РЕМОНТ И СОДЕРЖАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Научная статья

УДК 625.7/.8
DOI: 10.70991/1815-896X-2025-1-53-72-97
EDN: IXFWMA

ОЦЕНКА ТРЕБОВАНИЙ К ПОКАЗАТЕЛЯМ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТКОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С АВТОМАТИЧЕСКИМИ ПУНКТАМИ ВЕСОВОГО И ГАБАРИТНОГО КОНТРОЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Максим Дмитриевич Филиппов[1]✉
Ирина Александровна Рахимова[2]
Николай Николаевич Беляев[3]
Тархан Ширасланович Мусаев[4]

[1,2,3,4]Российский дорожный научно-исследовательский институт (ФАУ «РОСДОРНИИ»), Москва, Россия

[1]filippov@rosdornii.ru✉
[2]rakhimova@rosdornii.ru
[3]BelyaevNN@rosdornii.ru
[4]MusaevT@rosdornii.ru

Аннотация: *В статье представлен обзор нормативных отечественных и зарубежных стандартов, содержащих требования к показателям эксплуатационного состояния участков автомобильных дорог с автоматическими пунктами весового и габаритного контроля транспортных средств (АПВГК). Дана оценка научных исследований и публикаций в области эксплуатационного состояния участков автомобильных дорог с АПВГК в Российской Федерации. Кроме того, на основе анкетирования владельцев и балансодержателей участков с АПВГК выполнен анализ опыта эксплуатации таких участков. На основании обзора стандартов, исследований и публикаций, а также с учетом их оценки определена необходимость разработки специальных требований к эксплуатационному состоянию участков автомобильных дорог с АПВГК, а также целесообразность подготовки комплекса дополнений и изменений в нормативные документы, в*

область применения которых входит эксплуатация автомобильных дорог.

Ключевые слова: *продольная ровность, поперечная ровность (колейность), прочность, упругий прогиб, точность взвешивания.*

Для цитирования: Филиппов М.Д., Рахимова И.А., Беляев Н.Н., Мусаев Т.Ш. Оценка требований к показателям эксплуатационного состояния участков автомобильных дорог с автоматическими пунктами весового и габаритного контроля транспортных средств // Дороги и мосты. – 2025. – № 53/1. – С. 72-97. DOI: 10.70991/1815-896X-2025-1-53-72-97.

ROAD REPAIR AND MAINTENANCE

Original article

ASSESSMENT OF REQUIREMENTS TO INDICATORS OF OPERATIONAL CONDITION OF ROAD SECTIONS WITH AUTOMATIC VEHICLE WEIGHT AND DIMENSIONAL CONTROL POINTS

Maxim D. Filippov[1]✉
Irina A. Rakhimova[2]
Nikolay N. Belyaev[3]
Tarkhan Sh. Musaev[4]

[1,2,3,4]Russian road Scientific Research Institute (FAI «ROSDORNII»), Moscow, Russia

[1]filippov@rosdornii.ru✉
[2]rakhimova@rosdornii.ru
[3]BelyaevNN@rosdornii.ru
[4]MusaevT@rosdornii.ru

Abstract: *The article presents a review of normative domestic and foreign standards that contain requirements for the indicators of the operational condition of road sections with automatic vehicle weight and dimensional control points (AWDCP). An assessment of scientific researches and publications in the field of operational condition of road sections with AWDCP in the Russian Federation is done. In addition, on the basis of a questionnaire survey of owners and balance holders of road sections with AWDCP, the experience of operation of such sections is analyzed. Based on the review of standards, researches and*

publications, as well as taking into account their evaluation, the need for the development of special requirements for the operational condition of road sections with AVWCP and the expediency of the preparation of a set of supplements and amendments to regulatory documents, the scope of which includes the road operation have been determined.

Keywords: *longitudinal evenness, transverse evenness (rutting), strength, elastic deflection, weighing accuracy.*

For citation: **Filippov M.D., Rakhimova I.A., Belyaev N.N., Musaev T.Sh.** Assessment of requirements to indicators of operational condition of road sections with automatic vehicle weight and dimensional control points // Roads and Bridges. – 2025; (53/1): 72-97 (In Russ.). DOI: 10.70991/1815-896X-2025-1-53-72-97.

ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения сохранности автомобильных дорог актуальным является предотвращение ущерба, наносимого автомобильным дорогам тяжеловесными и крупногабаритными транспортными средствами (ТС) с недопустимым превышением массы и/или недопустимыми нагрузками на оси. Такой ущерб часто превышает расходы на содержание автомобильных дорог общего пользования.

Предотвратить, уменьшить или компенсировать причиненный автомобильной дороге ущерб от ТС позволяют мероприятия по осуществлению весогабаритного контроля, что дает возможность отслеживать и регулировать превышение нагрузки на автомобильные дороги, а также своевременно осуществлять меры по обеспечению или поддержанию их требуемого состояния. Для решения данной задачи в рамках национального проекта «Безопасные качественные автомобильные дороги» была предусмотрена сеть автоматических пунктов весогабаритного контроля (далее – АПВГК), которые позволяют автоматически взвешивать и определять размеры ТС без его торможения или полной остановки, в круглосуточном режиме контролировать загруженность дорог и выявлять перегруженные ТС.

Однако на современном этапе актуальной задачей является увеличение сроков службы измерительного оборудования АПВГК. Практика показывает, что введенное в эксплуатацию весоизмерительное оборудование не всегда и не везде способно выполнять свои функции уже после нескольких лет его эксплуатации по следующим причинам:

– не всегда обеспечивается требуемая точность измерения весоизмерительных датчиков из-за образования колейности на покрытии, нарушения продольной ровности в зоне сопряжения с датчиками;

– местами не соблюдается равномерность движения транспортных средств в зоне измерений из-за дефектов покрытия на участке автомобильной дороги с АПВГК;

– на отдельных участках отмечается снижение прочности дорожной одежды из-за образования дефектов на проезжей части, обочинах и неудовлетворительного состояния системы водоотвода.

Главной причиной, по которой не удается обеспечить надежные условия эксплуатации весоизмерительного оборудования и его работу в течение гарантированного производителями срока службы, является несоблюдение или недостаточность нормативных требований к показателям эксплуатационного состояния участков с АПВГК.

Цель данной статьи – оценка достаточности действующих требований или необходимости разработки новых специальных требований для обеспечения нормативных сроков службы измерительного оборудования АПВГК.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить анализ действующих нормативных правовых и нормативных технических документов.
2. Провести анализ научных исследований и публикаций по данному вопросу в Российской Федерации и за рубежом.
3. Проанализировать результаты анкетирования владельцев и балансодержателей участков с АПВГК, производителей и поставщиков оборудования по вопросам актуальности и применимости существующих нормативно-технических документов к специализированным участкам.

