

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

(доклад на семинаре РАДОР, 05-06.01.2014 )

В.А.Вдовин

Научно-исследовательская  
производственно-внедренческая  
фирма «Тензор», Ростов-на-Дону

Фирма Тензор уже 20 лет производит весы для взвешивания автотранспортных средств в движении. Наши весы известны под наименованием Системы дорожного контроля или СДК.

Первое поколение весов выпускалось с 1994 по 2001 год. До 2013 года выпускались весы второго поколения. Сегодня мы представляем Системы дорожного контроля измерительные третьего поколения, которые вобрали в себя лучшие решения, прошедшие проверку временем и новейшие исследования в части метрологического обеспечения взвешивания в движении.

Принцип действия СДК основан на преобразовании деформаций упругих элементов датчиков, возникающих под действием нагрузки на грузоприемную платформу, в цифровой электрический сигнал, пропорциональный измеряемой массе. Измерительная информация поступает в компьютер, где программное обеспечение системы вычисляет значения осевых нагрузок и массы взвешиваемых транспортных средств. Результаты измерений и вспомогательная информация выводятся на экран монитора и сохраняются в базе данных.



**Система СДК.А**

Грузоприемная платформа подвешена внутри рамы на датчиках растяжения, что делает конструкцию нечувствительной к воздействию тангенциальных усилий и «вандалоустойчивой».

Грузоприемный модуль СДК размещается на специально подготовленной площадке или на отдельной полосе движения участка дороги с твердым покрытием (далее – зона весового контроля).

СДК является универсальным средством измерений весовых параметров ТС. Системы можно использовать как для автоматического предварительного контроля ТС в движении без ограничения скорости, так и для контрольного взвешивания с остановкой каждой оси на грузоприемной платформе.

В новой модификации предусмотрено измерение статических осевых нагрузок в автоматическом режиме, то есть результат измерения осевой нагрузки не зависит от действий оператора или водителя – осевая нагрузка будет автоматически зафиксирована только при условии, что ось находится над центральной зоной грузоприемной платформы, а показания стабилизируются.

Использование в новой версии программного обеспечения СДК мощной базы данных позволило сохранять не только результаты измерений, но и исходные данные для их расчета, что облегчает решение спорных вопросов при наличии разногласий сторон с результатами измерений. Результат измерения сопровождается фотоизображением ТС в целом и номерного знака крупным планом. На экран может быть выведена осциллограмма прямых измерений осевых нагрузок ТС.

Системы обеспечивают выполнение функций:

- автоматического определения типа ТС, скорости, расстояний между осями ТС при взвешивании в движении;
- автоматического формирования базы данных результатов измерений движущихся в потоке ТС с фиксацией даты и времени проезда;
- контрольного взвешивания ТС с остановкой каждой оси на ГУ.

Системы оснащены устройствами:

- видеонаблюдения и автоматической записи изображения ТС в момент взвешивания;
- автоматического распознавания гос. номера взвешиваемых ТС;
- автоматического управления движением ТС во время взвешивания с помощью светофоров и громкой связи;

Для выполнения задач весового контроля предусмотрена возможность выявления ТС с нарушениями установленных норм массы и (или) осевых нагрузок. В соответствии с действующим законодательством и нормативными документами, после внесения дополнительной информации о маршруте движения и грузоперевозчике, программа позволяет рассчитать плату за ущерб, причиненный дорогам, а также распечатать соответствующие документы: Акт и расчетный лист.

Маршрут движения ТС удобно вводить, используя встроенную в программу карту автомобильных дорог. Редактор карт позволяет для каждой дороги в соответствии с ее данными вводить все пункты и узлы пересечения с другими дорогами, включая их координаты. Для прокладки маршрута достаточно указать начальный пункт, узел, где маршрут переходит на другую дорогу и конечный пункт. В помощь оператору по введенным буквам программа подсказывает возможные населенные пункты и наименование автомобильных дорог. В перспективе планируется связать данные ГЛОНАС о реальном маршруте движения конкретного грузового ТС с данными карты для определения ущерба и формирования документов в автоматическом режиме.

