

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

О.Н. НИКОНОВА¹

¹ГБУ города Москвы «Автомобильные дороги», ул. Народного ополчения, д. 31, г. Москва, 123154, Россия

Аннотация

Введение. Улично-дорожная сеть города Москвы претерпевает серьезные нагрузки от трафика. Для повышения сроков эксплуатации дорожного покрытия в верхних слоях используются асфальтобетоны из щебеночно-мастичных смесей. С введением новой системы проектирования асфальтобетонов (американской и европейской) и отменой старой системы актуальным стал вопрос определения оптимального состава асфальтобетонной смеси.

Цель. Подтвердить гипотезу, что новые ГОСТ на асфальтобетоны позволяют моделировать асфальтобетонные смеси в соответствии с реальными условиями эксплуатации.

Материалы и методы. Рассматривается ряд гипотез для объяснения полученных результатов и прогнозируются свойства дорожных асфальтобетонов.

Результаты. Приведены результаты большой практической работы с построением опытных участков на МКАД (Московская кольцевая автомобильная дорога), где в качестве верхнего слоя покрытия были запроектированы асфальтобетоны по ГОСТ 31015-2002, ГОСТ Р 58406.1-2020 и ГОСТ Р 58401.2-2019. Анализ результатов мониторинга опытных участков МКАД проводился на протяжении трех лет.

Выводы. Показано, что максимальная колея образуется в 1 и 2 скоростных полосах независимо от состава асфальтобетонной смеси. Согласно результатам, глубина колеи не зависит не только от состава экспериментальной смеси, но и от крупности щебня в асфальтобетонной смеси. Отмечено, что асфальтобетонные покрытия из традиционной для города Москвы смеси ЩМА-20 на ПБВ 60 по ГОСТ 31015-2002 не уступают по износостойкости покрытию на 7 экспериментальных участках, при этом они дешевле асфальтобетонных смесей по новым ГОСТ Р.

Ключевые слова: верхний слой дорожного покрытия, колея, слой износа, эксплуатационные свойства, опытные участки, МКАД, эксперимент, ЩМА

Для цитирования: Никонова О.Н. Прогнозирование эксплуатационных свойств щебеночно-мастичных асфальтобетонов // Вестник НИЦ «Строительство». 2026. 1(48). С. 226–239. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2026-1\(48\)-226-239](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2026-1(48)-226-239)

Вклад автора

Автор берет на себя ответственность за все аспекты работы над статьей.

Финансирование

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 14.10.2025

Поступила после рецензирования 17.12.2025

Принята к публикации: 27.01.2026

PREDICTING PERFORMANCE PROPERTIES OF STONE-MASTIC ASPHALT CONCRETE

O.N. NIKONOVA¹

¹State Budgetary Institution of the City of Moscow "Motorways", Narodnogo Opolcheniya str., 31, Moscow, 123154, Russia

Abstract

Introduction. Moscow's road network experiences significant traffic loads. To extend the service life of the road surface, stone mastic asphalt concrete is used in the upper layers. With the introduction of the new asphalt concrete design system (American and European) and the abolition of the old system, the issue of determining the optimal asphalt concrete mix composition has become relevant.

Aim. To confirm the hypothesis that new State standards for asphalt concrete allow modeling asphalt concrete mixtures in accordance with real operating conditions.

Materials and methods. A number of hypotheses are considered to explain the obtained results and predict the properties of road asphalt concrete.

Results. This article presents the results of extensive practical work involving the construction of test sections on the Moscow Ring Road (MKAD), where asphalt concrete was designed as the top layer of the pavement in accordance with State Standard 31015-2002, State Standard R 58406.1-2020, and State Standard R 58401.2-2019. Analysis of the monitoring results for the MKAD test sections was conducted over a three-year period.

Conclusions. It was shown that maximum rutting occurs in lanes 1 and 2 regardless of the asphalt concrete mix composition. The results indicate that rut depth is independent of both the experimental mix composition and the aggregate size of the asphalt concrete mix. It was noted that asphalt concrete pavements made from the traditional Moscow mix of SMA-20 on PBB 60 according to State Standard 31015-2002 are comparable in wear resistance to the pavements on seven experimental sections, while being less expensive than asphalt concrete mixes according to the new State Standards R.

Keywords: top layer of road surface, track, wearing layer, performance properties, test sections, Moscow Ring Road, experiment, SMA

For citation: Nikonova O.N. Predicting the performance properties of stone mastic asphalt concrete *Vestnik NIC Stroitel'stvo = Bulletin of Science and Research Center of Construction*, 2026, no. 1(48), pp. 226–239. [https://doi.org/10.37538/2224-9494-2026-1\(48\)-226-239](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2026-1(48)-226-239)

Author contribution statement

The author takes responsibility for all aspects of the paper.

Funding

No funding support was obtained for the research.

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Received 14.10.2025

Revised 17.12.2025

Accepted 27.01.2026

Введение

В России в настоящее время на автомобильных дорогах с высокой грузонапряженностью и большим трафиком преимущественно в верхнем слое асфальтобетонного покрытия используют щебеночно-мастичный асфальтобетон. Первые исследования щебеночно-мастичного асфальтобетона в нашей стране находят отражение в работах Г.Н. Кирюхина и других авторов начала 2000-х годов [1–5]. Параллельно с этим в ФГУП «Союздорнии»

был разработан ГОСТ 31015-2002 «Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия», который принят в 2002 г.

За прошедшие годы интерес к щебеночно-мастичному асфальтобетону несколько не снизился. Исследованиям данного материала посвящены работы современных авторов [8–14]. В зарубежной литературе вопросы исследования в области дорожных щебеночно-мастичных асфальтобетонов актуальны и по сей день [8–10].

Однако, с учетом новых требований, предъявляемых к дорожным асфальтобетонам, стало понятным, что существующие стандарты на асфальтобетон нуждаются в коренной переработке, что отражает необходимость адаптации к новым условиям строительства и эксплуатации. Одним из первых, кем был поднят данный вопрос, был А.В. Руденский [15].

