

В.А. Вдовин

ОСОБЕННОСТИ НОРМИРОВАНИЯ И ПРОВЕРКИ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИБОРОВ ДЛЯ ВЗВЕШИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В ДВИЖЕНИИ

Стандартный метод измерений массы подразумевает, что суммарная статическая нагрузка на опорную поверхность от всех опорных точек тела, вызванная силой притяжения, соответствует силе тяжести (весу) тела в единицах силы, а масса тела определяется через силу тяжести согласно второму закону Ньютона:

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F},$$

где \vec{a} соответствует ускорению свободного падения на месте измерений, g .

Существует два основных метода передачи единицы измерения массы и оценки погрешности измерений: прямые измерения и метод сличения, установленные межгосударственным стандартом ГОСТ 8.021 – 2005 «Государственная поверочная схема для средств измерений массы» [1] (см. п. 5.4.3). В любом случае масса объекта определяется путем измерения нагрузки на грузоприемное устройство.

Прямые измерения позволяют градуировать весы калиброванными грузами непосредственно в единицах массы. Результаты такой градуировки и соответственно эксплуатация весов в строгом соответствии с методом измерений применимы только на месте градуировки. Однако если изменениями ускорения свободного падения по сравнению с допускаемой погрешностью измерений можно пренебречь, весы могут эксплуатироваться не только на месте градуировки.

При взвешивании транспортных средств в движении задача измерения массы усложняется в связи с тем, что измеряемая нагрузка на грузоприемное устройство зависит не только от ускорения свободного падения, но и от других сил.

С учетом принципа суперпозиции второй закон Ньютона имеет вид

$$m \cdot \vec{a} = \sum_{i=1}^n \vec{F}_i.$$

Суперпозиция всех сил, действующих на транспортное средство, приводит к появлению тангенциальных составляющих сил воздействия на опорную поверхность, которые, как правило, не измеряются.

Указанные выше формулы применимы, если измерение массы осуществляется **методом полного взвешивания**, когда транспортное средство целиком находится на грузоприемной платформе во время измерений. Если используется **метод взвешивания по частям**, то масса транспортного средства определяется путем суммирования нагрузок на грузоприемное устройство весов от его частей (колес, осей, тележек). В этом случае на результат измерений дополнительно влияют крутящие моменты, трение качения колес, ускорения или торможения, которые приводят к изменениям распределения нагрузок от колес (осей, тележек) на опорную поверхность.

Как видим, задача взвешивания в движении является весьма непростой и методически существенно отличается от статического взвешивания, поэтому и нормирование допускаемых погрешностей измерений и методы контроля весов для взвешивания в движении существенно отличаются от соответствующих метрологических характеристик весов для статического взвешивания.

1 Модель измерений массы

Измерения следует рассматривать с точки зрения повторяемости и воспроизводимости результатов, что, в свою очередь, предполагает статистические методы обработки результатов измерений.

Результат любого измерения в условиях повторяемости может быть представлен в виде

$$I = \bar{I} + A + B, \quad (1)$$

где I – результат единичного измерения; \bar{I} – среднее арифметическое значение результатов измерений по выборке в условиях повторяемости;

A – случайная погрешность единичного измерения; B – систематическая погрешность измерений, которая определяется из условия

$$M = \bar{I} - B,$$

где M – действительное значение массы.

2 Составляющие погрешности измерений

Выражение (1) можно представить в более подробном виде, если погрешность измерения разделить на составляющие инструментальной и методической погрешностей:

$$I = \bar{I} + (B_m + A_m) + (B_i + A_i), \quad (2)$$

где A_m и A_i – случайные составляющие методической и инструментальной погрешностей единичного измерения; B_m и B_i – систематические составляющие методической и инструментальной погрешностей измерений.

3 Погрешность измерений весов для статического взвешивания

Метод взвешивания на весах для статического взвешивания предполагает, что измерение нагрузки на грузоприемное устройство осуществляется после стабилизации показаний, когда в выражении (2) методическими составляющими погрешности, связанной с неопределенностью объекта измерений (B_m и A_m), можно пренебречь. Для таких весов преобладающими являются инструментальные составляющие погрешности измерений (A_i и B_i).

Рассмотрим источники инструментальной погрешности при статическом взвешивании.

Для электронных весов результат измерения в цифровом виде можно представить формулой

$$I = k \cdot (N - N_0), \quad (3)$$

где k – коэффициент преобразования к единице измерения; $(N - N_0)$ – изменение сигнала в квантах АЦП под воздействием измеряемой величины.