Обзор отечественных и зарубежных действующих нормативных правовых и нормативно-технических документов

Продольная и поперечная ровность

В настоящее время нормативные технические документы, за исключением ПНСТ 663-2022 «*Дороги автомобильные общего пользования. Пункты весового и габаритного контроля транс-*

портных средств автоматические. Требования к проектированию» **[1]**, определяют требования к автомобильным дорогам в целом, не учитывая особенности работы АПВГК.

Требования к показателям эксплуатационного состояния участков с АПВГК закреплены в Приказе Минтранса России № 348 от 31.08.2020 «Об утверждении Порядка осуществления весового и габаритного контроля транспортных средств» **[2]**. Согласно п. 39 данного Приказа, к местам установки оборудования АПВГК предъявляются требования по продольному уклону – не более 10 ‰ (постоянный), поперечному уклону – не более 30 ‰, по допустимому радиусу кривизны в плане – не менее 1000 м. Кроме того, указано, что поперечная и продольная ровность проезжей части не должна превышать нормативных показателей и должна обеспечивать возможность измерений согласно метрологическим характеристикам средств измерений.

В ГОСТ Р 59105-2020 «*Дороги автомобильные общего пользования. Автоматизированные системы управления дорожным движением, метеообеспечения, пункты весового и габаритного контроля. Технические правила содержания*» **[3]** имеется единственное указание на необходимость проведения инструментального контроля параметров ровности дорожного покрытия в зоне взвешивания на соответствие требованиям эксплуатационной документации при проведении технического обслуживания АПВГК.

Отдельные требования к эксплуатационному состоянию покрытия проезжей части при вводе АПВГК в эксплуатацию (при установке датчиков) приведены в ГОСТ Р 59201-2021 «*Дороги автомобильные общего пользования. Капитальный ремонт, ремонт и содержание. Технические правила*» **[4]**, в том числе:

– допустимая глубина колеи не должна превышать 3 мм;

– минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды – не менее 325 МПа;

– конструкция дорожной одежды краевых полос у обочин (и полос безопасности на разделительной полосе) должна иметь такую же прочность, как и дорожная одежда проезжей части.

В соответствии с ГОСТ Р 50597-2017 *«Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля»* **[5]** эксплуатационное состояние по-

крытия проезжей части в целом для автомобильных дорог определяется тремя основными критериями, оказывающими определяющее влияние на обеспечение безопасности дорожного движения:

– продольной ровностью покрытия;

– коэффициентом сцепления покрытия с колесом автомобиля;

– дефектами покрытия (в том числе колейностью) и сроками их устранения.

В ГОСТ Р 59120-2021 **[6]** установлены требования к продольной ровности при вводе в эксплуатацию (в зависимости от категории автомобильной дороги: для I-III категорий – ≤2,2 м/км и для IV категории – ≤2,6 м/км), а также в период эксплуатации с учетом требований ГОСТ 33388-2015 (приложение А) **[7]** и ГОСТ Р 50597-2017 (подраздел 5.2) **[5]**. Предельно допустимую глубину колеи на покрытии проезжей части и размеры дефектов устанавливаются по ГОСТ Р 50597-2017 **[5]**.

В соответствии с ГОСТ 33388-2015 «*Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации*» **[7]** требования к продольной и поперечной ровности должны соответствовать значениям, представленным в национальных нормативных документах, т.е. в ГОСТ Р 50597-2017 **[5]**. При этом допускается использовать требования к продольной ровности, представленные в рекомендательном приложении А ГОСТ 33388-2015 **[7]**. Следует дополнительно отметить требования ГОСТ Р 70124-2022 «*Дороги автомобильные общего пользования. Организация и безопасность дорожного движения на автомагистралях и скоростных автомобильных дорогах. Общие требования*» **[8]**. В соответствии с ним, при эксплуатации автомагистралей и скоростных автомобильных дорог, значения показателя IRI не должны превышать 3,1 м/км.

В зарубежных странах также существуют требования к показателям эксплуатационного состояния автомобильных дорог в целом. Так, в отдельных штатах США требования к ровности в период эксплуатации дорожных покрытий представлены по показателю IRI в интервале от 2,4 до 3,3 м/км, а в среднем по странам Европы – от 2,7 до 6 м/км **[9]**.

По результатам рассмотрения зарубежных стандартов и международных общепризнанных документов, касающихся специализированных участков, на которых осуществляется взвешивание ТС в движении, установлено, что для зарубежных систем WIM

((Weigh-in-motion), аналогичных АПВГК) требования к организации и контролю весового и габаритного контроля содержатся в трех документах. Технические требования приведены в COST 323 **[10]** и ASTM E1318-09 **[11]**, а метрологические – в OIML R134-1:2006 **[12]**. Из указанных документов только ASTM E1318-09R24 **[11]** является национальным нормативным стандартом США. Все упомянутые выше документы не признаны как нормативные на уровне межнациональных или международных, но применяются многими странами на уровне национальных требований к системам WIM. Следует отметить, что COST 323 **[10]** и ASTM E1318-09 **[11]** включают различный объем требований, разную классификацию систем WIM, но при этом близкие по содержанию ключевые требования по перечню и точности измерений для систем WIM. Более детально технические требования изложены в COST 323 **[10]**, а в ASTM E1318-09 **[11]** подробно описаны нормативные процедуры установки, поверки, ввода в эксплуатацию и непосредственно эксплуатации систем WIM. Страны Евросоюза опираются на COST 323 **[10]** и OIML R 134-1: 2006 **[12]** и признают их наряду со своими национальными требованиями к WIM.

По COST 323 **[10]** различают 3 класса WIM-систем, на которые распространяются различные требования в зависимости от типа покрытия дорожной одежды, а именно по величинам допустимой глубины колеи, статического прогиба при 13-тонной нагрузке на ось, динамического прогиба при 5-тонной нагрузке на колесо и ровности покрытия.

В **табл. 1** приведены действующие требования к показателям продольной и поперечной ровности в соответствии с действующими отечественными нормативными техническими **[5, 7, 8]** и зарубежными документами **[9, 10]**.

Сравнение данных в **табл. 1** показывает существенные различия требований нормативных документов к автомобильным дорогам в целом от требований зарубежных документов к участкам с WIM-системами: по поперечной ровности (колейности) – от 2 до 10 раз, а по показателю продольной ровности – от 1,5 до 3 раз. Опыт эксплуатации WIM-систем за рубежом по стандартам (ASTM E1318-09R24 **[11]** и COST 323 **[10]**) показывает, что требования к показателям эксплуатационного состояния отличаются от нормативных требований, действующих на автомобильных дорогах Российской Федерации, в сторону большего ужесточения. При этом требования к продольной ровности по ГОСТ Р 70124-2022 **[8]**

для IА и IБ категорий (≤ 3,1 м/км) и рекомендованные требования по ГОСТ 33388-2015 **[7]** для I-IV категорий для оценки «хорошо» (≤ 2,6 – 3,9), которые выше требований по ГОСТ Р 50597-2017 **[5]** свидетельствуют о том, что в практике дорожного хозяйства Российской Федерации такие показатели продольной ровности дорожных покрытий вполне достижимы.