Как итог, появились новые стандарты на асфальтобетон – ГОСТ Р 58406.1-2020 [16] и ГОСТ Р 58401.2-2019 [17], разработанные АНО «НИИ ТСК» совместно с ООО «ИТЦ». Исследованиям асфальтобетонов по новым ГОСТ посвящено достаточно много научных работ [18–21].

Анализ плюсов и минусов новой системы проектирования асфальтобетонов нашел отражение в работах Г.Н. Кирюхина [22, 23].

Однако к настоящему моменту, как отмечалось в отчете контролирующего государственного органа, при всем многообразии исследований, посвященных асфальтобетонам по новой системе ГОСТ, информация носит довольно разобщенный характер.

В данной статье приведены результаты большой практической работы с построением опытных участков на МКАД (Московская кольцевая автомобильная дорога), где в качестве верхнего слоя покрытия были запроектированы асфальтобетоны по [6, 16, 17]. Мониторинг опытных участков проводился в течение трех лет.

Помимо этого, в статье рассматриваются гипотезы прогнозирования свойств дорожных асфальтобетонов, начиная с момента получения первых результатов и заканчивая подведением выводов, подкрепленных фактическими натурными результатами.

Данная работа стала первой большой работой, где теоретические аксиомы новой системы проектирования асфальтобетонов были проверены на практике. В выполнении экспериментальной работы приняло участие сразу несколько организаций, а именно: ГБУ «Автомобильные дороги» (О.Н. Никонова, Э.А. Караблина, В.А. Аксенов), МАДИ (проф. Ю.Э. Васильев, проф. Э.В. Котлярский, доцент И.Ю. Сарычев), ООО «ИТЦ» (К.А. Жданов), АНО «НИИ ТСК» (Д.И. Оверин), ОАТИ (З.В. Королева, О.В. Крюкова), ООО «Газпромнефть-БМ» (А.В. Коротков).

Следует отметить, что исследовательская работа на МКАД стала последней научной работой для основоположника ЩМА в нашей стране, автора множества научных работ, а также ГОСТ 31015-2002 [6] – Г.Н. Кирюхина.

Материалы и методы

Улично-дорожная сеть такого города, как Москва, претерпевает серьезные нагрузки и существенный трафик. В связи с этим, для выдерживания межремонтных сроков, которые на сегодняшний день для верхнего слоя покрытия составляют не менее 4 лет, на грузонапряженных участках применяется дорожный асфальтобетон ЩМА-20 по [7]. Следует отметить, что в городе верхний слой покрытия улиц и дорог одновременно выполняет и функцию слоя износа.

Предпосылкой эксперимента с построением опытных участков на МКАД весной 2021 года стало мнение, что Москва использует устаревшие требования к дорожно-строительным материалам, которые не учитывают показатель «колея», что обуславливает преждевременный эксплуатационный износ верхнего слоя асфальтового покрытия на МКАД. Тогда же была высказана первая гипотеза, что новые ГОСТ позволяют моделировать асфальтобетонные смеси в соответствии с реальными условиями эксплуатации.

Так, в поисках новых решений для улично-дорожной сети города Москвы весной 2021 года специалистами ГБУ города Москвы «Автомобильные дороги» был проведен эксперимент по устройству опытных участков с укладкой асфальтобетонных смесей нового типа на всю ширину участка. Для этой работы был выбран участок внутреннего кольца МКАД 86-й км – 88-й км + 800 м.

В ходе эксперимента были определены 7 видов и типов асфальтобетонных смесей с последующей разработкой для них рецептур и укладкой в строгом соответствии с технологическими регламентами (табл.). Согласно утвержденной дорожной карте, в течение трех лет был предусмотрен мониторинг состояния уложенного асфальтобетонного покрытия. Завершение трехлетнего цикла наблюдений за данным участком было намечено на весну 2024 года.

Верхний слой на соседнем с экспериментальным участком МКАД км 88+800 – 90 км был выполнен из дорожного асфальтобетона ЩМА-20 по [7] на ПБВ 60, который является традиционным для улично-дорожной сети города Москвы. Все вяжущее, использованное в составе опытных смесей, было производства «Газпромнефть-БМ».

Таблица

Экспериментальные асфальтобетонные смеси на МКАД в 2021 г.

Table

Experimental asphalt concrete mixtures on the Moscow Ring Road in 2021

№	км + м	Асфальтобетон в верхнем слое покрытия
1	86 + 000 – 86 + 427	ЩМА-20 на PG 70-34 [6]
2	86 + 428 – 86 + 817	ЩМА-22 на PG 70-34 [16]
3	86 + 818 – 87 + 180	SMA-22 на PG 70-34 [17]
4	87 + 181 – 87 + 558	SMA-16 на PG 70-34 [17]
5	87 + 560 – 88 + 23	ЩМА-16 на PG 70-34 [16]
6	88 + 24 – 88 + 421	ЩМА-16 на БНД 70/100 + PROPolymer MA-CK [16]
7	88 + 422 – 88 + 800	ЩМА-16 на БНД 70/100 + модиф. сера [16]

Для всех экспериментальных составов, запроектированных по [16, 17], на участке внутреннего кольца МКАД 86-й км – 88-й км + 800 м показатель «средняя глубина колеи» выдерживался.

Результаты и обсуждение

Весной 2024 года с помощью передвижных дорожных лабораторий на всех 7 экспериментальных участках внутреннего кольца МКАД 86-й км – 88-й км + 800 м по каждой полосе движения было проведено инструментальное обследование, в ходе которого определялся показатель поперечной ровности. Полученные результаты приведены на рис. 1.

Как видно из рис. 1, разброс значений по данному показателю на всех опытных участках незначительный, так как все экспериментальные участки показывают близкие значения. При этом все полученные значения превышают допустимое требование «не более 20 мм» для эксплуатационного состояния в крайних левых полосах.

Полученные результаты позволили сделать выводы, что глубина колеи не зависит не только от состава экспериментальной смеси, но и от крупности щебня, использованного в составе асфальтобетонной смеси.

