

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВ И МАТЕРИАЛОВ

Обзорная статья


УДК 006.057.2:656.073.5:681.268.9

<https://doi.org/10.20915/2077-1177-2026-22-1-16-27>



# Метрологическое обеспечение автоматических пунктов весового и габаритного контроля: проблемы и пути их решения в целях повышения точности измерений\*

И. Ю. Шмигельский  , М. С. Иванов , С. В. Медведевских 

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии  
им. Д. И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, Россия  
 [i.y.shmigelskiy@vniim.ru](mailto:i.y.shmigelskiy@vniim.ru)

**Аннотация:** Автоматические пункты весового и габаритного контроля (АПВГК) – важнейший инструмент организации грузоперевозок, эффективный фактор обеспечения безопасности дорожного движения и сохранности дорожной инфраструктуры. Такие пункты представляют собой комплекс средств измерений массы, осевых нагрузок, габаритов транспортных средств и подлежат метрологическому обеспечению, как все средства измерений в сфере государственного регулирования. Однако в системе метрологического обеспечения АПВГК сталкивается с рядом сложностей, влияющих на точность измерений и правоприменительную практику. В частности, наблюдаются значительные расхождения определения ключевых метрологических характеристик: части диапазона измерения осевой нагрузки, диапазона рабочей скорости, относительной погрешности. Цели исследования – систематизировать проблемы метрологического обеспечения автоматических пунктов весового и габаритного контроля АПВГК, предложить пути их решения в целях повышения точности измерений.

Отправной точкой исследования стал обзор метрологических и технических характеристик наиболее распространенных АПВГК утвержденного типа по данным Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений. Схематизированы возможности метрологического обеспечения АПВГК в части измерений осевых нагрузок при различных скоростях проезда с указанием диапазонов измерений осевой нагрузки и скорости, метрологически обеспеченных полностью, частично и не обеспеченных метрологически. Проведено метрологическое исследование грузоприемных модулей АПВГК при динамическом нагружении с использованием рабочего эталона динамической силы. В результате предложены новые методы поверки, в частности – модульные исследования. Обоснована необходимость разработки эталонов динамической силы для более точного воспроизведения реальных условий нагрузки и устранения рисков, связанных с испытаниями на дорогах. Авторы уверены, что значимость поднятой в статье темы не ограничивается метрологическим сообществом. Обеспечение точности проводимых автоматическими пунктами весового и габаритного

\* Публикация подготовлена на основе доклада, представленного на Международной научно-технической конференции «Механометрика 2025. Механические измерения и испытания», которая прошла 1–3 июля 2025 года во Всероссийском научно-исследовательском институте метрологии имени Д. И. Менделеева. Статья была принята к публикации после доработки рукописи и прохождения процедуры рецензирования.

контроля (АПВГК) измерений благотворно скажется на развитии всей транспортной инфраструктуры в стране, окажет содействие повышению безопасности эксплуатации транспортных средств.

**Ключевые слова:** метрологическое обеспечение измерений, автоматический пункт весового и габаритного контроля (АПВГК), автоматический весовой контроль, габаритный контроль, точность измерений, автомобильные грузоперевозки

---

**Для цитирования:** Шмигельский И. Ю., Иванов М. С., Медведевских С. В. Метрологическое обеспечение автоматических пунктов весового и габаритного контроля: проблемы и пути их решения в целях повышения точности измерений // Эталоны. Стандартные образцы. 2026. Т. 22, № 1. С. 16–27. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2026-22-1-16-27>





---

Статья поступила в редакцию 17.12.2025; одобрена после рецензирования 27.02.2026; принята к публикации 25.03.2026.


## MODERN METHODS OF ANALYSIS OF SUBSTANCES AND MATERIALS

Review Article

# Metrological Assurance of Automated Weight and Dimension Control Systems: Problems and Solutions for Improving Measurement Accuracy

Ilya Yu. Shmigelskiy  , Maksim S. Ivanov , Sergey V. Medvedevskikh 

D. I. Mendeleev Institute for Metrology, St. Petersburg, Russia

 [i.y.shmigelskiy@vniim.ru](mailto:i.y.shmigelskiy@vniim.ru)

**Abstract:** Automated weight and dimension control systems (WIM systems) are a crucial tool for transportation organization, an effective factor in ensuring road safety and preserving road infrastructure. Such systems represent a complex of measuring instruments for weight, axle loads, and dimensions of vehicles and are subject to metrological assurance, like all measuring instruments under state regulation.

However, the metrological assurance system for automated WIM systems faces a number of challenges that affect measurement accuracy and law enforcement practice. In particular, significant discrepancies are observed in the determination of key metrological characteristics: parts of the axle load measurement range, the operating speed range, and the relative error.

The objectives of this study are to systematize the problems of metrological assurance of automated weight and dimension control systems (WIM systems) and to propose ways to solve them in order to improve measurement accuracy.

The starting point of the study was a review of the metrological and technical characteristics of the most common approved types of automated WIM systems, based on data from the Federal Information Fund for Ensuring the Uniformity of Measurements. The capabilities of metrological assurance for WIM systems were schematized regarding axle load measurements at various speeds, indicating axle load and speed measurement ranges that are fully metrologically assured, partially assured, and lacking metrological assurance.