Наличие дефектов

По ГОСТ Р 50597-2017 **[5]**, кроме ровности, также нормируются:

– предельные допустимые размеры дефектов в зависимости от категории автомобильной дороги, при превышении размеров которых требуется их устранение в установленные сроки;

– допустимое занижение обочины до 4 см, но при этом не допускается возвышение обочины и разделительной полосы над проезжей частью при отсутствии бордюра;

– аналогичные требования к продольной ровности (как для покрытия проезжей части) к полосам безопасности у разделительных полос, а также к укрепленным полосам у обочин;

– допустимая величина колейности и продольной ровности на автомобильных дорогах, имеющихся под уплотненным снежным покровом **(табл. 1)**.

Кроме того, необходимо указать действующий стандарт – ГОСТ 8.646-2015 «*Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Весы автоматические для взвешивания транспортных средств в движении и измерения нагрузок на оси. Методика проверки*» **[13]**, который распространяется на автоматические весы, предназначенные для определения полной массы транспортного средства и нагрузок на отдельные оси и группы осей. В соответствии с приложением В к данному документу допустимая высота (глубина) неровностей за пределами подъездных путей к весоизмерительной платформе допускается в пределах ± 6 мм. Таким образом, более значительные неровности (например, ямы, выбоины или трещины на дорожном покрытии) глубиной более 6 мм могут быть причиной возмущающего воздействия на движущееся ТС, что приводит к его значительным колебаниям. Таким образом, на участке с АПВГК не следует допускать наличие таких дефектов, как ямы, выбоины и трещины.

Таблица 1

Требования к продольной и поперечной ровности покрытия автомобильных дорог в целом по отечественным и зарубежным нормативным документам, а также к WIM-системам в период эксплуатации*

Категория а/д	Для автомобильных дорог в целом									Для зарубежных WIM-систем [10]		
	Приложение А (рекомендательное) по ГОСТ 33388-2015 [7]				ГОСТ Р 50597-2017 [5]		ГОСТ Р 70124-2022 [8]	США [9]	Страны Европы [9]	I (превосходная)	II (хорошая)	III (приемлемая)
	Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно	без УСП	с УСП						
Продольная ровность по индексу IRI, м/км												
IA, IБ	≤ 2,6	2,6-3,1	3,1-3,7	> 3,7	≤ 4,0	-	≤ 3,1	2,2-3,3	2,7-6,0	0-1,3	1,3-2,6	2,6-4
IB	≤ 3,1	3,1-3,6	3,6-4,2	> 4,2	≤ 4,5	-	-					
II						-						
III	≤ 3,3 (≤3,8)	3,3-3,8 (3,8-4,4)	3,8-4,5 (4,4-5,3)	> 4,5 (> 5,3)	≤ 5,0 (≤ 5,5)	≤ 5,5 (≤5,5)						
IV	-(≤ 3,9)	-(3,9-4,6)	≤ 5,0 (4,6-5,7)	> 5,0 (>5,7)	≤ 6,0 (≤ 6,5)							
Поперечная ровность (колейность), мм												
IA, IБ, IB	по ГОСТ Р 50597-2017 **[5]**				≤ 20	-	по ГОСТ Р 50597-2017 **[5]**	-	-	≤4	≤7	≤10
II					≤ 25	-						
III, IV					≤ 30	≤ 30						

Примечание: *1. В скобках приведены значения для дорожных одежд облегченного типа.*
2. УСП – уплотненный снежный покров толщиной от 3 до 8 см.
** составлено авторами; а/д – автомобильная дорога.*

Превышение поверхности весоизмерительного датчика относительно поверхности покрытия

В процессе эксплуатации АПВГК дорожные организации в целях обеспечения точности измерений оборудования в покрытии сталкиваются с необходимостью поддержания так называемой «плоскостности» покрытий весоизмерительного датчика и поверхности покрытия проезжей части. Таким образом, является актуальной задачей определение максимально допустимой высоты поверхности датчика, при превышении которой нарушается точность измерения весовых параметров ТС.

Согласно приложению В к ГОСТ 8.646-2015 **[13]**, подъездные пути до и после весоизмерительной платформы должны состоять из устойчивого к нагрузке покрытия, при этом следует обеспечить прямой гладкий участок поверхности путей, лежащих в пределах ±3 мм от уровня весоизмерительной платформы.

Прочность дорожных одежд

Важно отметить необходимость обеспечения и поддержания достаточной прочности дорожных одежд, величина которой, определяемая показателем упругого прогиба, уменьшается в процессе эксплуатации автомобильной дороги, что является одной из причин снижения продольной и поперечной ровности покрытия.

В **табл. 2** представлены требования к прочности дорожных одежд в России и за рубежом.

На основе данных, приведенных в **табл. 2**, следует отметить, что за рубежом требования к прочности дорожных одежд выше в 1,9-13 раз также, как и требования к продольной ровности – в 1,5-3 раза **(табл. 1)**.

Общий модуль упругости нежесткой дорожной одежды определяется в ходе диагностики, устанавливая потенциальную скорость снижения продольной ровности в период эксплуатации АПВГК. Поэтому контроль за величиной упругого прогиба нежесткой дорожной одежды может быть рассмотрен в качестве рационального предложения по включению в перечень показателей экс-

плуатационного состояния, ежегодно определяемых для нежестких дорожных одежд в зоне АПВГК в расчетный (весенний) период, а также в период экстремально жаркой летней погоды.

Таблица 2

Требования к величине допустимого упругого прогиба дорожных одежд в России и за рубежом*

Источник	*Вид покрытия*	*Упругий прогиб при нагрузке 5 т/колесо, мм*		
		I класс WIM Отлично	*II класс WIM Хорошо*	*III класс WIM Приемлемо*
COST 323 [10]	Полужесткие покрытия	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,20
	Все битумосодержащие покрытия	≤ 0,15	≤ 0,25	≤ 0,35
	Нежесткие покрытия	≤ 0,20	≤ 0,35	≤ 0,55

Источник	*Тип дорожной одежды*	*Категория автомобильной дороги*			
		I	*II*	*III*	*IV*
Свод требований из статьи [14]	Капитальный (нагрузка – 5,75 т/колесо)	1,30	1,36	1,49	1,49
	Облегченный (нагрузка – 5 т/колесо)	-	-	1,04	1,39

Примечание: ** составлено авторами.*

Таким образом, установлено, что проанализированные нормативные документы не содержат полный перечень специальных требований к эксплуатационному состоянию для участков автомобильных дорог с АПВГК. Требования к эксплуатационным показателям участков с WIM-системами в зарубежных странах существенно выше, чем к автомобильным дорогам. Отмеченные в нормативно-технических документах ограничения глубины колеи и высоты/глубины неровностей могут, например, являться основанием для исключения допуска на наличие снежно-ледяных отложений и уплотненного снежного покрова на проезжей части и обочинах участков с АПВГК независимо от интенсивности движения.