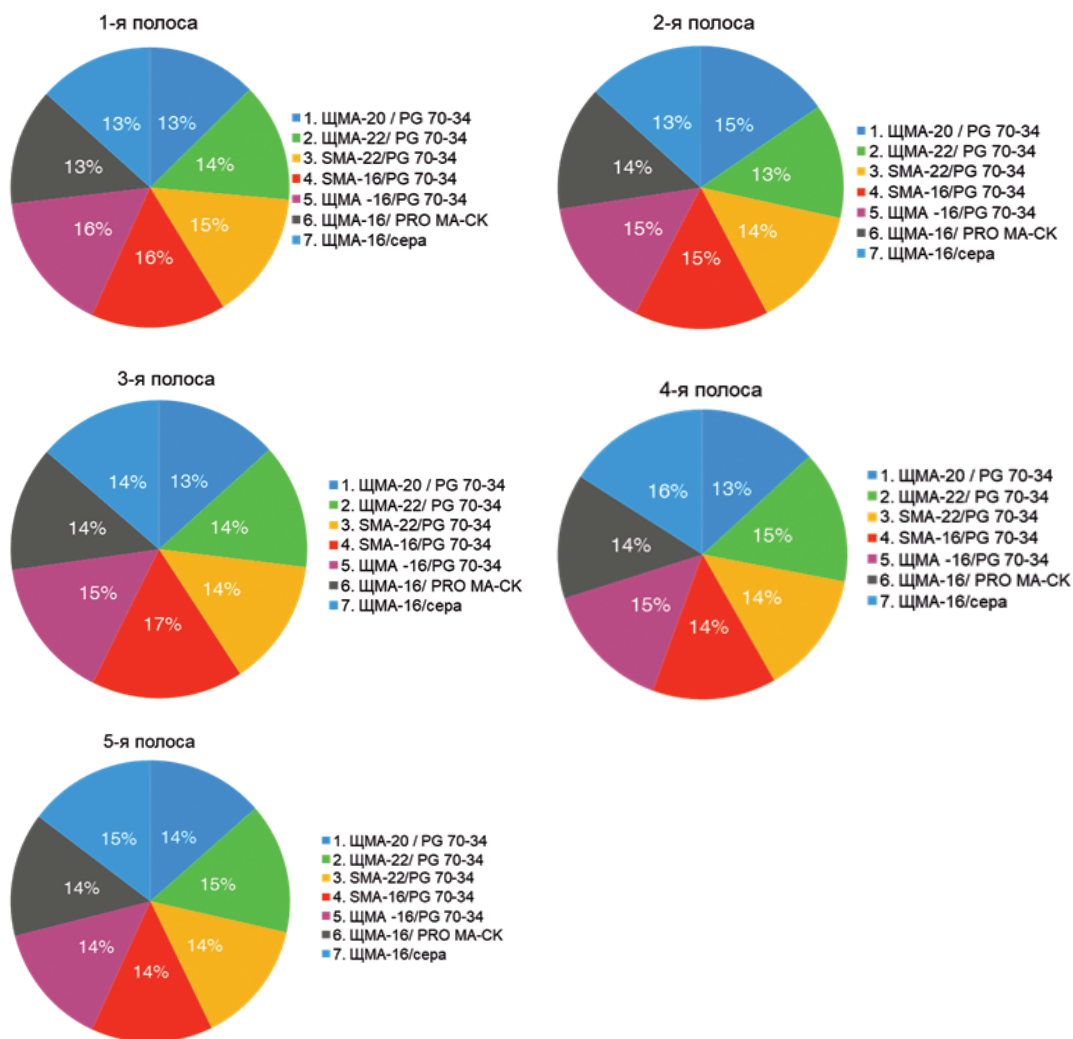


Рис. 1. Изменение величины износа асфальтобетона по полосам движения МКАД от состава (нумерация полос от оси дороги)

Fig. 1. Change in the amount of asphalt concrete wear on the Moscow Ring Road traffic lanes depending on the composition (lane numbering from the road axis)

Следует отметить, что максимальная колея после трех лет эксплуатации покрытия опытных участков МКАД образуется в 1 и 2 скоростных полосах независимо от состава асфальтобетона (рис. 2 и 3).

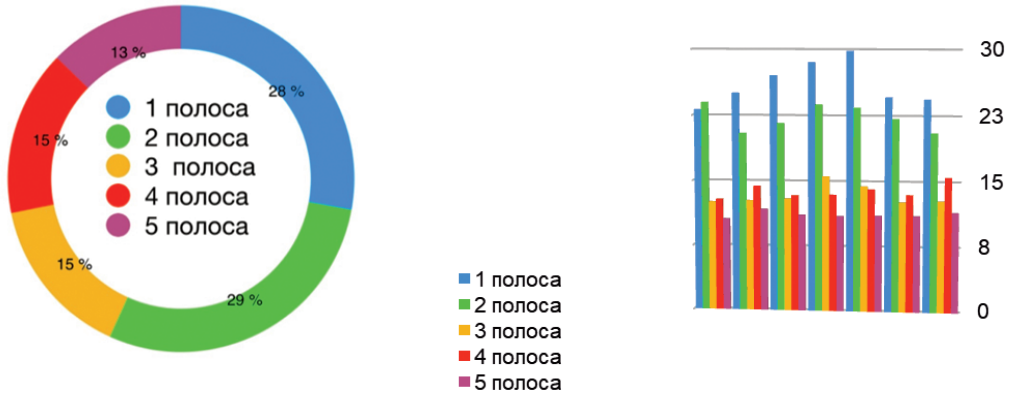


Рис. 2. Образование колеи по полосам движения на 7 опытных участках эксперимента по истечении трех лет эксплуатации покрытия

Fig. 2. Formation of ruts along traffic lanes on 7 experimental sections of the experiment after 3 years of pavement operation



Рис. 3 Полоса наката в 1-й скоростной полосе МКАД (фото автора)

Fig. 3. Rolling strip in the 1st high-speed lane of the Moscow Ring Road (photo by the author)

Полученные нами весной 2024 года результаты были вполне ожидаемыми. В 2022 г. после первого года эксплуатации участков МКАД 86-й км – 88-й км + 800 м был проведен первый предварительный анализ результатов строительства опытных участков.