A metrological study of the load-receiving modules of an automated WIM system was conducted under dynamic loading using a working standard of dynamic force.

As a result, new calibration methods have been proposed, in particular, modular testing. The necessity of developing dynamic force standards for more accurate replication of real-world loading conditions and for eliminating the risks associated with on-road tests has been substantiated.

The authors are confident that the significance of the topic raised in this article is not limited to the metrological community. Ensuring the accuracy of measurements performed by automated weight and dimension control systems (WIM systems) will have a beneficial impact on the development of the entire transport infrastructure in the country and will contribute to enhancing the safety of vehicle operation.

**Keywords:** metrological assurance of measurements, automated weight and dimension control system (WIM system), automated weigh control, dimension control, measurement accuracy, road freight transportation

**For citation:** Shmigelskiy IYu, Ivanov MS, Medvedevskikh SV. Metrological assurance of automated weight and dimension control systems: problems and solutions for improving measurement accuracy. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2026;22(1):16–27. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2026-22-1-16-27>

The article was submitted 17.12.2025; approved after reviewing 27.02.2026; accepted for publication 25.03.2026.

## Введение

### *Актуальность исследования*

Установка автоматических пунктов весогабаритного контроля проходит в соответствии с федеральным проектом «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства» в рамках национального проекта «Инфраструктура для жизни» согласно Транспортной стратегии Российской Федерации<sup>1</sup>, направленной на развитие дорожной инфраструктуры, увеличение грузоперевозок, обеспечение их безопасности [1–4]. Как сообщало Федеральное дорожное агентство (Росавтодор), к концу 2025 г. на региональных и местных дорогах страны должно было функционировать более 200 таких комплексов<sup>2</sup>.

Цель развития автоматизированного весогабаритного контроля (размещения автоматических пунктов весогабаритного контроля) – путем пресечения случаев нарушения правил

движения тяжеловесных и (или) крупногабаритных транспортных средств добиться:

- сохранности автомобильных дорог опорной сети;
- обеспечения безопасности дорожного движения.

Автоматические пункты весового и габаритного контроля (АПВГК) преимущественно задействованы для контроля соблюдения правил грузоперевозок с применением большегрузных транспортных средств. Полученные с применением АПВГК данные служат основанием для привлечения нарушителей к ответственности.

АПВГК являются средствами измерений. Следовательно, как каждое средство измерений в сфере государственного регулирования, АПВГК должны быть утвержденного типа, при эксплуатации иметь действующую запись о поверке в Федеральном информационном фонде – ФИФ ОЕИ), иметь полный комплекс метрологического сопровождения.

Однако специфика работы АПВГК (взвешивание в движении, влияние внешней среды, разработка и внедрение эталонных стандартов для обеспечения точности и надежности измерений, установление прослеживаемости результатов взвешивания для обеспечения контроля и верификации данных) предопределяет особые требования к методам их испытаний и поверки.

<sup>1</sup> Транспортная стратегия Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года : Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р. Режим доступа: <https://rosavtdor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do-2035-goda?ysclid=mlje6x5161531940885> (дата обращения: 17.12.2025).

<sup>2</sup> Благодаря нацпроекту продолжается совершенствование дорожной инфраструктуры. Режим доступа: <https://rosavtdor.gov.ru/idzh-dorogi/glavnyenovosti/718726> (дата обращения: 17.12.2025).

### **Проблематика исследования**

Метрологическое обеспечение АПВГК осложняется специфической природой данного процесса и требует опыта, которым многие страны пока не обладают. Из-за этого международные и национальные стандарты зачастую несовместимы друг с другом и сложны для практического применения. В связи с этим остро ощущается необходимость выработки единого подхода к разработке национального стандарта, который установил бы четкие метрологические и технические требования к таким системам, регламентировал методы их испытаний и поверки. При этом, важно отметить: модульные методы испытаний по месту эксплуатации до сих пор не нашли широкого применения. Такая дилемма порождает противоречие между растущим количеством внедряемых АПВГК и отсутствием унифицированной, законодательно закрепленной и метрологически обеспеченной базы для их эксплуатации [5–10].

Подготовка списка литературных источников по теме метрологического обеспечения АПВГК была осложнена малым количеством авторов, глубоко прорабатывающих данную тему. Большая часть перечня доступных публикаций относится к периоду становления технологии (2014–2018 гг.) и принадлежит Вдовину Д. С. [5–8]. Данный факт может вызывать вопросы о репрезентативности источников. Тем не менее, выбор данных работ бесспорен в рамках данного исследования. Во-первых, Вдовин Д. С. является разработчиком систем взвешивания в движении и обладает уникальным практическим опытом. Во-вторых, тема метрологического обеспечения АПВГК остается узкоспециализированной, количество актуальных исследований в открытой печати невелико, что усугубляет необходимость систематизации накопленных знаний.

Цели исследования:

1) систематизировать проблемы метрологического обеспечения автоматических пунктов весового и габаритного контроля на основе анализа информации, опубликованной в открытых источниках;

2) предложить пути решения выявленных проблем.