Поэтому имеющиеся требования в целом для автомобильных дорог требуют анализа и обоснования, в том числе с позиции обеспечения точности и долговечности работы весоизмерительного оборудования для участков с АПВГК.

Анализ научных исследований и публикаций в Российской Федерации

В статье **[15]** отмечено, что эксплуатационное состояние участков с АПВГК существенно влияет на точность измерения весовых и габаритных характеристик движущегося ТС и может приводить к значительным различиям в результатах измерений осевых нагрузок ТС в движении и в статике. Ухудшение продольной и поперечной ровности приводит к увеличению ошибки взвешивания ТС в движении.

Предложено ужесточить требования к таким показателям эксплуатационного состояния автомобильных дорог, как продольная и поперечная ровность (колейность) дорожного покрытия. Отмечено, что коэффициент сцепления колеса ТС с покрытием не оказывает существенного влияния на точность работы весоизмерительного оборудования и не требует специального нормирования для участков с АПВГК по сравнению с нормативными требованиями, как это регламентировано в ГОСТ Р 50597-2017 **[5]**.

На основе расчетов зависимости погрешности взвешивания движущегося ТС от ровности дорожного покрытия (IRI, м/км), с учетом допустимой погрешности и взвешивания не более 11 % **[16]**, в статье **[17]** установлено, что при эксплуатации весоизмерительного оборудования на участке автомобильной дороги любой кате-

гории (кроме IA и IБ, для которых должно быть сохранено действующее требование IRI ≤ 4 м/км), показатель ровности IRI не должен превышать 4,3 м/км.

В статье **[17]** представлены особенности работы конструкций дорожных одежд на АПВГК в зоне сопряжения с весоизмерительным датчиком. Отмечена необходимость обеспечения для дорожных одежд в зоне АПВГК более высоких требований, чем к обычным дорожным одеждам по критериям прочности (упругий прогиб), морозоустойчивости, продольной и поперечной ровности. При этом предлагается:

– при расчете по допускаемому упругому прогибу использовать поправочный коэффициент $К_{доп}$=1,33 – 1,37 в качестве множителя к требуемому коэффициенту прочности для усиления конструкции дорожной одежды с целью обеспечения нормальных условий работы измерительного оборудования;

– установить величину морозного пучения в зоне контроля не более 1,14 см;

– предусмотреть необходимость повышенных требований к эксплуатационным показателям (продольная и поперечная ровность).

В зарубежной статье **[18]** отмечена необходимость обеспечения продольной ровности в зоне АПВГК в период эксплуатации весоизмерительного оборудования с показателем по индексу IRI не более 3,0 м/км (величина показателя продольной ровности по индексу IRI от 3,0 до 4,0 м/км допускается на АПВГК с низким классом точности, что непригодно для правоприменительной практики использования результатов контрольных взвешиваний ТС). Соблюдение такого условия близко к российским нормам ГОСТ Р 70124-2022 **[8]** для автомагистралей и скоростных автомобильных дорог (IRI ≤ 3,1 мм/м).

Нормативное значение показателя предельной начальной продольной ровности дорожных покрытий для участка с АПВГК на момент сдачи их в эксплуатацию в статье **[15]** рекомендовано принимать IRI_0 ≤ 1,9 м/км при любом дорожном покрытии на АПВГК независимо от категории дороги и типа дорожной одежды, так как это требование определяется техническими характеристиками весоизмерительного оборудования, которые могут быть одинаковыми для АПВГК на дорогах любой категории.

В **табл. 3** для наглядности представлены предлагаемые в статьях **[15, 17, 18]** требования к эксплуатационному состоянию специализированных участков с АПВГК.

С учетом рассмотренных в **[15, 17, 18]** предложений относительно уточнения показателей эксплуатационного состояния дорожных покрытий на участке с АПВГК, представляет интерес сравнение данных показателей с требованиями производителей измерительного оборудования. В частности, в документах **[19-21]** установлены требования к показателям эксплуатационного состояния специализированного участка вне зависимости от фактической категории автомобильной дороги **(табл. 4)**.

На основе данных из **табл. 4** следует отметить, что производители в качестве ключевых критериев обеспечения нормативного эксплуатационного состояния участков с АПВГК при вводе в эксплуатацию отмечают повышенную продольную ровность и прочность дорожной одежды.

К недостаткам технических требований производителей весоизмерительного оборудования следует отнести отсутствие указаний о более строгих требованиях к предельным допустимым значениям продольной ровности дорожного покрытия (кроме ООО «Казань Телематика **[21]**) и общего модуля упругости дорожной одежды в период эксплуатации весоизмерительного оборудования. Так как в процессе эксплуатации дорожного покрытия его продольная ровность неизбежно снижается, то необходимо учитывать в процессе содержания участка с АПВГК ограничительные нормы относительно показателя продольной ровности в технической документации по содержанию дорог, например, как в ГОСТ Р 70124-2022 **[8]** для продольной ровности на уровне индекса IRI ≤ 3,1 мм/м.

В ряде научных публикаций **[18, 22-28]** указано на наличие прямой и тесной зависимости между высокой прочностью дорожной одежды (например, ее общим модулем упругости) и способностью сохранять высокую продольную ровность в процессе эксплуатации. Эта зависимость может быть выражена математически и не только для проектирования нежестких дорожных одежд, но и для обоснованного прогнозирования по результатам ежегодной диагностики, изменения показателей продольной ровности в зоне АПВГК на предстоящий период эксплуатации.

Таблица 3

Предлагаемые в научных исследованиях и публикациях требования к эксплуатационным показателям участков с АПВГК*

Источ-ник	*Требования*						
	Продольная ровность по индексу IRI, м/км		*Поперечная ровность (колей-ность)*	*Дефекты*	*Высота уступа**, не более*	*Сцепление*	*Прочность дорожных одежд*
	при вводе в эксплуа-тацию	*в ходе эксплуатации*					
Статья [15]	< 1,9 м/км	IA и IБ катего-рии < 4,0 м/км IB – IV катего-рии < 4,3 м/км	≤ 9 – 12 мм	Не допуска-ются ямы, выбоины, трещины	3 мм	0,3 (как для автомо-бильных дорог в целом)	-
Статья [17]	Повышенные требования в сравнении с нормативными документами		Повышенная в сравнении с норматив-ными доку-ментами	-	-	-	Следует применять попра-вочный коэффициент при расчете общего модуля упругости $К_{доп}$=1,33–1,37. Величина упругого прогиба должна составлять не бо-лее 0,37 – 0,63 мм (в зави-симости от категории и типа дорожной одежды)
Статья [18]	-	≤ 3,0	-	-	-	-	-