Г.Н. Кирюхин уже тогда считал, что составы асфальтобетонных смесей мало чем отличаются друг от друга с позиции износостойкости к воздействию шипованных шин автомобилей. Тем не менее начиная с июня 2021 года различными организациями проводились периодические замеры глубины колеи на полосах наката с помощью передвижных лазерных установок различных конструкций [24, 25]. По представленным результатам измерений были построены гистограммы изменения глубины колеи на опытных участках МКАД (рис. 4.) и произведена оценка разброса результатов измерений на каждом участке относительно средних величин (рис. 5).

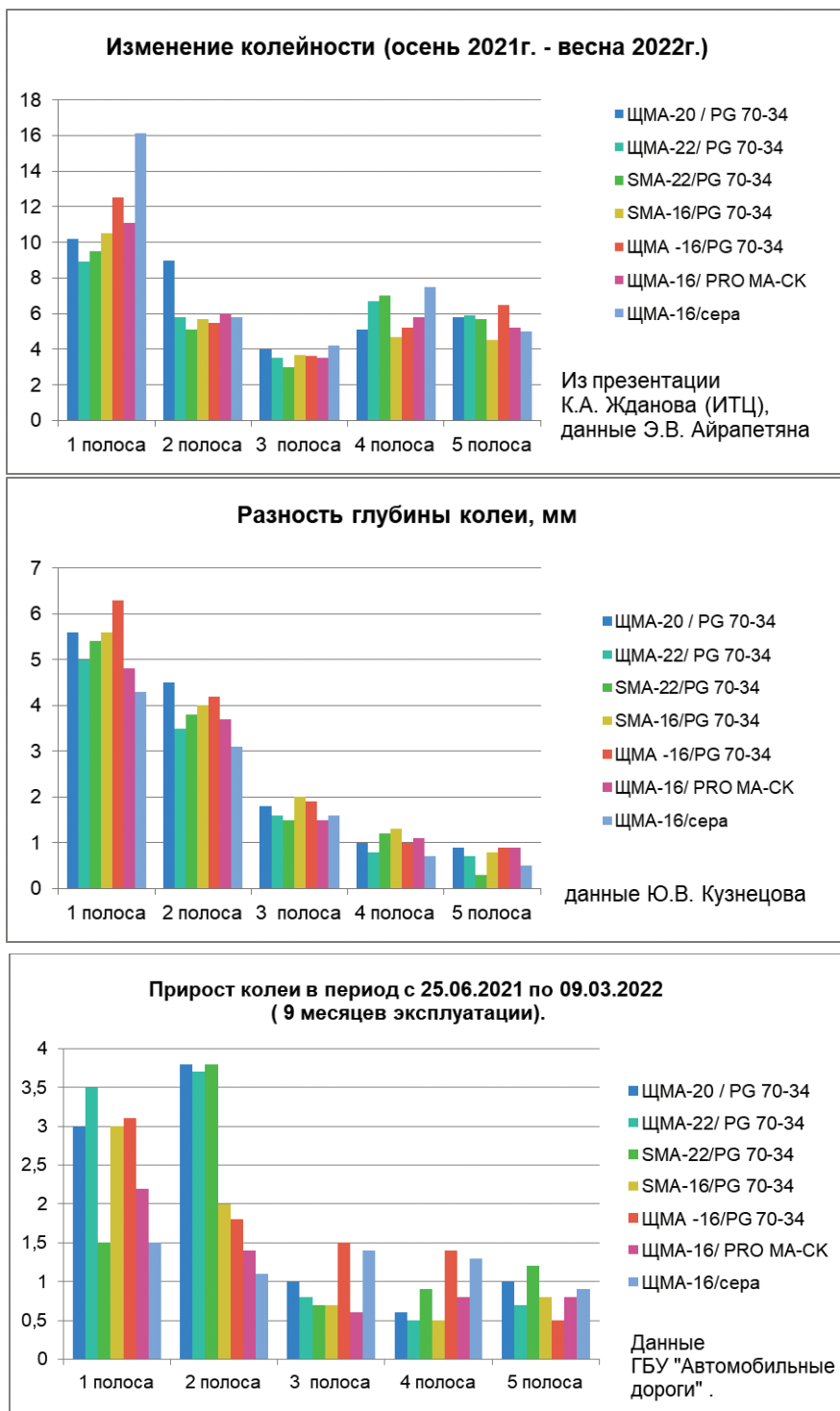


Рис. 4. Гистограммы изменения глубины колеи (в мм) на опытных участках МКАД лазерными установками различных конструкций
Fig. 4. Histograms of changes in rut depth (in mm) on experimental sections of the Moscow Ring Road using laser installations of various designs



Рис. 5. Усредненные значения коэффициентов вариации глубины колеи по замерам различных передвижных лабораторий на экспериментальных участках МКАД

Fig. 5. Average values of the coefficients of variation of rut depth based on measurements by various mobile laboratories on experimental sections of the Moscow Ring Road

Из рис. 5. видно, что на крайней левой полосе движения наименьший коэффициент вариации колеи составил 17 %, при этом средняя погрешность измерения глубины колеи по результатам двух проездов установки ООО «ДИЛ» (МАДИ) составила 2,1 %. Отсюда следует, что большая часть вариации глубины колеи обусловлена ее неравномерностью по длине каждого экспериментального участка покрытия.

Из представленных на рис. 4 гистограмм следует, что однозначное влияние вида ЩМА на интенсивность колееобразование не прослеживается, что, вероятно, связано с высоким разбросом измеряемых параметров колеи (рис. 5). В то же время подтверждается ранее установленная закономерность изменения глубины колеи в зависимости от полос движения автомобилей. Условия движения, в зависимости от полосы МКАД, оказывают значимое влияние на глубину колеи и ее прирост за 9 месяцев эксплуатации покрытия. Данные мониторинга 2021–2022 годов согласуются с данными измерений колеи на МКАД в 2006–2007 годах.

При этом к 2022 г. уже удалось установить, что наблюдается определенная согласованность средней глубины колеи (по всем 5 полосам движения), рассчитанная на основании результатов весенних измерений лазерными установками ГБУ «Автомобильные дороги» и ООО «ДИЛ» (рис. 6).