В указанных целях предстоит решить задачи:

- 1) Анализ метрологических характеристик существующих АПВГК.
- 2) Разработка методов метрологического обеспечения АПВГК
- 3) Разработка эталонной установки для воспроизведения нагрузки на ось

### **Материалы и методы**

#### **Методология обзора**

Востребованность метрологических услуг в области весоизмерительного оборудования оценивали по данным из ФИФ ОЕИ. В обзор включали сведения о результатах испытаний и поверок АПВГК за 2013–2025 гг.

#### **Теоретическая база исследования**

Процедура весового и габаритного контроля транспортных средств установлена Приказом Минтранса России № 348<sup>3</sup>. Измерения осевых нагрузок, нагрузок от группы осей и массы транспортного средства проводят в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 1847<sup>4</sup>.

АПВГК представляет собой средство измерений, состоящее из нескольких модулей, перечислим основные:

- измерение массы и осевых нагрузок автотранспортных средств (АТС);
- измерение габаритных размеров АТС;
- измерение скорости движения АТС;
- подсчет количества осей и их скатности (количества колес на оси) АТС.

Измерения осевых нагрузок, нагрузок от группы осей и массы транспортного средства проводятся при скорости проезда от 1 до 140 км/ч в диапазоне от 1 500 до 20 000 кг с относительной погрешностью до 11 %.

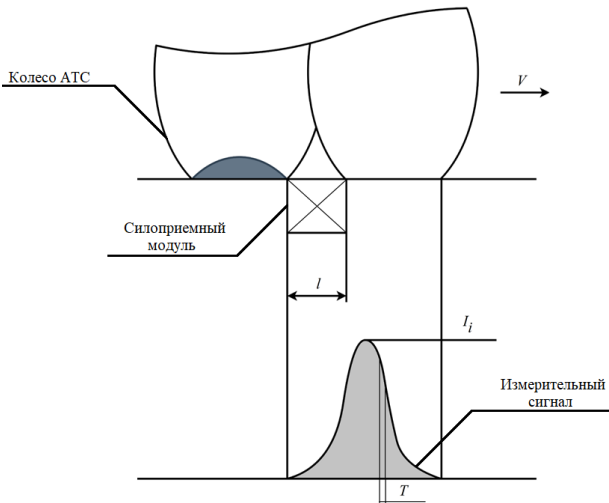
В данной статье рассматриваются вопросы метрологического обеспечения измерений весовых параметров АТС в движении, которые существенно отличаются от метрологического

<sup>3</sup> Об утверждении Порядка осуществления весового и габаритного контроля транспортных средств : Приказ Минтранса России от 31.08.2020 № 348.

<sup>4</sup> Об утверждении перечня измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений : Постановление Правительства РФ от 16 ноября 2020 г. № 1847.

обеспечения измерений весовых параметров в статическом состоянии [11–13].

Ниже представим схему регистрации такого сигнала при проезде транспортного средства через модуль измерения осевой нагрузки (рис. 1) и описание последовательности процедуры измерений весовых параметров АТС в движении.



*Рисунок подготовлен авторами по собственным данным / The figure is prepared by the authors using their own data*

Рис. 1. Сигнал при проезде автотранспортного средства (АТС) через грузоприемный модуль АПВГК:  $V$  – скорость движения АТС;  $l$  – ширина силоприемного модуля;  $I_j$  – наибольшее значение измерительного сигнала;  $T$  – период дискретизации измерительного сигнала

Fig. 1. Signal when a vehicle passes through the load-receiving module of an automated WIM system:  $V$  – vehicle speed;  $l$  – width of the load-receiving module;  $I_j$  – maximum value of the measurement signal;  $T$  – measurement signal sampling period

Модуль измерения осевой нагрузки состоит из группы тензорезисторных [14] или пьезоэлектрических датчиков, вмонтированных в дорожное полотно. При проезде колес через модуль измерения осевой нагрузки регистрируется измерительный сигнал, форма которого зависит от скорости движения АТС, нагрузки на ось и длины пятна контакта колес с дорогой. Далее модуль обработки сигнала преобразует аналоговый сигнал в цифровой формат и рассчитывает результат измерения в единицах массы – килограммах.

На схеме (рис. 1) видно, что форма зарегистрированного измерительного сигнала зависит от скорости движения АТС, нагрузки на ось и длины пятна контакта колес с дорогой. Начало регистрации измерительного сигнала происходит в момент пересечения пятна контакта границы силоприемного модуля. Пик сигнала приходится на момент, когда центр колеса совпадает с центром силоприемного модуля. Кривая возвращается в исходное положение, когда колесо АТС полностью съезжает с силоприемного модуля. Так формируется измерительный сигнал колоколообразной формы, интегральное значение которого пропорционально нагрузке от колеса АТС.

## Результаты и обсуждение

### Анализ данных модуля «Поверка»

Подсистема «Аршин» ФИФ ОЕИ содержит 12 утвержденных типов АПВГК. Объединим наименования, метрологические и технические характеристики наиболее распространенных АПВГК (табл. 1).

Данные из табл. 1 свидетельствуют о различиях в метрологических и технических характеристиках АПВГК утвержденного типа в части диапазона измерений, погрешности измерений нагрузки на ось и диапазона рабочей скорости АТС.

### Проблемы метрологического обеспечения

Система метрологического обеспечения АПВГК сталкивается с рядом фундаментальных сложностей, влияющих на точность измерений и правоприменительную практику.