Источниками погрешности экземпляра электронных весов являются:

- систематическая инструментальная погрешность B_i , связанная с неточностью определения коэффициента преобразования k (сюда можно отнести и погрешность, связанную с нелинейностью измерительного канала);

- инструментальная погрешность установки нуля N_0 (как правило, в режиме слежения за «нулем» пренебрежимо мала);
- инструментальная погрешность реагирования N , обусловленная как особенностями конструкции весов, так и дискретизацией результата измерения.

Настройка исправных весов заключается в определении коэффициента преобразования k . То есть при статическом взвешивании повлиять на результат измерений возможно только изменяя коэффициент преобразования, следовательно, **при калибровке или проверке экземпляра весов решается задача оценки инструментальной составляющей неисключенной систематической погрешности измерений.**

Рассмотрим выборку из некоторого количества экземпляров весов одного класса точности. Можно предположить, что инструментальная составляющая неисключенной систематической погрешности для весов из этой выборки имеет нормальный закон распределения. Тогда с вероятностью 0,95 границы случайной погрешности составляют $\pm 2\sigma$, где σ – среднеквадратическое отклонение измерений на весах из данной выборки. Распространяя результаты оценки разброса показаний весов из выборки на все весы данного класса точности, установив допусаемую погрешность $mpe \geq 2\sigma$, дискретность измерений $d = mpe$ и неисключенную систематическую погрешность весов $|B| \leq mpe / 2$. Выполнение данных условий обеспечивает воспроизводимость измерений с учетом дискретности показаний весов, при которой показания при взвешивании одного и того же груза на любых весах данного типа с вероятностью 0,95 не будут отличаться более чем на одну цену деления.

Данные положения закреплены в ГОСТ 29329 – 96 [2] (аналогично, с некоторыми упрощениями, и в ГОСТ OIML R – 76-1-2011 [3]):

- п. 2.1.4 Цена поверочного деления весов без вспомогательного отсчетного устройства должна соответствовать цене деления шкалы для весов с аналоговым отсчетным устройством и дискретности отсчета для весов с цифровой индикацией;
- п. 2.3.1 Пределы допусаемой погрешности при первичной проверке **на предприятиях: изготовителе и ремонтном $\pm 0,5e$ (в начальном интервале диапазона измерений).**

4 Погрешность измерений весов для взвешивания в движении

В отличие от весов для статического взвешивания, весы для взвешивания в движении во время измерений воспринимают изменяющуюся нагрузку на грузоприемное устройство. Для таких весов преобладающими являются случайная и систематическая составляющие методической погрешности измерений, связанной с неопределенностью объекта измерений.

Как правило, весы для взвешивания в движении имеют режим статического взвешивания, что позволяет инструментальную погрешность свести к минимальным значениям.

Методическая погрешность измерений в движении возникает под влиянием различных факторов: например, зависит от кривизны зоны взвешивания и скорости движения ТС в момент измерения, от неравномерности скорости движения (ускорение – торможение) или от возмущающих воздействий неровностей дорожного покрытия.

Общим свойством методической погрешности при взвешивании в движении является пропорциональная зависимость абсолютной погрешности измерений от массы ТС. Именно данное свойство определяет способ нормирования пределов допускаемой погрешности измерений в относительных единицах.

Задача передачи единицы массы при взвешивании в движении первоначально решается при настройке весов, а проверяется при поверке.

4.1 Настройка весов для взвешивания в движении

Основной проблемой является достаточно большая неопределенность результатов измерений, что приводит к необходимости использовать статистические методы оценки погрешности измерений.

Воспользуемся тем, что при суммировании результатов измерений систематическая погрешность складывается арифметически, а случайная – геометрически, тогда значение суммы результатов измерений найдем по формуле

$$\sum_{i=1}^n I_i \pm \Delta = n \cdot \bar{I} + n \cdot B_M \pm \sqrt{\sum_{i=1}^n (A_{M,i})^2}, \quad (4)$$

где n – число измерений в условиях повторяемости.

Учитывая, что

$$A_{M,i} = I_i - \bar{I},$$

среднеквадратическое отклонение

$$\sigma(I) = \sqrt{\frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2 \right]},$$

тогда выражение (4) можно записать в виде

$$\sum_{i=1}^n I_i \pm \Delta = n \cdot \bar{I} + n \cdot B_M \pm \sqrt{n} \cdot \sigma(I). \quad (5)$$

При настройке весов осуществляется корректировка коэффициента преобразования с целью устранения выявленной систематической погрешности.

