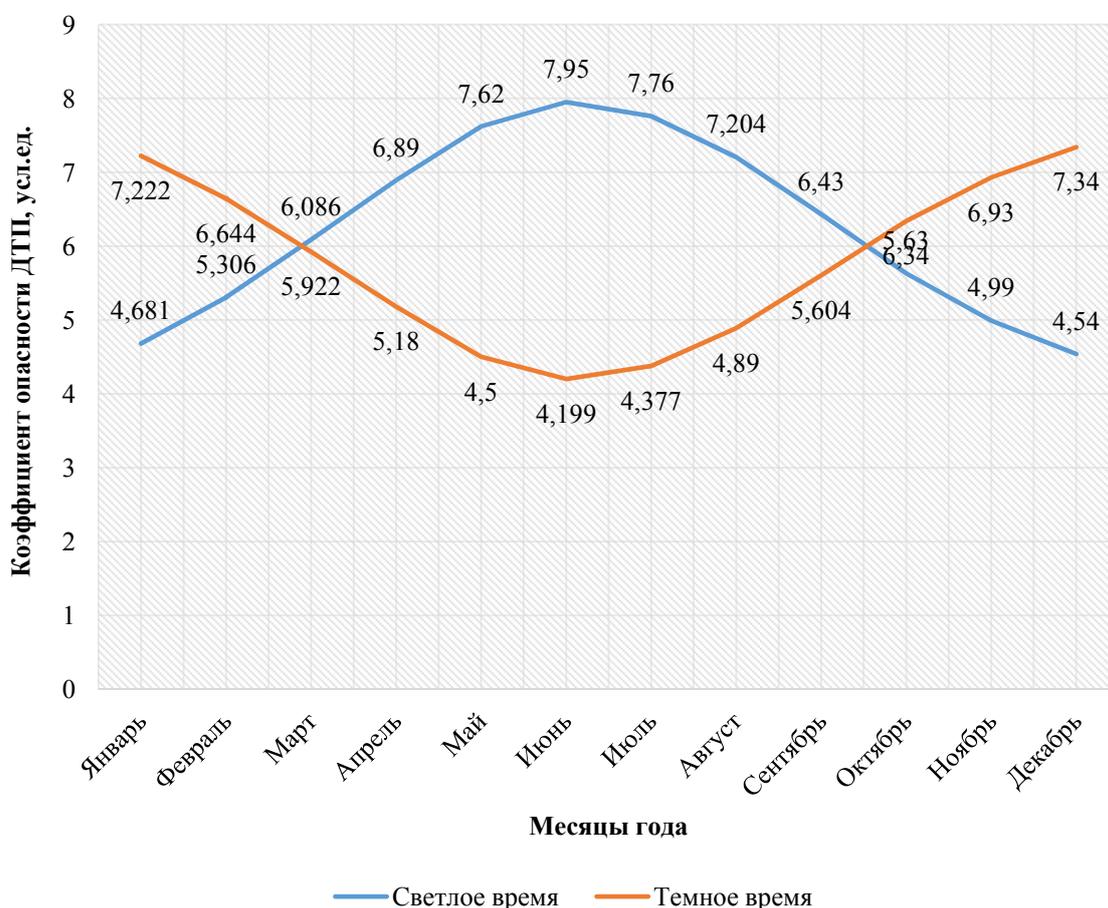


Рис. 3. Коэффициенты опасности ДТП для темного и светлого времени суток на автомобильных дорогах Краснодарского края

Выводы

С 1 января по 31 июня период снижения на 41,86% $K_{\text{опДТП}}$ в темное время суток. С 1 июля по 31 декабря период возрастания $K_{\text{опДТП}}$ в темное время суток на 42,79%.

С 1 января по 31 июня период возрастания $K_{\text{опДТП}}$ в светлое время суток на 41,12%. С 1 июля по 31 декабря период снижения $K_{\text{опДТП}}$ в светлое время суток на 42,89%.

С 1 января по 31 марта и с 1 ноября по 31 декабря период с наиболее высокой опасностью ДТП в темное время суток.

С 1 марта по 15 сентября период с наиболее высокой опасностью ДТП в светлое время суток;

– определены временные интервалы для наиболее эффективного применения мероприятий по снижению аварийности в темное время суток на автомобильных дорогах (табл. 4).