Представленные в табл. 1 параметры различных АПВГК демонстрируют значительные расхождения в ключевых метрологических характеристиках: в части диапазона измерения осевой нагрузки, диапазона рабочей скорости, относительной погрешности. Например:

1. Верхний предел диапазона измерений осевой нагрузки АТС для большинства АПВГК достигает значения 20 т при скорости проезда до 140 км/ч, но для некоторых средств измерений значение верхнего предела измерений осевой нагрузки достигает 35 т.

2. Описание типа некоторых АПВГК в определении верхней границы диапазона измерения осевой нагрузки или общей массы

Таблица 1. Характеристики АПВГК утвержденного типа по данным подсистемы «Аршин» ФИФ ОЕИ

Table 1. Characteristics of an approved type of an automated WIM system according to the data from the «Arshin» subsystem of the FIF

Номер в ФИФ ОЕИ	Наименование	Производитель	Диапазон измерения осевой нагрузки, т	Относительная погрешность измерения осевой нагрузки, %	Диапазон рабочей скорости, км/ч
71330-18	СДК.Ам	ОООНИПВФ «Тензор»	от 1,5 до 20 включительно	± 8	от 0 до 90
42677-14	СВК	АО «ВИК “Тензо-М”»	от 1,5 до 20	± 10	от 1 до 140
65644-16	СФЕРА ВИМ	ООО «СФЕРА»	от 0,1 до 30	± 10	от 10 до 140
62524-15	ИБС ВИМ	ООО «ИБС “Экспертиза”»	от 0,1 до 20	± 10	от 5 до 140
87928-23	СКИП-Траффик ВГК	ООО «Новые интеграционные решения»	от 0,1 до 20 и выше	± 10	от 5 до 140
84443-22	ФОРТИС	ООО «ГОРОДСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ»	от 0,5 до 35	± 10	от 5 до 140
62427-15	АВАКС-М	ООО «Корпорация “Строй Инвест Проект М”»	от 0,1 до 20	± 10	от 5 до 140
78780-20	АПВГК	ООО «ИЦ “АСИ”»	от 0,1 до 35	± 10	от 1 до 140
52647-13	UnicamWIM	CAMEA spol. sr.o.	от 1 до 35	± 10	от 5 до 140
68162-17	BETAMONT Measure-in-Motion® ZEUS2.0	BETAMONT s. r. o.	от 1 до 20	± 10	от 5 до 140
69877-17	Бизмэн 7	ООО «КАЗАНЬ-ТЕЛЕМАТИКА»	от 1,5 до 20	± 10	от 1 до 140
71822-18	«АРХИМЕД»	ООО «ЛЦЗ»	от 1,5 до 30	± 10	от 5 до 140

Таблица составлена авторами по собственным данным / The table is prepared by the authors using their own data

транспортного средства содержит формулировку «и свыше». Данная формулировка делает невозможным определение метрологических характеристик во всем диапазоне измерений осевой нагрузки и общей массы АТС, так как верхний предел диапазона не определен строго.

3. В связи с широким диапазоном измерения осевой нагрузки при скорости движения до 140 км/ч возникают сложности

с проведением поверки и испытаний АПВГК в целях утверждения типа.

Представим схематически возможности метрологического обеспечения АПВГК в части измерений осевых нагрузок при различных скоростях проезда (рис. 2): зеленым цветом обозначим диапазон измерений осевой нагрузки и скорости, который метрологически обеспечен, оранжевым – обеспечен частично, красным – не обеспечен метрологически.

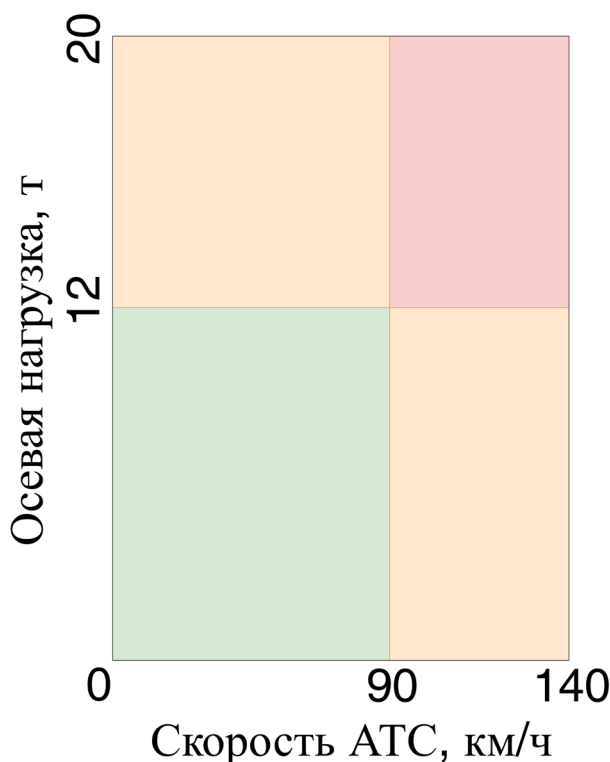


Рисунок подготовлен авторами по собственным данным / The figure is prepared by the authors using their own data