Как правило, для данной выборки измерений после корректировки $n \cdot B_M = 0$; тогда можно говорить только о случайной составляющей погрешности измерений.

Если выражение (5) разделить на n , то получим оценку случайной составляющей погрешности среднего значения из выборки измерений

$$\bar{\Delta} = \pm \frac{\sigma(I)}{\sqrt{n}}. \quad (6)$$

Границы погрешности для единичного измерения, в свою очередь, могут быть определены через расширенную неопределенность

$$U(I) = k_o \cdot u_A(I), \quad (7)$$

где k_o – коэффициент охвата (значение коэффициента охвата для доверительной вероятности $P = 0,95$ считают равным 2, для доверительной вероятности $P = 0,99$ – равным 3); $u_A(I)$ – неопределенность измерений по типу А, которая определяется как стандартное отклонение $S(I)$ по формуле

$$u_A(I) = S(I) = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}.$$

4.2 Поверка весов для взвешивания в движении

Весы должны соответствовать критериям пригодности, которые в общем случае сводятся к оценке погрешности единичного измерения, но учитывая особенности весов для взвешивания в движении, при поверке должны быть определены следующие метрологические характеристики:

- систематическая погрешность измерений;
- случайная составляющая погрешности единичного измерения.

Для каждой характеристики должны быть установлены критерии пригодности весов:

- выявленная систематическая погрешность весов $|\bar{I} - M|$ может быть принята в качестве значения границы неисключенной систематической погрешности (Θ) и должна соответствовать неравенству

$$\frac{\Theta}{S(I)} \leq 0,8; \quad (8)$$

- оценка доверительных границ случайной составляющей погрешности измерений в движении не должна превышать пределы допускаемой погрешности;
- погрешность для каждого единичного измерения с установленной доверительной вероятностью не должна превышать пределы допускаемой погрешности измерений.

В некоторых случаях, когда условие (8) не выполняется, для уточнения критерия следует руководствоваться Р50.2.038-2004 «ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений» [4], раздел 8.

5 Метрологические характеристики приборов для взвешивания транспортных средств по частям

5.1 Взвешивание по частям – как в движении, так и неподвижных транспортных средств – процедура широко распространенная.

В ГОСТ 30414-96 «Весы для взвешивания транспортных средств в движении» [5] данный метод измерений в движении допускается, однако погрешность измерений частей транспортных средств не нормируется и, более того, результаты измерений частей транспортных средств запрещается регистрировать (п. 5.7).

В ГОСТ OIML R – 76-1-2011 [3] метод измерений по частям неподвижных транспортных средств не является предметом рассмотрения.

5.2 В общем случае, при взвешивании по частям, масса транспортных средств является результатом косвенных измерений, и методы оценки погрешности измерений должны соответствовать общим принципам, изложенным в ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Основные положения и определения» [6], в ГОСТ Р 54500.1-2011 «Неопределенность измерения. Введение в руководства по неопределенности из-

мерения» [7], а также в рекомендациях МИ 2083-90 «ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей» [8].

5.3 В большинстве случаев результаты измерений частей транспортных средств можно рассматривать как случайные величины, имеющие нормальный закон распределения, тогда можно установить соотношения между погрешностью прямых измерений частей транспортных средств, например осей, и косвенных измерений их массы.

В некоторых случаях следует учитывать возможные корреляционные зависимости результатов измерений частей транспортных средств: например, колесные нагрузки от одной оси транспортного средства с зависимой (жесткой) подвеской всегда коррелированы между собой; в этих случаях применяют метод приведения, изложенный в [8], и методы оценки погрешности, изложенные в [4].

6 Выводы

Следует признать, что весы для взвешивания в движении не являются аналогом весов для статического взвешивания, так как существенной для них является не инструментальная, а методическая погрешность измерений, связанная с неопределенностью поведения объекта измерений.