Примечание: **составлено авторами.*
***Превышение поверхности весоизмерительного датчика относительно поверхности покрытия проезжей части.*

Таблица 4

Требования производителей весоизмерительного оборудования к показателям эксплуатационного состояния измерительного участка АПВГК*

Наименование нормируемого параметра	Производители весоизмерительного оборудования		
	АО «Весоизмерительная компания «ТЕНЗО-М» [19]	ООО «ИБС Экспертиза» [20]	ООО «Казань Телематика» [21]
При вводе АПВГК в эксплуатацию			
Просвет под рейкой длиной 3 м, мм, не более	3	3	3
Продольная ровность по международному индексу ровности IRI, м/км, не более	2,2	2,2	-
Коэффициент надежности дорожной одежды Кн, не менее, ед.	0,95	-	0,95
Общий модуль упругости дорожной одежды на поверхности слоев, не менее, МПа	720	-	-
Минимальный требуемый модуль упругости дорожной одежды, не менее, МПа	-		325
В период эксплуатации			
Глубина колеи, мм, не более	20	20	6
Продольная ровность по международному индексу ровности IRI, м/км, не более	4,0	4,0	-

*Примечание: *составлено авторами.*

В соответствии с требованиями производителей измерительного оборудования (АО «Весоизмерительная компания «ТЕНЗО-М», ООО «ИБС Экспертиза», ООО «Казань Телематика») **[19-21]** нормированию подлежит превышение поверхности весоизмерительного датчика относительно поверхности покрытия. Значение превышения не должно быть более 2 мм. В случае, если превышение поверхности весоизмерительного датчика составляет более 2 мм, то необходимо провести шлифовку защитного слоя корпуса весоизмерительного модуля для устранения недопустимого перепада.

В статье **[15]** определено специальное требование к допустимой глубине колеи в зоне АПВГК. Ограничение допустимой глубины колеи в зоне размещения весоизмерительного оборудования вызвано ограничением в 3 мм по ГОСТ 8.646-2015 **[13]** на величину превышения поверхности весоизмерительного датчика относительно поверхности покрытия после шлифовки защитного слоя. При использовании весоизмерительных датчиков с толщиной защитного полимерного покрытия 7 мм допустимая за период эксплуатации датчика накопленная глубина колеи на покрытии в зоне контроля АПВГК не может превышать величины 10 мм, а при толщине защитного слоя 10 мм – 13 мм.

На основании обзора публикаций и исследований по требованиям к показателям эксплуатационного состояния участков с АПВГК можно сделать следующие предварительные выводы:

– для обеспечения точности измерений АПВГК должен нормироваться специальный показатель продольной ровности по индексу IRI. Предельный допустимый показатель продольной ровности должен быть ниже значений нормативных требований по ГОСТ Р 50597-2017 **[5]**;

– общий модуль упругости нежесткой дорожной одежды следует включить в перечень показателей эксплуатационного состояния, который должен ежегодно определяться на специализированном участке в расчетный (весенний) период, а также в период экстремально жаркой летней погоды;

– превышение поверхности весоизмерительного датчика относительно поверхности покрытия не должно превышать 2 мм (по требованиям производителей весоизмерительного оборудования) или 3 мм (по требованиям ГОСТ 8.646-2015 **[13]**);

– предельная допустимая глубина колеи на дорожном покрытии в зоне АПВГК в период эксплуатации измерительного оборудования не должна превышать 10-13 мм в зависимости от толщины защитного полимерного слоя;

– недопустимо наличие дефектов покрытия на участке с АПВГК (выбоины, трещины и т.п.);

– недопустимо наличие снежного наката и снежно-ледяных отложений на проезжей части в зоне АПВГК.

Анализ результатов анкетирования

В 2024 г. проведено анкетирование респондентов – владельцев и балансодержателей участков автомобильных дорог с АПВГК, а также производителей и поставщиков оборудования по вопросам актуальности и применимости существующих нормативно-технических документов к специализированным участкам с позиции предъявляемых требований к показателям эксплуатационного состояния.

В анкетировании участвовали федеральные казенные учреждения, региональные дорожные организации, обслуживающие и имеющие на балансе 422 АПВГК, из которых 246 АПВГК на момент опроса функционировали в правоприменительном режиме.

Задачи анкетирования включали:

– сбор информации по имеющейся практике эксплуатации участков автомобильных дорог с АПВГК;

– анализ имеющихся проблемных вопросов, выделение наиболее значимых предложений и замечаний к эксплуатации участков автомобильных дорог с АПВГК;

– формирование актуальных предложений и/или изменений по результатам анкетирования.

Результаты опроса показали, что большинство респондентов поддерживают ужесточение требований к показателям эксплуатационного состояния для участков автомобильных дорог с АПВГК по сравнению с общими требованиями для автомобильных дорог, а именно:

– целесообразно выделить отдельный раздел в ГОСТ Р 50597-2017 **[5]** по требованиям к эксплуатационному состоянию участков с АПВГК;

– внести дополнения к показателю продольной ровности покрытия по индексу IRI на участках с АПВГК;

– ужесточить требование к показателю продольной ровности при измерении трехметровой рейкой на основании требований производителей, например, на основании руководства по эксплуатации АО «Весоизмерительная компания «ТЕНЗО-М»;

– внести дополнения к показателю допустимой величины колеи, которая не должна превышать величину 10-12 мм;

– износ и гарантии асфальтобетона на участке с АПВГК назначить в соответствии с износом весоизмерительных датчиков АПВГК в дорожном покрытии;

– сроки восстановления горизонтальной разметки приравнять к срокам, установленным для автомобильных дорог категории IA, а горизонтальную дорожную разметку рекомендовать наносить пластиками;

– уменьшить сроки устранения снега и зимней скользкости с проезжей части;

– обеспечить очистку обочины дорог от снега по всей их ширине в зоне АПВГК в сроки, не превышающие требования для автомобильной дороги категории IA;

– не допускать наличие снежного покрова и формирование снежных валов в зоне АПВГК.

Таким образом, имеющаяся практика по эксплуатации участков автомобильных дорог с АПВГК, в большинстве случаев, подтверждает, что для обеспечения целостности и работоспособности измерительных систем действующие требования к автомобильным дорогам общего пользования по эксплуатационному состоянию являются недостаточными и требуют существенной доработки.

ВЫВОДЫ

1. В настоящее время в Российской Федерации не разработаны нормативные требования к показателям эксплуатационного состояния применительно к участкам с АПВГК. Имеющиеся требования в целом для автомобильных дорог требуют анализа и обоснования из условия обеспечения точности измерений весовых и габаритных параметров ТС и долговечности работы весоизмерительного оборудования для участков с АПВГК.