Рис. 2. Возможности метрологического обеспечения АПВГК: зеленый цвет – полностью метрологически обеспеченный диапазон измерений осевой нагрузки и скорости; оранжевый цвет – частично метрологически обеспеченный диапазон измерений осевой нагрузки и скорости; красный цвет – не обеспеченный метрологически диапазон измерений осевой нагрузки и скорости

Fig. 2. Capabilities of metrological assurance for automated WIM systems: green – fully metrologically assured measurement range for axle load and speed; orange – partially metrologically assured measurement range for axle load and speed; red – measurement range for axle load and speed lacking metrological assurance

Принадлежность АПВГК к средствам измерений массы указывает на необходимость обеспечения при испытаниях прослеживаемости к Государственному первичному эталону единицы массы ГЭТ–2020. АПВГК не может быть поверен или испытан с применением эталонных гирь, так как размеры грузоприемного модуля не позволяют провести нагружение гирями во всем диапазоне измерений осевой нагрузки. Кроме того, при таком методе поверки

может быть определена только статическая составляющая инструментальной погрешности средства измерения, в то время как в условиях эксплуатации возникает дополнительная динамическая составляющая инструментальной погрешности СИ и методическая, связанная с состоянием дороги, транспортного средства и другими внешними влияющими факторами.

В настоящее время для определения метрологических характеристик при поверке и испытаниях АПВГК в целях утверждения типа широко распространен метод применения контрольных транспортных средств с различным количеством осей, скатности и массы. В этом случае в качестве опорного принимают значение осевых нагрузок и массы контрольных АТС, измеренных с использованием статических автомобильных весов, погрешность которых не менее чем в 3 раза меньше исследуемого АПВГК. Далее проводят ряд контрольных проездов при различных значениях скорости проезда, осевых нагрузок и массы АТС и подтверждают заявленные метрологические характеристики. Ограничение данного метода заключается в невозможности подтверждения метрологических характеристик во всем диапазоне измерения осевых нагрузок и скорости транспортного средства при сочетании всех влияющих факторов.

Применение транспортного средства с осевой нагрузкой, близкой к значению в 20 т, на большинстве дорог общего пользования является нарушением правил дорожного движения, так как приводит к преждевременному разрушению дорожного полотна. Проведение контрольных проездов имеет ряд ограничений [15]:

1) осевые нагрузки, близкие к значению в 20 т, превышают технические возможности большинства грузовых транспортных средств;

2) скорость проезда, близкая к максимальной допустимой для АПВГК (около 140 км/ч), потенциально опасна для водителя;

3) проблематично организовать на открытой местности контрольные проезды с различными значениями влияющих факторов, то есть с заданными значениями температуры, влажности, давления.

Кроме вышеописанных, существуют замечания к методике проведения контрольных

поездов. Опорные значения осевых нагрузок контрольных АТС определяются в статическом режиме на автомобильных весах, а контрольные измерения на АПВГК проводятся в движении. Из-за этого может возникать значительная разница между измеренным опорным значением осевой нагрузки и ее истинным значением, влияющим на грузоприемный модуль АПВГК, так как в движении у АТС происходит перераспределение нагрузок между осями. Это приводит к увеличению методической составляющей погрешности при передаче единицы массы АПВГК.

### **Пути решения проблем метрологического обеспечения**

Решением описанных в публикации проблем может стать применение новых для АПВГК методов поверки и испытаний.

Так, в дополнение к проведению контрольных поездок АТС предлагается реализация метода модульных исследований:

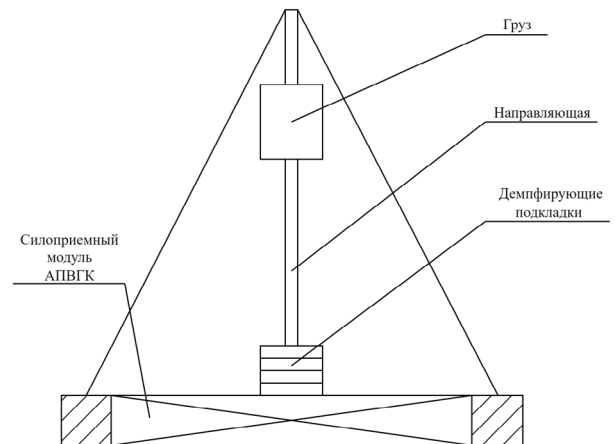
- при проведении испытаний АПВГК в целях утверждения типа;
- при проведении первичной поверки в момент выпуска средства измерений с производства.

Метод модульных испытаний заключается в исследовании модуля измерения осевых нагрузок на эталоне единицы силы до момента его установки по месту эксплуатации. Существующая эталонная база обладает возможностями провести метрологические исследования грузоприемных модулей АПВГК во всем диапазоне измерений осевых нагрузок при статическом нагружении. Такой подход позволит:

- подтвердить работоспособность датчиков и определить статическую инструментальную составляющую погрешности результатов измерений;
- провести измерения при различных значениях температуры и влажности в климатических камерах при наличии соответствующего испытательного оборудования.

Ограничением данного метода является невозможность его применения для АПВГК, в состав которых входят пьезоэлектрические датчики, так как такие датчики работают только в режиме динамического нагружения.

Метрологические исследования при динамическом нагружении грузоприемных модулей АПВГК могут быть проведены с использованием рабочего эталона нагрузки на ось (рис. 3).