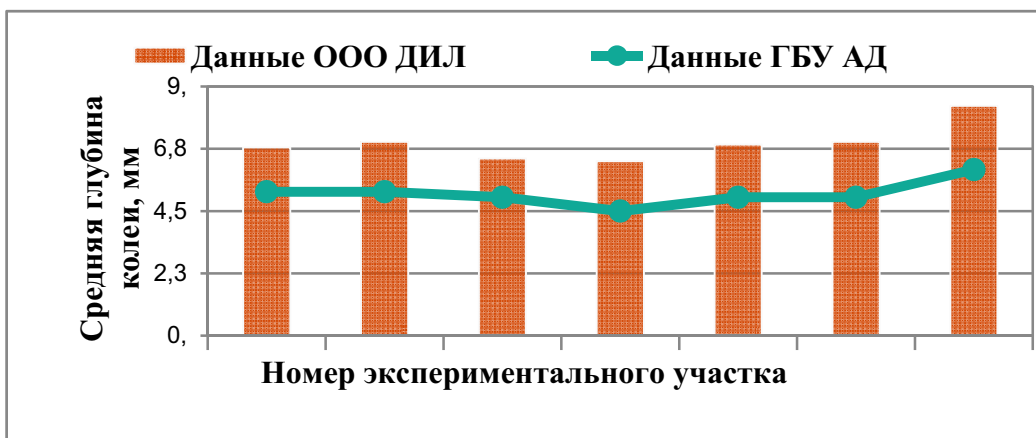


Рис. 6. Результаты мониторинга МКАД весной 2022 г.

Fig. 6. Results of monitoring the Moscow Ring Road in spring 2022

Следует отметить, что на этапе исследований в 2022 г. было преждевременным ранжировать экспериментальные участки верхнего слоя по колеестойкости и выделять из них наилучший и наихудший. Причина, вполне вероятно, в том, что в рассмотренных выборках подтверждается статистическая гипотеза равенства средних по критерию Стьюдента.

На начальных этапах мониторинга стало понятно, что окончательный вывод об устойчивости экспериментальных участков ЩМА к колееобразованию можно сделать по результатам их мониторинга в период, близкий к концу срока эксплуатации.

В качестве наиболее наглядной иллюстрации на рис. 7 показан размах средней глубины колеи на каждом экспериментальном участке верхнего слоя покрытия МКАД, рассчитанный по данным измерений ООО МИП «МАДИ-ДТ» при экспериментальном коэффициенте вариации 29 % (максимальном на рис. 5).

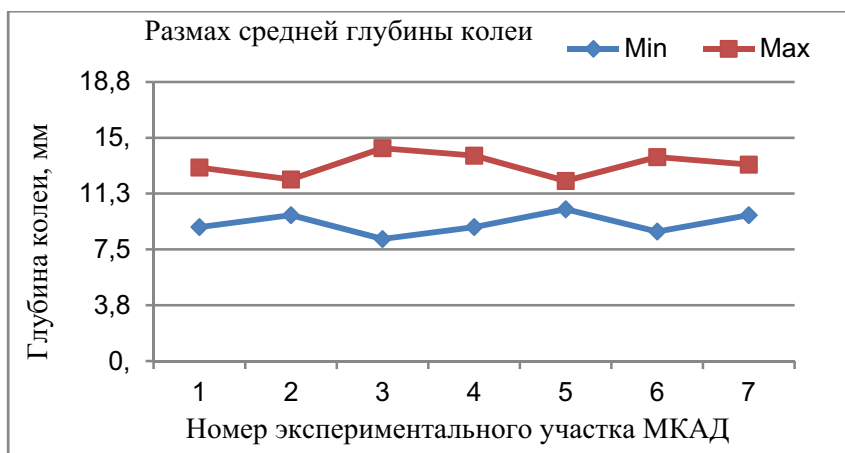


Рис. 7. Результаты статистической обработки данных измерений ООО МИП «МАДИ-ДТ»
(дата обследования – весна 2022)

Fig. 7. Results of statistical processing of measurement data by LLC MIP "MADI-DT" (survey date spring 2022)

Примечательно, что на участке № 3 с верхним слоем SMA-22 замерена как минимальная глубина левой колеи на 3 полосе движения, так и максимальная правая колея на 2 полосе движения.

Разброс значений глубины колеи в массивах Ю.В. Кузнецова и ГБУ города Москвы «Автомобильные дороги» по результатам ПДЛ КП-514РДТ существенно ниже (рис. 4). Тем не менее, как отмечалось еще в 2022 г., при доверительной вероятности 95 % средние значения глубины колеи на всех экспериментальных участках мало отличаются друг от друга.

К 2023 г., по прошествии двух лет эксплуатации экспериментальных участков МКАД, в результатах мониторинга по-прежнему без изменений сохранялась тенденция результатов мониторинга 2022 года.

При этом данные сравнения гранулометрии экспериментальных составов (рис. 8) позволили сделать предварительные выводы, что ожидать значимых различий эксплуатационного состояния экспериментальных участков покрытий не следует. Объясняется это следующим:

- природа каменных материалов в составах ЩМА одна и та же;
- зерновые составы близки по содержанию щебня и различаются по крупности применяемого щебня в пределах одного типа ЩМА;

- использовано битумное вяжущее трех видов с близкими характеристиками вязкости;
- объем пустот, судя по результатам испытаний образцов ЩМА, находился в пределах от 1,5 до 3,7 %, не выходя за рамки действующих стандартов;
- объемное содержание битумного вяжущего в ЩМА (разность между пористостью минерального остова и объемом пустот) установлено в пределах от 13,5 до 16 %.