2. По результатам обзора научных исследований и публикаций, с учетом нормативных требований только для автомобильных дорог, сформированы предварительные требования к эксплуатационным показателям участка с АПВГК:

– показатель продольной ровности по индексу IRI – не более 3,1 – 4,3 м/км;

– превышение поверхности весоизмерительного датчика относительно поверхности покрытия – не более 2 мм;

– суммарная колейность за период эксплуатации – не более 10 – 13 мм;

– недопустимо наличие дефектов покрытия на участке с АПВГК (выбоины, трещины и т.п.);

– недопустимо наличие снежного наката и снежно-ледяных отложений на проезжей части в зоне АПВГК.

Сформированные предложения направлены на обеспечение требуемой точности измерения весовых и габаритных параметров грузовых ТС, независимо от интенсивности движения и природно-климатических условий. Эти требования превышают действующие в части продольной и поперечной ровности, размеров дефектов на дорожном покрытии (трещины, выбоины и др.), допустимости снежно-ледяных отложений и уплотненного снежного покрова. Предложено включить общий модуль упругости нежестких дорожных одежд в расчетный период и в периоды с максимальной суточной температурой наружного воздуха в перечень показателей эксплуатационного состояния участков с АПВГК.

3. На основе анализа опыта эксплуатации участков автомобильных дорог с АПВГК по результатам анкетирования подтверждена необходимость формирования обоснованного комплекса дополнений и изменений в нормативные документы для таких участков автомобильных дорог. Особое внимание следует уделить требованиям по обеспечению повышенной продольной и поперечной ровности (колейности) покрытия, уменьшению (вплоть до недопущения) размеров и количества дефектов дорожного покрытия, а также ужесточению требований к эксплуатационному состоянию в зимний период и зимнему содержанию участков автомобильных дорог с АПВГК.

© Филиппов М.Д., Рахимова И.А., Беляев Н.Н., Мусаев Т.Ш., 2025

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *ПНСТ 663-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Пункты весового и габаритного контроля транспортных средств автоматические. Требования к проектированию. – М.: ФГБУ «РСТ», 2022. – 28 с.*
2. *Об утверждении Порядка осуществления весового и габаритного контроля транспортных средств: Приказ Минтранса России от*

31.08.2020 № 348 : [зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 4 декабря 2020 г., регистрационный № 61252: вступил в силу с 1 января 2021 г. и действует до 1 сентября 2026 г.: изменен Приказом Минтранса России от 09.06.2023 № 208] // Официальный интернет-портал правовой информации: www.pravo.gov.ru. – URL: http://publication. pravo.gov.ru/Document/View/0001202012040010 (дата обращения 20.01.2025).

3. *ГОСТ Р 59105-2020. Дороги автомобильные общего пользования. Автоматизированные системы управления дорожным движением, метеобеспечения, пункты весового и габаритного контроля. Технические правила содержания. – М.: Стандартинформ, 2021. – 14 с.*
4. *ГОСТ Р 59201-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Капитальный ремонт, ремонт и содержание. Технические правила. – М.: ФГБУ «РСТ», 2021. – 61 с.*
5. *ГОСТ Р 50597-2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2017. – 30 с.*
6. *ГОСТ Р 59120-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2021. – 20 с.*
7. *ГОСТ 33388-2015. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению диагностики и паспортизации. – М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.*
8. *ГОСТ Р 70124-2022. Дороги автомобильные общего пользования. Организация и безопасность дорожного движения на автомагистралях и скоростных автомобильных дорогах. Общие требования. – М.: ФГБУ «РСТ», 2022. – 15 с.*
9. *Красиков О.А. Обоснование требований к ровности дорожных покрытий в период эксплуатации / О.А. Красиков // Дороги и мосты. – 2017. – № 38/2. – С. 84-112.*
10. *COST 323, 2002. Weigh-in-Motion of Road Vehicles: Final Report of the COST 323 Action. Jacob, B., O. Brien, E.J., Jehaes, S. (Eds.), Paris: LCPC.). – URL: https://analytiqum.com/cost-323-weigh-in-motion-of-road-vehicles (дата обращения 20.01.2025).*
11. *ASTM E1318-09(2024). Standard Specification for Highway Weigh-In-Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test Methods / ASTM International. – 2017. – 18 P. – URL: https://www.astm.org/e1318-09r24.html (дата обращения 20.01.2025).*
12. *OIML R134-1:2006. International recommendation. Automatic instruments for weighing road vehicles in motion and measuring axle loads. – URL: https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r134-1-e06.pdf (дата обращения 20.01.2025).*
13. *ГОСТ 8.646-2015. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы автоматические для взвешивания транспортных средств в движении и измерения нагрузок на оси. Методика проверки. – М.: Стандартинформ, 2019. – 20 с.*

14. *Кулижников А.М. Требования к конструкциям дорожных одежд на автоматических постах весогабаритного контроля / А.М. Кулижников, И.А. Рахимова, Н.К. Малевинский // Мир дорог. Специальный выпуск. – 2019. – С. 23-26.*
15. *Беляев Н.Н. Рекомендации по нормированию специальных эксплуатационных требований к дорожным одеждам АПВГК / Н.Н. Беляев // Дороги и мосты. – 2020. – № 44/2. – С. 160-172.*
16. *Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений: Постановление Правительства РФ от 16.11.2020 № 1847 // Официальный интернет-портал правовой информации: www.pravo.gov.ru. – URL: http://publication.pravo. gov.ru/Document/View/0001202011230047 (дата обращения 20.01.2025).*
17. *Кулижников А.М. Конструкции дорожных одежд в зонах АПВГК, работающих в режиме движения / А.М. Кулижников, Н.Н. Беляев, И.А. Рахимова // Мир дорог. – 2020. – № 133 – С. 82-85.*
18. *Метод каталогизации и оценки структуры дорожного покрытия как обеспечение устойчивости при установке системы HS-WIM / Доклады и статьи конференции «Объединение технологий 2023. Взвешивание транспортных средств в движении: Переосмысление будущего большегрузных транспортных средств, дорог и грузовых перевозок», г. Брисбен, ноябрь 2023 года., A.J. ALMEIDA and others, «Cataloging Method and Evaluation of Pavement Structure Stability for Hs-Wim System Installation» / Technology Convergence 2023 Setting the Wheels In Motion: Reimagining the future of heavy vehicles, roads and freight. – URL: https://www.tech-converge23.org/friday (дата обращения 20.01.2025).*
19. *Требования к участку автомобильной дороги для установки системы дорожной весового и габаритного контроля «СВК». Руководство по эксплуатации». АО «Весоизмерительная компания «ТЕНЗО-М: версия документа 2.32-05.21. – 46 с.*
20. *Система измерений параметров автомобильных транспортных средств в движении «ИБС ВИМ». Руководство по эксплуатации 4274-001-98957020-2015 РЭ: ООО «ИБС Экспертиза»: Утверждено генеральным директором ООО «ИБС Экспертиза» С.Е. Балановым. – 2015. – 68 с.*
21. *Комплекс аппаратно-программный автоматического весогабаритного контроля «Бизмэн». Руководство по эксплуатации 26.51.66-001-01571058-2022 РЭ / ООО «Казань Телематика». – 2022. – 59 с.*
22. *Леонович И.И. Транспортно-эксплуатационное состояние сети республиканских автомобильных дорог и основные направления повышения их качества / И.И. Леонович, Я.Я. Новгородский, Ю.В. Буртыль // Вестник БНТУ. – 2008. – № 6. – С. 8. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/transportno-ekspluatatsionnoe-sostoyanie-seti-respublikanskih-avtomobilnyh-dorog-i-osnovnye-napravleniya-povysheniya-ih-kachestva (дата обращения 20.01.2025).*
23. *Питухин А.В. Влияние ровности покрытия на работоспособность автомобильных дорог / А.В. Питухин, А.Н. Петров // Транспортное дело России. – 2010. – № 5. – С. 71-75. – URL:*