*Рисунок подготовлен авторами по собственным данным / The figure is prepared by the authors using their own data*

Рис. 3. Конструкция эталона динамической силы  
Fig. 3. Design of a dynamic force standard

Конструкция эталона, аналогичная вертикальному копру, снабжена грузом известной массы, закрепленным на оси с возможностью свободного падения вдоль направляющей. Позиционирование груза над грузоприемным модулем АПВГК осуществляется через регулируемые опоры, что обеспечивает точное воспроизведение импульса силы, эквивалентного воздействию колеса автотранспортного средства. Демпфирующие подкладки из полиуретана или резины служат для корректировки длительности удара и адаптации к различным скоростям проезда. Предлагаемая эталонная установка обеспечивает воспроизведение динамических нагрузок до 20 т, эквивалентных скорости проезда АТС до 140 км/ч, за счет регулировки массы груза, высоты падения и конструктивных особенностей.

Единица силы передается рабочим эталонам динамической силы от исходного эталона. Исходный эталон нагрузки на ось по конструкции аналогичен рабочему эталону, за исключением того, что в его состав также входят силоизмерительные датчики, которые будут играть роль грузоприемного модуля АПВГК. Для обеспечения прослеживаемости

к государственному первичному эталону метрологические характеристики датчиков, входящих в состав исходного эталона нагрузки на ось, определены с применением эталонов единицы силы.

Также для решения проблем, связанных с метрологическим обеспечением АПВГК, предлагается разработать перечень государственных стандартов, устанавливающих терминологию, общие метрологические и технические требования, методы испытаний и типовую методику поверки АПВГК. Проведение научно-исследовательских работ позволит разработать методы испытаний и поверок при всех различных значениях осевых нагрузок и скорости проезда АТС. Безопасность испытаний АПВГК достигается исключением контрольных проездов перегруженных АТС. Данный подход стандартизирует поверку АПВГК для всего спектра эксплуатационных условий, включая экстремальные нагрузки до 20 т на ось, и устраняет методические пробелы в динамических измерениях.

### **Заключение**

Главный вывод исследования – сложности метрологического обеспечения АПВГК в Российской Федерации в основном обусловлены:

- а) разнообразием технических характеристик таких комплексов;
- б) трудностями при проведении поверки и испытаний при высоких нагрузках и скоростях;
- в) методическими погрешностями, возникающими при сравнении статических и динамических измерений.

Решением установленных в исследовании проблем могло бы стать:

- а) внедрение новых методов поверки, таких как модульные исследования;
- б) разработка эталонов нагрузки на ось, которые позволят более точно воспроизводить реальные условия нагрузки и исключать риски, связанные с испытаниями на дорогах.

Кроме того, способствовать повышению точности и надежности измерений может создание государственных стандартов и проведение научных исследований в области метрологии.

Реализация перечисленных в данной публикации предложений требует активного участия государственных органов, научных учреждений и производителей оборудования для разработки и внедрения современных технологий и стандартов.

**Благодарности:** Авторы выражают благодарность Михаилу Васильевичу Сенянскому, канд. техн. наук, генеральному директору АО «ВИК “Тензо-М”» за возможность проведения экспериментальных исследований на территории предприятия и обсуждение полученных результатов исследования.

**Acknowledgments:** The authors express their gratitude to Mikhail V. Senyansky, Cand. Sci. (Eng.), General Director of JSC «VIK “Tenzo-M”» for the opportunity to conduct experimental research at the enterprise’s premises and for discussing the obtained research results.

**Конфликт интересов:** Медведевских С. В. является главным редактором журнала «Эталоны. Стандартные образцы», но не имеет никакого отношения к решению опубликовать эту статью. Статья прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Авторы являются сотрудниками учредителя журнала. Однако при написании рукописи статьи авторы руководствовались соображениями научной ценности полученного материала и заявляют о беспристрастности оценки полученных данных. Об иных конфликтах интересов авторы не заявляли. Работа выполнена в рамках диссертационного исследования инженера научно-исследовательской лаборатории госэталонов в области измерений массы и силы ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» Иванова М. С. «Метрологическое обеспечение средств измерений импульса силы». Научный руководитель: Шмигельский И. Ю., канд. техн. наук, руководитель научно-исследовательской лаборатории госэталонов в области измерений массы и силы ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева».

**Conflict of interest:** Medvedevskikh S. V. is the editor-in-chief of the journal “Measurement Standards. Reference Materials”, but this has nothing to do with the decision to publish this article. The article has undergone the peer review

procedure adopted by the journal. The authors are employees of the journal's founder. However, the authors were guided by reasons of the scientific value of the obtained material and declare the impartiality of the assessment of the obtained data. The authors declared no other conflicts of interest. The work was conducted within the framework of the dissertation research of M. S. Ivanov, Engineer at the Research Laboratory of State Standards in the Field of Mass and Force Measurements, D. I. Mendeleev Institute for Metrology, titled «Metrological Assurance for Measuring Instruments of Force Impulse». Scientific supervisor: I. Yu. Shmigelskiy, Cand. Sci, (Eng.), Head of the Research Laboratory of State Standards in the Field of Mass and Force Measurements, D. I. Mendeleev Institute for Metrology.