Результаты измерений по сети интернет могут быть переданы на удаленный сервер. Средства программы позволяют формировать выборки по заданным критериям и составлять соответствующие сопроводительные документы или отчеты, также возможен удаленный просмотр данных через браузер с любого, подключенного к интернету устройства, например планшета или Smart TV.

Соединив компьютеры постов весового контроля и контролируемых организаций в единую виртуальную частную сеть, появляется возможность удаленного централизованного контроля над работой оборудования СПВК и его персонала.

При соответствующих условиях возможен переход на фиксацию нарушений предельно допускаемых осевых нагрузок и полной массы ТС с автоматическим оформлением актов о нарушении.

В настоящее время фирма Тензор проводит работы по созданию устройств габаритного контроля взвешиваемых ТС на основе систем технического зрения, позволяющих получить 3D изображение объекта, определить его геометрическую форму и размеры с высокой точностью.

Средний срок службы Систем составляет не менее 10 лет.

### **Проблемы нормативного и метрологического обеспечения весового контроля**

К сожалению, до сих пор в России ни в одном нормативном документе нет корректного определения осевых нагрузок транспортных средств, и отсутствует стандарт, устанавливающий технические требования к весам, предназначенным для их измерений.

Метрология требует, чтобы величины, характеризующие объект измерений были воспроизводимыми. В соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений» воспроизводимыми считают условия, когда результаты измерений получают одним и тем же методом, на идентичных объектах, в разных лабораториях, разными операторами, с использованием различного оборудования. 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 ГОСТ Р 53228 – 2008 является воспроизводимой величиной. *Статические осевые нагрузки транспортного средства с неизменным центром тяжести, которое расторможено (трансмиссия отключена, тормоза отпущены) и неподвижно расположено на горизонтальной плоскости, также 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 Европейском техническом отчете COST 323 «Взвешивание транспортных средств в движении» и в Американских технических условиях E 1318-09 «Стандартные технические требования к дорожным системам динамического взвешивания, включая требования к условиям эксплуатации и методы испытания»

Следует отметить, что ни в международных рекомендациях OIML R 134-1 «Автоматические приборы для взвешивания дорожных транспортных средств в движении», на базе которого разработан стандарт Белоруссии, ни в техническом отчете COST 323, ни в технических условиях E 1318-09 нет рекомендаций по *оценке погрешности действительных (базовых) 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 действительных значений не определена? Например, при поверке весов для взвешивания в движении часто предполагается использование контрольных весов более высокого класса точности. На практике данное требование бывает невыполнимо - просто таких весов нет поблизости. В этом случае поверка проводится формально с нарушением установленных требований.

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

движении. Проблема заключалась в том, что нет, и не может быть эталона осевой нагрузки ТС.

Опираясь на положения ГОСТ Р ИСО 5725-1-2002 «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений», для определения действительных значений осевых нагрузок контрольного ТС были использованы методы измерений и оценки неопределенности измеренных значений, применяемые для эталонных образцов. Результатом этих исследований и испытаний явилась разработка метрологических рекомендаций МИ-3410 «Системы дорожного контроля измерительные СДК.Ам. Методика поверки» и получение свидетельства об утверждении типа систем дорожного контроля СДК.Ам № 51469 от 17.07.2013.

Принципиально новым, *не имеющим аналогов в мире*, является подход к нормированию и оценке пределов допускаемой погрешности при взвешивании ТС в движении, применяемый в системах типа СДК.Ам. Погрешность результата измерений зависит не только от так называемого класса точности весов, 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 ТС осевые нагрузки непрерывно изменяются. Поэтому неопределенность результата измерений, связанная с тем, что время наблюдения ограничено размерами грузоприемного устройства и скоростью ТС, может оказаться больше чем класс точности весов.

СДК.Ам на основе анализа информации, полученной в процессе взвешивания в движении, производит оценку достоверности результата измерения осевых нагрузок и устанавливает пределы допускаемой погрешности для каждой оси ТС. Предел допускаемой погрешности массы ТС определяется методом алгебраического суммирования допускаемых погрешностей осевых нагрузок.