https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rovnosti-pokrytiy-na-rabotosposobnost-avtomobilnyh-dorog (дата обращения: 20.01.2025).

24. *Мепуришвили Д.Г. О структуре модели влияния транспортно-эксплуатационных характеристик на технический уровень и эксплуатационное состояние автомобильных дорог / Д.Г. Мепуришвили, О.М. Зозуля // Совершенствование методов оценки и повышения качества автомобильных дорог: сб. науч. тр. / ГипродорНИИ; ред. кол.: А.Я. Эрастов [и др.]. – М., 1986. – С. 4-8.*
25. *Буртыль Ю., Леонович И. Взаимозависимости ровности покрытия и прочности дорожной одежды / РУП «Белдорцентр». – URL: https://bsc.by/ru/story/vzaimozavisimosti-rovnosti-pokrytiya-i-prochnosti-dorozhnoy-odezhdy (дата обращения 20.01.2025).*
26. *Демишкан В.Ф. Усовершенствование управления состоянием автомобильных дорог при условиях ограниченных ресурсов: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.11 / В.Ф. Демишкан; Харк. гос. автом.-дорож. техн. ун-т. – Харьков, 2000. – 17 с.*
27. *Беляев Н.Н. Прогнозирование межремонтных сроков / Н.Н. Беляев // Автомобильные дороги. – 2018. – № 1040/7. – С. 100-104.*
28. *Буртыль Ю.В. Прогнозирование ровности дорожных покрытий / Ю.В. Буртыль, М.Г. Солодкая, Я.Н. Ковалев // Наука и техника. – 2021. – Т. 20. – № 3 – 216-223 с. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanierovnosti-dorozhnyh-pokrytiy/viewer (дата обращения 20.01.2025).*

REFERENCES

1. *PNST 663-2022. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Punkty vesovogo i gabaritnogo kontrolya transportnyh sredstv avtomaticheskie. Trebovaniya k proektirovaniyu. – M.: FGBU «RST», 2022. – 28 s.*
2. *Ob utverzhdenii Poryadka osushchestvleniya vesovogo i gabaritnogo kontrolya transportnyh sredstv: Prikaz Mintransa Rossii ot 31.08.2020 № 348: [zaregistrirovan v Ministerstve yusticii Rossijskoj Federacii 4 dekabrya 2020 g., registracionnyj № 61252: vstupil v silu s 1 yanvarya 2021 g. i dejstvuet do 1 sentyabrya 2026 g: izmenen Prikazom Mintransa Rossii ot 09.06.2023 № 208] // Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii: www.pravo.gov.ru. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202012040010 (data obrashcheniya 20.01.2025).*
3. *GOST R 59105-2020. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Avtomatizirovannye sistemy upravleniya dorozhnym dvizheniem, meteobespecheniya, punkty vesovogo i gabaritnogo kontrolya. Tekhnicheskie pravila soderzhaniya. – M.: Standartinform, 2021. – 14 s.*
4. *GOST R 59201-2021. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Kapital'nyj remont, remont i soderzhanie. Tekhnicheskie pravila. – M.: FGBU «RST», 2021. – 61 s.*
5. *GOST R 50597-2017. Dorogi avtomobil'nye i ulicy. Trebovaniya k ekspluatacionnomu sostoyaniyu, dopustimomu po usloviyam obespecheniya bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. Metody kontrolya. – M.: Standartinform, 2017. – 30 s.*

6. *GOST R 59120-2021. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Dorozhnaya odezhda. Obshchie trebovaniya. – M.: Standartinform, 2021. – 20 s.*
7. *GOST 33388-2015. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Trebovaniya k provedeniyu diagnostiki i pasportizacii. – M.: Standartinform, 2019. – 11 s.*
8. *GOST R 70124-2022. Dorogi avtomobil'nye obshchego pol'zovaniya. Organizaciya i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya na avtomagistralyah i skorostnyh avtomobil'nyh dorogah. Obshchie trebovaniya. – M.: FGBU «RST», 2022. – 15 s.*
9. *Krasikov O.A. Obosnovanie trebovanij k rovnosti dorozhnyh pokrytij v period ekspluatacii / O.A. Krasikov // Dorogi i mosty. – 2017. – № 38/2. – S. 84-112.*
10. *COST 323, 2002. Weigh-in-Motion of Road Vehicles: Final Report of the COST 323 Action. Jacob, B., O. Brien, E.J., Jehaes, S. (Eds.), Paris: LCPC.). – URL: https://analytiqum.com/cost-323-weigh-in-motion-of-road-vehicles (data obrashcheniya 20.01.2025).*
11. *ASTM E1318-09(2024). Standard Specification for Highway Weigh-In-Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test Methods / ASTM International. – 2017. – 18 P. – URL: https://www.astm.org/e1318-09r24.html (data obrashcheniya 20.01.2025).*
12. *OIML R134-1:2006. International recommendation. Automatic instruments for weighing road vehicles in motion and measuring axle loads – URL: https://www.oiml.org/en/files/pdf_r/r134-1-e06.pdf (data obrashcheniya 20.01.2025).*
13. *GOST 8.646-2015. Gosudarstvennaya sistema obespecheniya edinstva izmerenij. Vesy avtomaticheskie dlya vzveshivaniya transportnyh sredstv v dvizhenii i izmereniya nagruzok na osi. Metodika proverki. – M.: Standartinform, 2019. – 20 s.*
14. *Kulizhnikov A.M. Trebovaniya k konstrukciyam dorozhnyh odezhd na avtomaticheskih postah vesogabaritnogo kontrolya / A.M. Kulizhnikov, I.A. Rahimova, N.K. Malevinskij // Mir dorog. Special'nyj vypusk. – 2019. – S. 23-26.*
15. *Belyaev N.N. Rekomendacii po normirovaniyu special'nyh ekspluatacionnyh trebovanij k dorozhnym odezhdam APVGK / N.N. Belyaev // Dorogi i mosty. – 2020. – № 44/2. – S. 160-172.*
16. *Ob utverzhdenii perechnya izmerenij, otnosyashchihsya k sfere gosudarstvennogo regulirovaniya obespecheniya edinstva izmerenij: Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 16.11.2020 № 1847 // Oficial'nyj internet-portal pravovoj informacii: www.pravo.gov.ru. – URL: http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/ 0001202011230047 (data obrashcheniya 20.01.2025).*
17. *Kulizhnikov A.M. Konstrukcii dorozhnyh odezhd v zonah APVGK, rabotayushchih v rezhime dvizheniya / A.M. Kulizhnikov, N.N. Belyaev, I.A. Rahimova // Mir dorog. – 2020. – № 133 – S. 82-85.*
18. *Metod katalogizacii i ocenki struktury dorozhnogo pokrytiya kak obespechenie ustojchivosti pri ustanovke sistemy HS-WIM / Doklady i stat'i konferencii «Ob"edinenie tekhnologij 2023. Vzveshivanie transportnyh sredstv v dvizhenii: Pereosmyslenie budushchego bol'shegruznyh transportnyh sredstv, dorog i gruzovyh perevozok», g. Brisben, noyabr' 2023 goda., A.J. ALMEIDA*