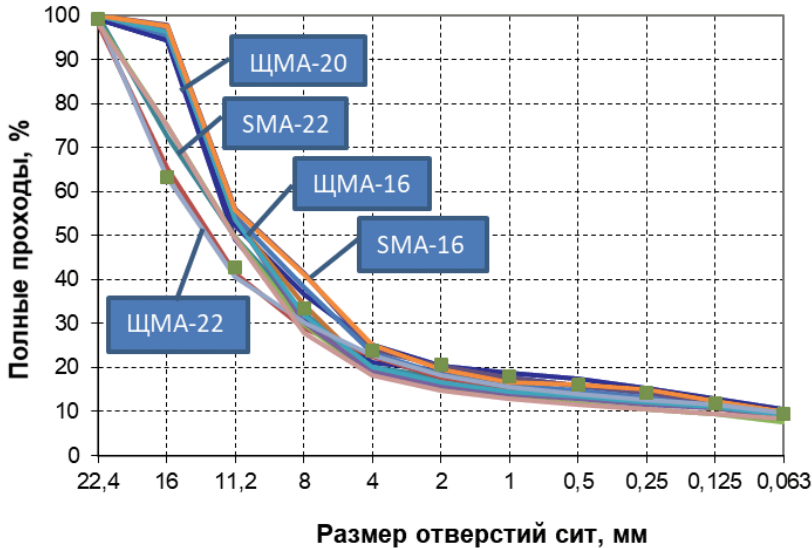


Рис. 8. Сравнение гранулометрии экспериментальных смесей в испытанных пробах
 Fig. 8. Comparison of granulometry of experimental mixtures in the tested samples

Нашла подтверждение и другая гипотеза, высказанная при интерпретации полученных данных мониторинга. После первого года эксплуатации покрытия МКАД опытных участков мы заметили, что прирост глубины колеи стал меньше. Особенно это было заметно на участке, где в составе была сера. Наименьшие значения прироста глубины колеи тогда связали с ее величиной. Возникло предположение, что на глубине слоя порядка 6–10 мм, соответствующей половине размера щебенки в ЩМА, скорость износа будет наименьшей. Тогда снижение темпа износа можно ожидать и на других участках, где сера не применялась.

В дополнение к обследованиям экспериментальных участков внутреннего кольца МКАД 86-й км – 88-й км + 800 м были обследованы участки ремонта МКАД, выполненные в том же 2021 году на традиционной для города Москвы смеси ЩМА-20 на ПБВ 60 по [7], а именно: МКАД 1 – 2 км; МКАД 5 – 6 км; МКАД 34 – 35 км; МКАД 60 – 63 км.

Результаты показали, что асфальтобетонное покрытие из традиционной для города Москвы смеси ЩМА-20 на ПБВ 60 по [7] не уступает по износостойкости покрытию на 7 экспериментальных участках, а где-то даже и превосходит.

Необходимо также отметить и экономический эффект от использования смесей по новым ГОСТ Р на экспериментальных участках МКАД. Они оказались дороже традиционной для города Москвы смеси ЩМА-20 на ПБВ 60 по [7].

По итогам эксперимента 2021 года были сформулированы требования к дорожным асфальтобетонам для улично-дорожной сети города Москвы [26]. По заказу ГБУ города Москвы «Автомобильные дороги» в 2022 г. были разработаны стандарты организации:

СТО 87582433-01-2023 «Смеси асфальтобетонные горячие и асфальтобетон. Технические условия» [27] и СТО 87582433-02-2023 «Требования к асфальтобетонным покрытиям при ремонте автомобильных дорог улично-дорожной сети города Москвы. Технические условия» [28]. Авторами данных СТО стали канд. техн. наук Г.Н. Кирюхин (разработчик отмененных ГОСТ 31015-2002 [7] и ГОСТ 9128-2013 [29]) и д-р техн. наук Ю.Э. Васильев. При этом особый вклад в развитие данных стандартов внес Г.Н. Кирюхин, обобщив многолетние научные знания в области исследования дорожных асфальтобетонов.

Необходимо отметить, что СТО 87582433-01-2023 [27] нормирует требования асфальтобетонов по физико-механическим характеристикам, тогда как новая система ГОСТ Р полностью отменяет обязательные требования по прочностным характеристикам, оставляя только требования к объемным показателям.

Указанные стандарты организации ГБУ города Москвы «Автомобильные дороги» с 2023 года успешно применяются на объектах города Москвы.

Заключение

В работе установлено, что разброс значений по показателю «колейность» на всех опытных участках по прошествии трехлетнего срока эксплуатации незначительный, так как все экспериментальные участки имеют близкие значения.

Полученные в работе результаты показали, что однозначное влияние вида ЩМА на интенсивность колееобразования не прослеживается.

Максимальная колея после трех лет эксплуатации покрытия опытных участков МКАД образуется в 1 и 2 скоростных полосах независимо от состава асфальтобетонной смеси.

Впервые определено, что асфальтобетонное покрытие из традиционной для города Москвы смеси ЩМА-20 на ПБВ 60 по ГОСТ 31015-2002 [7] не уступает по износостойкости покрытию на 7 экспериментальных участках.

Также был проведен экономический расчет, по которому асфальтобетонные смеси по новым ГОСТ Р на экспериментальных участках МКАД оказались дороже традиционной для города Москвы смеси ЩМА-20 на ПБВ 60 по ГОСТ 31015-2002 [7].

По итогам эксперимента 2021 года были сформулированы требования к дорожным асфальтобетонам для улично-дорожной сети города Москвы, которые нашли отражение в стандарте организации ГБУ «Автомобильные дороги».

Список литературы

1. Стебаков А.П., Кирюхин Г.Н., Гопин О.Б. Щебеночно-мастичный асфальтобетон – будущее дорожных покрытий // *Строительная техника и технологии*. 2002;19(3):16–17.
2. Арутюнов В.Г., Кирюхин Г.Н., Юмашев В.М. Первый опыт строительства покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России // *Дороги России XXI века*. 2002;(3):58–61.
3. Эфа А.К., Жураускас А.В., Акулов А.П. Щебеночно-мастичный асфальтобетон. Теоретические основы, практика применения // *Строительные материалы*. 2003;(1):22–23.
4. Кирюхин Г.Н. Контроль плотности покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона // *Наука и техника в дорожной отрасли*. 2005;32(1):15–17.
5. Кирюхин Г.Н. Опыт устройства дорожных покрытий из щебеночно-мастичного асфальтобетона в России // *Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета*. 2006;(34–35):52–54.
6. Углова Е.В., Ширяев Н.И., Ни Г., Поздняков Н.О. Сравнительный анализ эксплуатационных свойств щебеночно-мастичных и дренирующих асфальтобетонных смесей для слоев износа // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. 2019;(1):9–15. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnyy-analiz>

ekspluatatsionnyh-svoystv-schebenochno-mastichnyh-i-dreniruyuschih-asfaltobetonnyh-smesey-dlya-sloev-iznosa?ysclid=mli4afn1wr982123453.