Таблица 4

Периоды года для внедрения мероприятий по безопасности движения на автомобильных дорогах Краснодарского края

Период времени	Характеристика опасности ДТП	Пределы значений $K_{опДТП}$	Приоритетные мероприятия
1.03–15.09	Наибольшая опасность в светлое время	5,63–7,95	Внедрение мероприятий направленных на повышение безопасности движения в светлое время суток
1.03–15.09	Наименьшая опасность в темное время	4,199–6,34	
1.01–31.03 15.09–31.12	Наибольшая опасность в темное время	6,644–7,222 6,34–7,34	Внедрение мероприятий направленных на повышение безопасности движения в темное время суток
1.01–31.03 15.09–31.12	Наименьшая опасность в светлое время	4,681–5,306 5,63–4,64	

Итоговые выводы по расчетам:

– применение на практике полученных временных периодов позволит максимально продуктивно разрабатывать и реализовывать мероприятия по снижению аварийности как в светлое, так и в темное время суток;

– повышение эффективности мероприятий позволит снизить как риск ДТП в темное время суток, так и показатель тяжести последствий ДТП на автомобильных дорогах.

Список литературы

1. Рябчинский, А.И. Проблемы обеспечения безопасности АТС в России / А.И. Рябчинский // Автомобильная промышленность. – 2017. – № 10. – С. 23–28.
2. Кравченко, Л.А. Система обучения водителей в автошколе с учетом личностных качеств / Л.А. Кравченко, Ж.В. Дубинина, И.А. Берека // Вестник

Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). – 2019. – № 1 (56). – С. 42–48.

3. Рябчинский, А.И. Оперативная контрольная оценка аварийной эффективности внедряемых мероприятий по организации дорожного движения / А.И. Рябчинский, Д.В. Капский // *Международный технико-экономический журнал*. – 2014. – № 1. – С. 109–117.

4. Столяров, В.В. Основные формулы теории риска при суммировании нормальных законов распределения / В.В. Столяров, Н.В. Щеголева, А.В. Кочетков // *Интернет-журнал «Науковедение»*. – 2017. – № 6.

5. Корчагин, В.А. Экспертная система в решении задач повышения безопасности дорожного движения / В.А. Корчагин, В.Э. Клявин // *Автомобиль. Дорога. Инфраструктура*. – 2016. – № 4 (10). – С. 9.

6. Марков, М.М. Анализ «затраты-выгода» для оценки общественных мер и методов повышения безопасности дорожного движения / М.М. Марков // *Автомобиль. Дорога. Инфраструктура*. – 2018. – № 1 (15). – С. 8.

7. Рыбин А.Л. Показатели риска ДТП для оценки участков автомобильных дорог при аудите безопасности дорожного движения / А.Л. Рыбин // *Дороги и мосты*. – 2014. – №2 (32). – С. 157–170.

8. Кравченко, Л.А. Оценка видимости дорожных объектов в темное время суток / Л.А. Кравченко, И.А. Берека, И.А. Фоменко // *Вопросы технических и физико-математических наук в свете современных исследований: сборник статей по материалам X международной научно-практической конференции*. г. Новосибирск 29 декабря 2018 г. – Новосибирск: изд-во Ассоциация научных сотрудников «Сибирская академическая книга», 2018. – С. 67–73.

9. Межрегиональный общественный центр «За безопасность Российских дорог». – URL: <http://zadorogi.ru/projects/945/> (дата обращения: 01.03.2019).

10. Госавтоинспекция Краснодарского края. – URL: <https://xn--90adear.xn--p1ai/r/23> (дата обращения: 01.03.2019).

References

1. Rabchinsky A.I. *Avtomobil'naya promyshlennost'*, 2017, no. 10, pp. 23–28.
2. Kravchenko L.A., Dubinina Zh.V., Bereka I.A. *Vestnik Moskovskogo avtomobil'no-dorozhnogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (MADI)*, 2019, no. 1 (56), pp. 42–48.
3. Rabchinsky A.I., Kapsky D.V. *Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal*, 2014, no. 1, pp. 109–117.
4. Stolyarov V.V., Shchegoleva N.V. Kochetkov A.V. *Internet-zhurnal «Naukovedenie»*, 2017, no. 6.
5. Korchagin V.A., Klyavin V.E. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2016, no. 4 (10), p. 9.
6. Markov M.M. *Avtomobil'. Doroga. Infrastruktura*, 2018, no. 1 (15), p. 8.
7. Rybin A. L. *Dorogi i mosty*, 2014, no. 2 (32), pp. 157–170.
8. Kravchenko L.A., Bereka I.A., Fomenko I.A. *Voprosy tekhnicheskikh i fiziko-matematicheskikh nauk v svete sovremennykh issledovaniy*, Sbornik statej, Novosibirsk, 2018, pp. 67–73.
9. URL: <http://zadorogi.ru/projects/945/>
10. URL: <https://xn--90adear.xn--p1ai/r/23>