Однако в рекомендациях OIML R 134 – 1 «Automatic instruments for weighing road vehicles in motion and measuring axle loads. Part 1: Metrological and technical requirements – Tests» [9] и OIML R 106-1:1997 «Automatic rail-weighbridges. Part 1: Metrological and technical requirements – Tests» [10] не учтены данные особенности, и по аналогии с OIML R 76-1:2006 «Non-automatic weighing instruments – Part 1: Metrological and technical requirements – Tests» [11] требуется, чтобы погрешность измерений не превышала половины допускаемой погрешности. Данное требование бессмысленно по отношению к методической погрешности, связанной с неопределенностью движущихся транспортных средств.

Заставить при поверке контрольные транспортные средства вести себя «смирно» и не выходить за половину предела погрешности не представляется возможным. В этом случае, руководствуясь требованиями [9] и [10], приходится устанавливать неоправданно более «грубый» класс точности весов.

Наиболее вероятно, что перенос результатов теоретических исследований в части взвешивания в движении в рекомендациях по метрологии [9] и [10] осуществлен не вполне корректно. Когда речь идет о допустимой погрешности при поверке, вероятно, применительно к проверяемой погрешности было пропущено слово «систематическая».

Например, в ГОСТ Р ИСО 5725-4-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений» [12] в п 4.7.2 «Оценка систематической погрешности стандартного метода измерений» дано следующее указание: *«Если абсолютная величина оцениваемой систематической погрешности меньше или равна половине ширины интервала неопределенности, установленной в соответствии с Руководством ИСО 35 [13], то нет оснований говорить о наличии систематической погрешности»*.

Если принять, что погрешность измерений носит случайный характер с нормальным законом распределения, то пределы погрешности измерений составляют не менее $\pm 2\sigma$, соответственно половина допустимой погрешности (не менее $\pm \sigma$) сопоставима со стандартной неопределенностью измерений. Таким образом, если систематическая погрешность не превышает 1 / 2 пределов допустимой погрешности, то ею можно пренебречь.

При рассмотрении российских версий стандартов на основе [9] и [10] следует учесть данные несоответствия и внести соответствующие изменения, а пока производители вынуждены выпускать весы для взвешивания в движении не по государственным стандартам, а по техническим условиям.

7 Метрологическое обеспечение весового контроля автотранспортных средств: современное состояние и перспективы развития

7.1 К сожалению, до сих пор в России ни в одном нормативном документе нет корректного определения для термина «осевая нагрузка транспортного средства», и отсутствует стандарт, устанавливающий технические требования к весам, предназначенным для измерения осевых нагрузок.

Не вызывает сомнений, что величины, характеризующие объект измерений, должны быть

воспроизводимыми. В соответствии с [6] воспроизводимыми считают условия, когда результаты измерений получают одним и тем же методом, на идентичных объектах, в разных лабораториях, разными операторами, с использованием различного оборудования (в нашем случае – измерение массы и осевых нагрузок одного и того же автомобиля на разных постах весового контроля). Именно таким понятием воспроизводимости результатов измерений оперируют при возникновении спорных ситуаций между заинтересованными сторонами, поэтому **весовые параметры транспортных средств, подлежащие контролю, должны быть воспроизводимыми величинами.**

Масса ТС, определяемая в соответствии с [2] и [3], является воспроизводимой величиной. Напомню, что в метрологии взвешивание с целью определения массы объекта представляет собой измерение вертикальной статической нагрузки от всех точек касания тела с опорной поверхностью, возникающей под воздействием силы тяжести. Таким образом, сумма осевых нагрузок транспортного средства составляет вес транспортного средства. **Статические осевые нагрузки транспортного средства с неизменным центром тяжести, которое расторможено (трансмиссия отключена, тормоза отпущены) и неподвижно расположено на горизонтальной плоскости, так же, как и масса, являются воспроизводимыми величинами.**

Соответственно, погрешностью значения осевой нагрузки ТС, определенной в целях весового контроля при взвешивании в движении, следует считать разницу между измеренным значением и соответствующей статической осевой нагрузкой.

Отсюда следует, что контрольное взвешивание должно происходить только в статическом режиме.

Данный подход имеет место в технических условиях Е1318-09 «Стандартные технические требования к дорожным системам динамического взвешивания, включая требования к условиям эксплуатации и методы испытания» [14], принятых в США. Аналогичный подход реализован и в техническом отчете COST 323 «Взвешивание транспортных средств в движении» [15]. Следует отметить, что COST 323 не имеет статуса международных рекомендаций по метрологии.

Для калибровки и поверки систем, используемых в целях весового контроля, необходимо применение контрольных ТС. Контрольным называют транспортное средство, для которого извест-

ны опорные значения осевых нагрузок и массы с погрешностью не более $1/3$ от допускаемой погрешности поверяемых систем.