7. ГОСТ 31015-2002. Смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Технические условия. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200031204>

8. Obert S. Predicting the performance of stonemastic asphalt. Highway Engineering Research Group, University of Ulster, 75 Belfast Road, Carrickfergus BT38 8PH, UK. In: Young Researchers' Forum. 2000, London: SCI.

9. Rodríguez W., Rivera J., Sevillano M., Torres T. Performance evaluation of Stone Mastic Asphalt (SMA) mixtures with textile waste fibres. *Construction and Building Materials*, 2024;455:139125. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.139125>.

10. Pourtahmasb M.S., Karim M.R. Performance Evaluation of Stone Mastic Asphalt and Hot Mix Asphalt Mixtures Containing Recycled Concrete Aggregate. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014;2014:ID863148. <https://doi.org/10.1155/2014/863148>.

11. Павлова Л.Н., Шмелев А.А. Применение щебеночно-мастичного асфальтобетона и его принципиальные отличия от других видов асфальтобетонов // *Тенденции развития науки и образования*, 2023;198–111:153–156. <https://doi.org/10.18411/trnio-06-2023-642>.

12. Гекк В.Ф., Кирюхин Г.Н., Смирнов Е.А. Опыт устройства долговечных покрытий из ЩМА // *Автомобильные дороги*. 2021;1072(3):115–120.

13. Чарыков Ю.М., Иванникова Н.Г., Горбатовский А.А., Коротков А.В. Применение щебеночно-мастичной асфальтобетонной смеси на основе полимерно-битумного вяжущего // *Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета*. 2015;49(2):214–221.

14. Илиополов С.К., Мардиросова И.В., Чернов С.А., Дармодехин П.О. Модифицированная щебеночно-мастичная асфальтобетонная смесь с дисперсно-армирующей добавкой «FORTA». *Интернет-журнал Науковедение*. 2012;12 (3):97.

15. Руденский А.В. О необходимости существенной переработки ГОСТа на асфальтобетон // *Дороги и мосты*. 2009;21(1):244–250.

16. ГОСТ Р 58406.1-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-мастичные асфальтобетонные и асфальтобетон. Технические условия. Москва: Стандартинформ, 2020.

17. ГОСТ Р 58401.2-2019. Дороги автомобильные общего пользования. Смеси асфальтобетонные дорожные и асфальтобетон щебеночно-мастичные. Система объемно-функционального проектирования. Технические требования. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200164805>.

18. Колесник Д.А., Пахаренко Д.В. Опыт внедрения системы Supergrape на дорогах России // *Дорожная держава*. 2019;1(88):70–75. Режим доступа: https://dorvest.ru/images/nomera/DD_88/70-75_88.pdf.

19. Берлин А.А., Никольский В.Г., Дударева Т.В., Красоткина И.А., Зверева У.Г., Гордеева И.В., Сорокин А.В., Рожков И.М., Харпаев А.В. Опыт применения стандартов SUPERPAVE // *Автомобильные дороги*. 2016;3(3):73–80.

20. Исаков А.М., Небрatenko Д.Ю. Об организации научно-исследовательского сектора при работе по методологии SUPERPAVE // *Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета*. 2020;20(12):111–117.

21. Дамье Е.Л. Объемный метод проектирования асфальтовых смесей по системе SUPERPAVE // *Мир дорог*. 2019;1(119):72–73.

22. Кирюхин Г.Н., Джуманов Р.Б. Плюсы и минусы системы проектирования асфальтобетона «СУПЕРПЕЙВ». В: Ассоциация исследователей асфальтобетона. *Сборник статей и докладов*. Москва; 2014, с. 72–83.

23. Кирюхин Г.Н. Гармонизация стандартов на щебеночно-мастичный асфальтобетон // *Дороги и мосты*. 2011;26(2):311–323.

24. Жданов К.А. Предварительные результаты эксперимента по устройству опытных участков из ЩМА на МКАД, запроектированных по различным национальным стандартам. В: ПРОБитум и ПБВ: доклады конференции. Москва; 2022. Режим доступа: <https://www.probitum.pro/report>.

25. Кузнецов Ю.В., Моисеенко Д.А., Кузнецов В.А., Пуркина И.А. Результаты мониторинга опытных участков дорожных покрытий на МКАД // *Автомобильные дороги*. 2023;3(3):108–117.

26. Никонova О.Н., Малазоня Г.Ш., Васильев Ю.Э. Изменение нормативной базы на асфальтобетонные смеси в Москве. В: Ассоциация исследователей асфальтобетона. *Сборник статей и докладов*. Москва; 2014, с. 72–83.

27. СТО 87582433-01-2023. Смеси асфальтобетонные горячие и асфальтобетон. Технические условия. 2023.

28. СТО 87582433-02-2023 «Требования к асфальтобетонным покрытиям при ремонте автомобильных дорог улично-дорожной сети города Москвы. Технические условия». Москва.

29. ГОСТ 9128-2013. Смеси асфальтобетонные, полимерасфальтобетонные, асфальтобетон, полимерасфальтобетон для автомобильных дорог и аэродромов. Технические условия. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200108509?ysclid=mljea4qz1u249790060>.