and others, «Cataloging Method and Evaluation of Pavement Structure Stability for Hs-Wim System Installation» / Technology Convergence 2023 Setting the Wheels In Motion: Reimagining the future of heavy vehicles, roads and freight. – URL: https://www.techconverge23.org/friday (data obrashcheniya 20.01.2025).

19. *Trebovaniya k uchastku avtomobil'noj dorogi dlya ustanovki sistemy dorozhnoj vesovogo i gabaritnogo kontrolya «SVK». Rukovodstvo po ekspluatacii». AO «Vesoizmeritel'naya kompaniya «TENZO-M: versiya dokumenta 2.32-05.21. – 46 s.*
20. *Sistema izmerenij parametrov avtomobil'nyh transportnyh sredstv v dvizhenii «IBS VIM». Rukovodstvo po ekspluatacii 4274-001-98957020-2015 RE: OOO «IBS Ekspertiza»: Utverzhdeno general'nym direktorom OOO «IBS Ekspertiza» S.E. Balanovym. – 2015. – 68 s.*
21. *Kompleks apparatno-programmnyj avtomaticheskogo vesogabaritnogo kontrolya «Bizmen». Rukovodstvo po ekspluatacii 26.51.66-001-01571058-2022 RE / OOO «Kazan' Telematika». – 2022. – 59 s.*
22. *Leonovich I.I. Transportno-ekspluatacionnoe sostoyanie seti respublikanskih avtomobil'nyh dorog i osnovnye napravleniya povysheniya ih kachestva / I.I. Leonovich, Ya.Ya. Novgorodskij, Yu.V. Burtyl' // Vestnik BNTU. – 2008. – № 6. – S. 8. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/transportno-ekspluatatsionnoe-sostoyanie-seti-respublikanskih-avtomobilnyh-dorog-i-osnovnye-napravleniya-povysheniya-ih-kachestva (data obrashcheniya 20.01.2025).*
23. *Pituhin A.V. Vliyanie rovnosti pokrytiya na rabotosposobnost' avtomobil'nyh dorog / A.V. Pituhin, A.N. Petrov // Transportnoe delo Rossii – 2010. – № 5. – S. 71-75. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-rovnosti-pokrytiyna-rabotosposobnost-avtomobilnyh-dorog (data obrashcheniya: 20.01.2025).*
24. *Mepurishvili D.G. O strukture modeli vliyaniya transportno-ekspluatacionnyh harakteristik na tekhnicheskij uroven' i ekspluatacionnoe sostoyanie avtomobil'nyh dorog / D.G. Mepurishvili, O.M. Zozulya // Sovershenstvovanie metodov ocenki i povysheniya kachestva avtomobil'nyh dorog: sb. nauch. tr. / GiprodorNII; red. kol.: A.Ya. Erastov [i dr.]. – M., 1986. – S. 4-8.*
25. *Burtyl' Yu., Leonovich I. Vzaimozavisimosti rovnosti pokrytiya i prochnosti dorozhnoj odezhdy / RUP «Beldorcentr». – URL: https://bsc.by/ru/story/vzaimozavisimosti-rovnosti-pokrytiya-i-prochnosti-dorozhnoy-odezhdy (data obrashcheniya 20.01.2025).*
26. *Demishkan V.F. Usovershenstvovanie upravleniya sostoyaniem avtomobil'nyh dorog pri usloviyah ogranichennyh resursov: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.22.11 / V.F. Demishkan; Hark. gos. avtom.-dorozh. tekhn. un-t. – Har'kov, 2000. – 17 s.*
27. *Belyaev N.N. Prognozirovanie mezhremontnyh srokov / N.N. Belyaev // Avtomobil'nye dorogi. – 2018. – № 1040/7. – S. 100-104.*
28. *Burtyl' Yu.V. Prognozirovanie rovnosti dorozhnyh pokrytij / Yu.V. Burtyl', M.G. Solodkaya, Ya.N. Kovalev // Nauka i tekhnika. – 2021. – T. 20. – № 3 – 216-223 s. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/prognozirovanie-rovnosti-dorozhnyh-pokrytiy/viewer (data obrashcheniya 20.01.2025).*

Информация об авторах

М.Д. Филиппов – заместитель начальника отдела конструкций земляного полотна ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия
И.А. Рахимова – кандидат технических наук, начальник отдела конструкций земляного полотна ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия
Н.Н. Беляев – главный специалист отдела конструкций земляного полотна ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия
Т.Ш. Мусаев – ведущий специалист отдела конструкций земляного полотна ФАУ «РОСДОРНИИ», Москва, Россия

Information about the authors

M.D. Filippov – Deputy Head of the Section of Earthwork Structures, FAI «ROSDORNII», Moscow, Russia
I.A. Rakhimova – Ph. D. (Tech.), Head of the Section of Earthwork Structures, FAI «ROSDORNII», Moscow, Russia
N.N. Belyaev – Chief Specialist of the Section of Earthwork Structures, FAI «ROSDORNII», Moscow, Russia
T.S. Musaev – Leading Specialist of the Section of Earthwork Structures, FAI «ROSDORNII», Moscow, Russia

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Рецензенты: канд. техн. наук, заместитель директора департамента научно-технического развития и стандартизации А.С. Конорев (ФАУ «РОСДОРНИИ»).

Статья поступила в редакцию 03.02.2025. Одобрена после рецензирования 01.04.2025. Принята к публикации 24.04.2025.
The article was submitted 03.02.2025. Approved after reviewing 01.04.2025. Accepted for publication 24.04.2025.