Следует отметить, что ни в международных рекомендациях [10] OIML R 134-1, ни в техническом отчете [15] COST 323, ни в технических условиях [14] Е 1318-09 нет указаний по **оценке погрешности опорных значений осевых нагрузок контрольных ТС**.

В связи с этим возникает вопрос: как можно судить о погрешности измерений осевых нагрузок контрольных ТС при поверке, если погрешность их опорных значений не определена? Например, при поверке весов часто предполагается использование контрольных весов более высокого класса точности. На практике данное требование бывает невыполнимо – просто таких весов нет поблизости (или в природе). В этом случае поверка проводится формально, с нарушением установленных требований.

Проблема заключается в том, что не существует эталона осевой нагрузки ТС.

Фирма «Тензор» совместно с ВНИИМС в 2012-2013 гг. провела множество исследований, связанных со взвешиванием в движении. Результаты исследований позволили впервые наиболее полно и корректно определить требования к методам измерений и **оценки неопределенности опорных значений осевых нагрузок контрольных ТС**, используемых при поверке весов для взвешивания в движении.

Опираясь на положения [6] ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002, для определения опорных значений осевых нагрузок контрольного ТС были использованы методы измерений и оценки неопределенности, применяемые для эталонных образцов. Результатом этих исследований явилась разработка метрологических рекомендаций МИ 3410-2013 «Системы дорожного контроля измерительные СДК.Ам. Методика поверки» [16]. Методы измерений и оценки неопределенности опорных значений осевых нагрузок контрольных ТС, предложенные в данном документе, могут быть рекомендованы в качестве референтных методов.

7.2 В общем случае погрешность результата измерений зависит не только от так называемого класса точности прибора, но и от поведения объекта измерений.

Класс точности весов может и должен характеризовать погрешность измерений при статическом

взвешивании, когда значение нагрузки фиксируется после стабилизации показаний, но во время движения осевые нагрузки ТС непрерывно изменяются. Поэтому неопределенность результата измерений при взвешивании в движении может оказаться больше, чем класс точности весов. Причиной является то, что время наблюдения ограничено размерами грузоприемного устройства и скоростью ТС.

Поэтому погрешность измерений должна определяться на основе анализа информации, полученной в процессе взвешивания в движении.

Следует отметить, что подобный анализ невозможен для средств измерений с малыми размерами грузоприемного устройства (менее 1 м вдоль направления движения), так как в исходных данных просто отсутствует необходимое количество информации.

8 Оборудование постов весового контроля

В настоящее время существуют три разновидности средств измерений, предназначенных для определения весовых параметров ТС:

- стационарные весы платформенного (мостового) типа, например: ВА-Д «Тензо-М»; СДК.Ам, «Тензор» (Россия);
- переносные подкладные весы, например ВА-15С «Мета» (Россия) или RW «CAS Corporation» (Корея);
- системы взвешивания, осуществляющие измерения осевых нагрузок ТС в движении с помощью узких датчиков, смонтированных в дорожное покрытие, которые обобщенно называют системами «WIM», например: СВА «Тензо-М» (Россия); MiM «BETAMONT Ltd» (Словакия) или UnicamWIM «CAMEA» (Чешская Республика).

8.1 Рассмотрим подробнее подкладные весы.

Несмотря на то что производители позиционируют подкладные весы, как средство измерения, предназначенное для взвешивания транспортных средств, по сути, эти устройства средством измерения весовых параметров автомобилей не являются. Дело в том, что измерением считают определение некоторой величины с известными пределами допускаемой погрешности. Если погрешность не может быть определена, то такое значение называют оценочным.

Рассмотрим описание типа подкладных весов. Например, ни для ВА-15С, ни для RW погреш-

ности измерений осевых нагрузок и массы автомобилей не определены. Погрешности указаны только для результата измерения статической нагрузки на одну платформу или суммарной нагрузки на две или более платформ. Пределы погрешности измерения массы автомобиля не определены, даже если взвешивание производится с использованием группы платформ, расположенных под каждым его колесом.