References

1. Stebakov A.P., Kiryukhin G.N., Gopin O.B. Stone mastic asphalt concrete – the future of road surfaces. *Construction equipment and technologie*, 2002;3:16–17. (In Russian).
2. Arutyunov V.G., Kiryukhin G.N., Yumashev V.M. First experience of building stone mastic asphalt concrete surfaces in Russia. *Roads of Russia in the 21st century*, 2002;(3):58–61. (In Russian).
3. Efa A.K., Zhuraskas A.V., Akulov A.P. Stone mastic asphalt concrete. Theoretical foundations, practical application. *Construction materials*, 2003;(1):22–23. (In Russian).
4. Kiryukhin G.N. Density control of stone mastic asphalt concrete pavements. *Science and technology in the road industry*, 2005;(1):15–17. (In Russian).
5. Kiryukhin G.N. Experience in Construction of Stone Mastic Asphalt Concrete Road Pavements in Russia. *Vestnik Khar'kovskogo natsional'nogo avtomobil'no-dorozhnogo universiteta = Bulletin of the Kharkiv National Automobile and Highway University*, 2006;(34–35):52–54. (In Russian).
6. Uglova E.V., Shiryayev N.I., Ni G., Pozdnyakov N.O. Comparative Analysis of the Performance Properties of Stone Mastic and Draining Asphalt Concrete Mixtures for Wear Courses. *Bulletin of the V.G. Shukhov BSTU*, 2019;(1):9–15. (In Russian).
7. State Standard 31015-2002. Bituminous stone mastic mixtures and stone mastic asphalt. Specifications. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200031204>. (In Russian).
8. Obert S. Predicting the performance of stonemastic asphalt. Highway Engineering Research Group, University of Ulster, 75 Belfast Road, Carrickfergus BT38 8PH, UK. In: Young Researchers' Forum. 2000, London: SCI.
9. Rodríguez W., Rivera J., Sevillano M., Torres T. Performance evaluation of Stone Mastic Asphalt (SMA) mixtures with textile waste fibres. *Construction and Building Materials*, 2024;455:139125. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2024.139125>.
10. Pourtahmasb M.S., Karim M.R. Performance Evaluation of Stone Mastic Asphalt and Hot Mix Asphalt Mixtures Containing Recycled Concrete Aggregate. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2014;2014:ID863148, <https://doi.org/10.1155/2014/863148>.
11. Pavlova L.N., Shmelev A.A. Application of stone mastic asphalt concrete and its fundamental differences from other types of asphalt concrete. *Trends in the Development of Science and Education*, 2023;(98-11):153–156. (In Russian). <https://doi.org/10.18411/trnio-06-2023-642>.
12. Gekk V.F., Kiryukhin G.N., Smirnov E.A. Experience in the Installation of Durable Stone Mastic Asphalt Pavements. *Highways*, 2021;1072(3):115–120.
13. Charykov Yu.M., Ivannikova N.G., Gorbatovskiy A.A., Korotkov A.V. Application of stone-mastic asphalt concrete mixture based on polymer-bitumen binder. *Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering*, 2015;49(2):214–221. (In Russian).
14. Iliopolov S.K., Mardirosova I.V., Chernov S.A., Darmodekhin P.O. Modified stone-mastic asphalt concrete mixture with dispersed-reinforcing additive "FORTA". *Online journal Naukovedenie*, 2012;12(3):97. (In Russian).
15. Rudensky A.V. On the Need for Substantial Revision of the GOST Standard for Asphalt Concrete. *Roads and Bridges*, 2009;21(1):244–250. (In Russian).
16. State Standard R 58406.1-2020. Automobile roads of general use. Stone-mastic asphalt mixtures and asphalt concrete. Specifications. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200173319>. (In Russian).
17. State Standard R 58401.2-2019. Automobile roads of general use. Stone-mastic asphalt mixtures and asphalt concrete for road pavement. Volumetric-functional design system. Technical requirements. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200164805>. (In Russian).
18. Kolesnik D.A., Pakharensko D.V. Experience with the Implementation of the Superpave System on Russian Roads. *Road Power*, 2019;88:70–75. Available at: https://dorvest.ru/images/nomera/DD_88/70-75_88.pdf. (In Russian).
19. Berlin A.A., Nikolsky V.G., Dudareva T.V., Krasotkina I.A., Zvereva U.G., Gordeeva I.V., Sorokin A.V., Rozhkov I.M., Kharpaev A.V. Experience in applying SUPERPAVE standards. *Highways*, 2016;(3):73–80. (In Russian).

20. Isakov A.M., Nebratenko D.Yu. On the organization of the research sector when working on the SUPERPAVE methodology. *Bulletin of the Kyrgyz-Russian Slavic University*, 2020;20(12):111–117. (In Russian).
21. Danye E.L. Volumetric Method for Designing Asphalt Mixtures Using the SUPERPAVE System. *Road World*, 2019;(119):72–73. (In Russian).
22. Kiryukhin G.N., Dzhumanov R.B. Pros and Cons of the SUPERPAVE Asphalt Concrete Design System. Asphalt Concrete Researchers Association. In: Association of Asphalt Concrete Researchers. *Collection of Articles and Reports*. Moscow;2014, pp. 72–83. (In Russian).
23. Kiryukhin G.N. Harmonization of Stone Mastic Asphalt Concrete Standards. *Roads and Bridges*, 2011;26(2):311–323. (In Russian).
24. Zhdanov K.A. Preliminary Results of an Experiment on the Construction of SMA Test Sections on the Moscow Ring Road, Designed According to Various National Standards. PROBitum and PBB: conference report. 2022. Available at: <https://www.probitum.pro/report>. (In Russian).
25. Kuznetsov Yu.V., Moiseenko D.A., Kuznetsov V.A., Purkina I.A. Results of monitoring experimental sections of road surfaces on the Moscow Ring Road. *Highways*, 2023;(3):108–117. (In Russian).
26. Nikonova O.N., Malazoniya G.Sh., Vasiliev Yu.E. Changes in the regulatory framework for asphalt concrete mixtures in Moscow. In: Association of Asphalt Concrete Researchers. *Collection of Articles and Reports*. Moscow; 2014, pp. 72–83. (In Russian).
27. STO 87582433-01-2023. Hot asphalt concrete mixtures and asphalt concrete. Technical specifications. 2023. (In Russian).
28. STO 87582433-02-2023 «Requirements for asphalt concrete pavements during repairs of Moscow's street and road network. Technical conditions». Moscow.
29. State Standard 9128-2013. Asphaltic concrete and polimer asphaltic concrete mixtures, asphaltic concrete and polimer asphaltic concrete for roads and aerodromes. Specifications. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/1200108509?ysclid=mljea4qz1u249790060>. (In Russian).

Информация об авторе / Information about the author

Ольга Николаевна Никонова, начальник управления контроля качества и инновационной деятельности, ГБУ «Автомобильные дороги», Москва

e-mail: olga.helga@mail.ru

Olga N. Nikonova, Head of the Department of Quality Control and Innovation Activities, State Budgetary Institution "Motor Roads", Moscow

e-mail: olga.helga@mail.ru