**Вклад авторов:** Шмигельский И. Ю. сформулировал постановку задачи, разработал общую концепцию метрологического обеспечения автоматических пунктов весогабаритного контроля, руководил планированием и проведением экспериментов, сформировал требования к аттестации установки динамического нагружения и прослеживаемости результатов измерений, участвовал в интерпретации результатов и подготовке текста статьи.

Иванов М. С. выполнил сбор и обработку экспериментальных данных, участвовал в проведении измерений и анализе результатов, подготовил иллюстративный материал и рабочие версии текста.

Медведевских С. В. осуществил комплексный анализ метрологических аспектов функционирования автоматических пунктов весового и габаритного контроля, выполнил детальную математическую обработку и статистический анализ экспериментальных данных (включая разложение дисперсии результатов измерений по вкладам автомобильной дороги,

измерительного комплекса и транспортных средств), консультировал по вопросам аттестации установки динамического нагружения и разработал концепцию метрологической прослеживаемости измерений осевых нагрузок.

**Contribution of the authors:** Ilya Yu. Shmigelskiy formulated the problem statement, developed the overall concept of metrological support for automatic weight-in-motion control stations, supervised the planning and execution of experiments, defined the requirements for the calibration of the dynamic loading facility and for the traceability of measurement results, and contributed to the interpretation of the results and the preparation of the manuscript.

Maksim S. Ivanov collected and processed the experimental data, participated in the measurements and data analysis, and prepared the graphical material and working versions of the manuscript.

Sergey V. Medvedevskikh carried out a comprehensive analysis of the metrological aspects of the operation of automatic weight-in-motion control stations, performed detailed mathematical processing and statistical analysis of the experimental data (including the decomposition of the variance of the measurement results into the contributions of the road, the measuring system, and the vehicles), provided advice on the calibration of the dynamic loading facility, and developed the concept of metrological traceability of axle-load measurements.

**Финансирование:** Это исследование не получало финансовой поддержки в виде гранта от какой-либо организации государственного, коммерческого или некоммерческого сектора.

**Funding:** This research did not receive financial support in the form of a grant from any governmental, for-profit, or non-profit organizations.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. *Исаев И. А.* Получение, трансформация, анализ информации о массе движущихся большегрузных дорожных транспортных средств // Молодой ученый. 2015. № 9 (89). С. 1489–1495.
2. *Володькин П. П., Интизаров С. К., Лазарев В. А.* Совершенствование системы весового и габаритного контроля на федеральных дорогах Дальнего Востока // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2021. № 11. С. 22–26. <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2021-11-4>
3. Цифровые технологии для взвешивания транспорта в движении // Мир дорог. 2021. № 139. С. 106–107.
4. *Вебер М.* Как тяжелый грузовой транспорт влияет на состояние дорог в России (системы взвешивания в движении WIM – Weight in Motion на российских улицах) // Вестник транспорта. 2013. № 2. С. 42–44.

5. Сенянский М. В. Методологические особенности поосного взвешивания автомобилей // Законодательная и прикладная метрология. 2013. № 1. С. 036–045.
6. Вдовин В. А., Павлов С. А. Метрологическое обеспечение взвешивания транспортных средств в движении // Приборы. 2014. № 1 (163). С. 4–11.
7. Вдовин В. А. Особенности нормирования и проверки метрологических характеристик приборов для взвешивания транспортных средств в движении // Приборы. 2016. № 1 (187). С. 19–27.
8. Метрологические требования и классификация систем WIM / В. А. Вдовин [и др.] // Мир измерений. 2018. № 3. С. 10–13.
9. Вопросы метрологического обеспечения комплексов весогабаритного контроля транспортных средств / В. А. Вдовин [и др.] // Мир измерений. 2018. № 2. С. 24–27.
10. Колчин И. А. Проблемы современных весогабаритных систем контроля автомобилей в движении и способ их решения // Политехнический молодежный журнал. 2023. № 2 (79). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2023-02-865>
11. Замятин Д. С. Методы калибровки и поверки дозаторов весовых непрерывного действия и конвейерных весов // Эталоны. Стандартные образцы. 2025. Т. 21, № 3. С. 107–123. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2025-21-3-107-123>.
12. Результаты исследований нового метода для метрологического обеспечения измерений массы на конвейерных весах / П. М. Аронов [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16, № 4. С. 5–16. <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2020-16-4-5-16>
13. Требования к эталонам единицы силы, применяемым для поверки большегрузных весов / И. Ю. Шмигельский [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2022. Т. 18, № 3. С. 5–16. <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-3-5-16>
14. Гавриленков С. И., Гаврюшин С. С., Годзиковский В. А. Система многокритериального проектирования тензорезисторных несоизмерительных датчиков с осесимметричными упругими элементами // Инженерный журнал: наука и инновации. 2017. № 1 (61). С. 10. <https://doi.org/10.18698/2308-6033-2017-1-1578>
15. Masud M. M., Haider S. W. Effect of static weight errors on Weigh-in-Motion (WIM) system accuracy // Measurement. 2023. Vol. 206. P. 112301. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.112301>