Проблема в том, что такие весы по определению не могут быть поверены на месте эксплуатации, поскольку постоянного места эксплуатации у них нет. На практике, вместо заявленного поверочного деления для одиночной платформы в 10 кг, подобные весы применяют, принимая оценку предела допускаемой погрешности измерений осевых нагрузок примерно в 400 кг. Данная оценка является эмпирической, т. е. не нормированной в документации производителя. Понятно, что на подкладных весах нельзя производить контрольное взвешивание автомобилей и соответственно нельзя их применять для документального оформления штрафных санкций по перегрузу! Такие весы можно применять для **предварительной оценки весовых параметров ТС** там, где нет стационарных весов, но контроль необходим: например, перед выездом на дороги общего пользования [при разовых (сезонных) грузоперевозках, таких как перевозка неделимого тяжеловесного груза, перевозка сельхозпродукции, зимний вывоз леса] или при контроле ТС для ограничения движения через аварийный мост, путепровод. Транспортные средства с подозрением на перегруз, выявленные с помощью подкладных весов, должны быть отправлены для контрольного взвешивания на стационарный пост весового контроля.

Выход из положения представляется в аттестации мест, специально оборудованных для применения подкладных весов, разработке методики выполнения измерений и введении процедуры поверки рабочего места. Но в результате получаем стационарный пост весового контроля со съемным весоизмерительным оборудованием.

8.2 Системы взвешивания в движении WIM

Погрешности WIM обусловлены не только неопределенностью измеряемой величины – осевой нагрузки в движении, но и дополнительными факторами, влияющими на калибровку датчиков. Фактически WIM измеряют давление, создаваемое пятном касания колеса на чувствитель-

ный элемент, размеры которого значительно меньше самого пятна касания. Нагрузка вычисляется методом интегрирования. Вспомним, что прямым измерением является сравнение измеряемой величины с эталоном, следовательно, метод измерений, применяемый в WIM, не соответствует поверочной схеме [1]. Эти приборы скорее можно назвать индикаторами нагрузок.

Погрешности WIM, установленные при поверке, в эксплуатации могут значительно возрастать. Понятно, что распределение давления от пятна касания колеса сильно зависит от ровности дорожного покрытия в месте установки датчика и физико-механических свойств самого покрытия. Так, из [15] следует, что при увеличении глубины колеи вследствие износа дороги с 2...4 до 7...10 мм пределы допускаемой погрешности измерений осевых нагрузок увеличиваются с 8...15 до 20...25 % и выше. Дополнительное влияние оказывает изменение температурного режима: меняется жесткость дорожного покрытия и соответственно изменяются характеристики датчиков.

Сама процедура калибровки для WIM является трудоемкой. Гирями такие системы не откалибровать, нужно провести большое количество многократных измерений и после статистической обработки вывести калибровочные коэффициенты. Процедура калибровки и поверки в соответствии с техническими условиями [14] требует использования 50 различных транспортных средств и может занимать не одну неделю. Не зря в техническом отчете COST 323 (раздел «Калибровка») имеется п. 7.2.8 «Процедура автоматической самонастройки и программное обеспечение».

По некоторым оценкам, калибровку Strip HS WIM приходится проводить каждые 2 месяца.

Последний абзац раздела «Калибровка» из COST 323 я приведу полностью: **«В конечном счете, необходимо заметить, что даже с учетом того, что после проведения предварительных исследований и разработки соответствующего программного обеспечения эта процедура очень проста и не требует больших затрат (?), она все же может привести к некоторым неконтролируемым погрешностям и отклонениям»**. Данная ситуация позволяет говорить, что метрологические характеристики систем WIM являются нестабильными в эксплуатации, а результаты измерений можно рассматривать как предварительные и применять для отбора и направления ТС на контрольное взвешивание.

Сравним метрологические характеристики, содержащиеся в различных документах.

В табл. 1 приведены соотношения между классами точности при определении массы и осевых нагрузок, которые содержатся в рекомендациях OIML R 134-1.

В табл. 2 приведены соотношения между классами точности при определении массы и осевых нагрузок, которые содержатся в техническом отчете COST 323.

В табл. 3 приведены соотношения между классами точности при определении массы и осевых нагрузок, которые содержатся в технических условиях Е 1318-09.

Тип I и тип II – датчики систем динамического взвешивания предназначены для установки на одной или нескольких полосах движения в месте сбора транспортной статистики.

Тип III – датчики этого типа систем динамического взвешивания устанавливаются на одной

или нескольких полосах движения в стороне от основного транспортного потока, в пунктах весового контроля или же на одной или нескольких транспортных полосах для получения данных о транспортных средствах, которые предположительно нарушают допустимые пределы по массе груза.