## REFERENCES

1. Isaev IA. Obtaining, transforming, and analyzing information about the mass of moving heavy-duty road vehicles. *Young Scientist*. 2015;9(89):1489–1495. (In Russ.).
2. Volod'kin PP, Intizarov SK, Lazarev VA. Improvement of the system of weight and dimensional control on federal roads of the far east. *Transport: science, equipment, management. Scientific information collection*. 2021;11:22–26. (In Russ.). <https://doi.org/10.36535/0236-1914-2021-11-4>
3. Digital technologies for weighing vehicles in motion. *Mir dorog*. 2021;139:106–107. (In Russ.).
4. Weber M. How heavy cargo transport affects the condition of roads in Russia (WIM – Weight in motion systems on russian streets). *Vestnik transporta*. 2013;2:42–44. (In Russ.).
5. Senyanskiy MV. Methodological features of weighing of cars on axes. *Legal end Applied Metrology*. 2013;1:036–045. (In Russ.).
6. Vdovin VA, Pavlov SA. Metrological support for vehicle weighing in motion. *Pribory*. 2014;1(163):4–11. (In Russ.).
7. Vdovin VA. Features of standardization and verification of the metrological characteristics of devices for weighing vehicles in motion. *Pribory*. 2016;1(187):19–27. (In Russ.).
8. Vdovin VA, Kivryzhik VP, Nazarov VN, Stepanenko AI. Metrological requirements and classification of WIM systems. *Measurements World*. 2018;3:10–13. (In Russ.).
9. Vdovin VA, Kivryzhik VP, Nazarov VN, Stepanenko AI. Issues of metrological support for vehicle weight and size control systems. *Measurements World*. 2018;2:24–27. (In Russ.).
10. Kolchin I. A. Problems of modern vehicle weight and size control systems in motion and their solution. *Politechnical student journal*. 2023;2(79). (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.18698/2541-8009-2023-2-865>
11. Zamyatin DS. Calibration and verification methods for continuous weighing batchers and conveyor scales. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2025;21(3):107–123. (In Russ.) <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2025-21-3-107-123>.
12. Aronov PM, Medvedevskikh SV, Firsanov VA, Ostrivnoy AF, Shmigelsky IYu, Kotliarov RYu. Results of researches for new method for metrological assurance of mass measurements on conveyor weigher. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2020;16(4):5–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2020-16-4-5-16>
13. Shmigelsky IYu, Andreev DV, Ostrivnoi AF, Sychev VV. Requirements for force standards used for verification of heavy scales. *Measurement Standards. Reference Materials*. 2022;18(3):5–16. (In Russ.). <https://doi.org/10.20915/2077-1177-2022-18-3-5-16>

14. Gavrilentov SI, Gavryushin SS, Godzikovsky VA. System of multi-criteria design of tensistor weighing sensors with axisymmetric elastic elements. *Engineering journal: science and innovation*. 2017;1(61):10. (In Russ.). <https://doi.org/10.18698/2308-6033-2017-1-1578>
15. Masud MM, Haider SW. Effect of static weight errors on Weigh-in-Motion (WIM) system accuracy. *Measurement*. 2023;206:112301. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2022.112301>

#### **ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ**

**Шмигельский Илья Юрьевич** – канд. техн. наук, руководитель научно-исследовательский лаборатории государственных эталонов в области измерений массы и силы, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 190005, г. Санкт-Петербург, пр. Московский, 19  
e-mail: [i.y.shmigelskiy@vniim.ru](mailto:i.y.shmigelskiy@vniim.ru)  
<https://orcid.org/0009-0006-5076-5126>

**Иванов Максим Сергеевич** – инженер научно-исследовательской лаборатории госэталонов в области измерений массы и силы, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 190005, г. Санкт-Петербург, пр. Московский, 19  
e-mail: [m.s.ivanov@vniim.ru](mailto:m.s.ivanov@vniim.ru)  
<https://orcid.org/0009-0009-7154-0008>

**Медведевских Сергей Викторович** – канд. техн. наук, руководитель отделения механических измерений, ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» 190005, г. Санкт-Петербург, пр. Московский, 19  
e-mail: [s.v.medvedevskih@vniim.ru](mailto:s.v.medvedevskih@vniim.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-3084-1612>

#### **INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

**Ilya Yu. Shmigelskiy** – Cand. Sci. (Eng.), Head of the Mass and Force Laboratory, D. I. Mendeleev Institute for Metrology

19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia  
e-mail: [e-mail: i.y.shmigelskiy@vniim.ru](mailto:i.y.shmigelskiy@vniim.ru)  
<https://orcid.org/0009-0006-5076-5126>

**Maksim S. Ivanov** – Engineer of the Mass and Force Laboratory D. I. Mendeleev Institute for Metrology

19 Moskovskiy ave., St. Petersburg, 190005, Russia  
e-mail: [m.s.ivanov@vniim.ru](mailto:m.s.ivanov@vniim.ru)  
<https://orcid.org/0009-0009-7154-0008>

**Sergey V. Medvedevskikh** – Cand. Sci. (Eng.), head of mechanical measurements department, D. I. Mendeleev Institute for Metrology  
19 Moskovsky ave., St. Petersburg, 190005, Russia  
e-mail: [s.v.medvedevskih@vniim.ru](mailto:s.v.medvedevskih@vniim.ru)  
<https://orcid.org/0000-0003-3084-1612>