Анализ показывает, что ни один из этих документов не пригоден для нормирования погрешности средств измерений, так как эти требования не могут быть распространены на все возможные категории транспортных средств и различные типы приборов для измерения массы и осевых нагрузок транспортных средств в движении.

Разработка приемлемого стандарта является актуальной задачей. Проект такого стандарта, разработанный фирмой «Тензор» совместно с ВНИИМС, в настоящее время предложен для рассмотрения ТК 310 и учета замечаний экспертов.

Таблица 1

Класс точности при определении нагрузки от одиночной оси и нагрузки от группы осей, %	Класс точности при определении массы ТС, %					
	0,2	0,5	1	2	5	10
1 (A)	V	V	–	–	–	–
2 (B)	V	V	V	–	–	–
3 (C)	–	V	V	V	–	–
4 (D)	–	–	V	V	V	–
8 (E)	–	–	–	V	V	V
16 (F)	–	–	–	–	V	V

Таблица 2

Класс точности при определении нагрузки от одиночной оси, %	Класс точности при определении массы ТС, %					
	5 (A)	7 (B+)	10 (B)	15 (C)	20 (D+)	25 (D)
8	V	–	–	–	–	–
11	–	V	–	–	–	–
15	–	–	V	–	–	–
20	–	–	–	V	–	–
25	–	–	–	–	V	–
30	–	–	–	–	–	V

Таблица 3

Класс точности при определении нагрузки от одиночной оси и нагрузки от группы осей, %	Класс точности при определении массы ТС, %		
	6 (Тип III)	10 (Тип I)	15 (Тип II)
Одиночная ось 15 – группа осей 10	V	–	–
Одиночная ось 20 – группа осей 15	–	V	–
Одиночная ось 30 – группа осей 20	–	–	V

Список литературы:

1. ГОСТ 8.021 – 2005 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений массы.
2. ГОСТ 29329 – 96 Весы для статического взвешивания. Общие технические требования.
3. ГОСТ OIML R – 76-1 – 2011 Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания.
4. P50.2.038–2004 ГСИ. Измерения прямые однократные. Оценивание погрешностей и неопределенности результата измерений.
5. ГОСТ 30414 – 96 Межгосударственный стандарт. Весы для взвешивания транспортных средств в движении. Общие технические требования.
6. ГОСТ Р ИСО 5725-1 – 2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Основные положения и определения.
7. ГОСТ Р 54500.1 – 2011 Неопределенность измерения. Введение в руководства по неопределенности измерения.
8. МИ 2083-90 ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.
9. International recommendation. OIML R 134 – 1 Automatic instruments for weighing road vehicles in motion and measuring axle loads. Part 1: Metrological and technical requirements – Tests.
10. International recommendation. OIML R 106-1:1997 Automatic railweighbridges. Part 1: Metrological and technical requirements – Tests.
11. International recommendation. OIML R 76-1:2006 Non-automatic weighing instruments – Part 1: Metrological and technical requirements – Tests.
12. ГОСТ Р ИСО 5725-4–2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 4. Основные методы определения правильности стандартного метода измерений.
13. ISO Guide 35:1989 Certification of reference materials – General and statistical principles.
14. ASTM E1318 – 09 Standard Specification for Highway Weigh-in-Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test Methods.
15. COST 323 Weigh-in-Motion of Road Vehicles. Final report / Editors: Bernard Jacob Eugene 'Brien, & Sophie Jehaes. Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, Paris, 2002.
16. Рекомендация ГСИ. МИ 3410-2013 Системы дорожного контроля измерительные СДК. Ам. Методика поверки.

*Владимир Александрович Вдовин,
гл. метролог,
НИПВФ «Тензор»,
г. Ростов-на-Дону,
e-mail: wdown@mail.ru*

**ВНИМАНИЮ ПОДПИСЧИКОВ,
РУКОВОДИТЕЛЕЙ СЛУЖБ ИНФОРМАЦИИ
И БИБЛИОТЕК!**

ПРЕДЛАГАЕМ ПОДПИСАТЬСЯ НА ЖУРНАЛ «ПРИБОРЫ»

НА 2016 ГОД.

**Индекс журнала
в каталоге Агентства «Роспечать» – 79727.**

**Вы можете оформить льготную подписку через редакцию.
Наши тел.: (495) 695-10-70, 695-10-71.**

Стоимость комплекта (12 номеров) – 12000 руб.