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

### **Калибровка**

СДК.Ам калибруется при изготовлении и юстируется на месте эксплуатации с помощью гирь в полном соответствии с ГОСТ 8.021-2005 – «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений массы». По опыту эксплуатации, при правильном и своевременном техническом обслуживании, метрологические характеристики грузоприемного устройства сохраняются на весь период работы весоизмерительных датчиков. *Использование контрольных ТС для юстировки не требуется.*

### **Поверка**

СДК.Ам может быть поверена в течение одного рабочего дня. Ухудшение метрологических характеристик системы при износе дорожного покрытия в течение межповерочного интервала, как правило, не происходит.

Перечисленные выше свойства СДК позволяют охарактеризовать их как надежное, долговечное, удобное в эксплуатации средство весового контроля, которое доказало свою состоятельность за 20 лет эксплуатации этих систем. В настоящий момент подавляющее число СПВК в России оборудовано весами для взвешивания в движении и контрольными именно производства фирмы Тензор.

По мнению ВНИИМС, сейчас СДК являются единственным средством измерений, которое метрологически обеспечивает определение весовых характеристик контрольных автомобилей, которые в дальнейшем могут применяться при поверке *любых систем взвешивания в движении.*

В СДК.Ам аппаратное и программное обеспечение разработано и производится фирмой Тензор – это полностью Российские весы. Россия, используя данное оборудование, не зависит от политической и экономической обстановки, складывающейся за ее пределами.

В настоящее время существуют три разновидности средств измерений, предназначенных для определения весовых параметров ТС: стационарные весы платформенного (мостового) типа (например СДК.Ам, «Тензор»), переносные подкладные весы (например ВА-15С «Мета» или RW «CAS Corporation», Корея) и так называемые системы взвешивания в движении (например MiM «BETAMONT Ltd», Словакия или UnicamWIM «САМЕА», Чешская республика), осуществляющие косвенные измерения осевых нагрузок ТС только в движении.

*Рассмотрим подробнее подкладные весы.* Несмотря на то, что производители позиционируют подкладные весы как средство измерения, предназначенное для взвешивания транспортных средств, по сути, эти устройства в строгом смысле 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. Посмотрим в описание типа подкладных весов. Например ни для ВА-15С, ни для RW погрешность измерений осевых нагрузок и массы автомобилей не определены. Погрешности указаны только для результата измерения статической нагрузки, то есть суммарной нагрузке на одну, две или более платформ, но и в этом случае нет оценки погрешности массы автомобиля, даже если он взвешивается 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 - они же переносные. 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, то есть не нормированной в документации производителя. Понятно, что контрольное взвешивание автомобилей на подкладных весах производить просто нельзя. 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 контроль ТС для ограничения движения через аварийный мост, путепровод. И, по определению, нельзя применять для документального оформления штрафных санкций по перегрузу!

*Системы косвенное взвешивания в движении (обобщенно 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 чувствительный элемент, размеры которого значительно меньше самого пятна касания. Нагрузка вычисляется методом интегрирования. Понятно, что давление сильно зависит от ровности дорожного покрытия в месте установки датчика и физико-механических свойств самого покрытия.

Погрешности WIM, установленные при поверке, при эксплуатации могут значительно возрастать. Так, из COST 323 следует, что при увеличении глубины колеи, обусловленное естественным износом дороги, с 2-4 мм до 7-10 мм пределы допускаемой погрешности увеличиваются с 8-15% до 20-25%. Дополнительное влияние оказывает изменение температурного режима - меняется жесткость дорожного покрытия и соответственно изменяются характеристики датчиков.

Как показали исследования, проведенные в ЮАР, каждые 2 месяца требуется перекалибровка подобных систем взвешивания. Сама процедура калибровки для WIM является трудоемкой. Гирями такие системы не откалибровать, нужно провести большое количе-

ство многократных измерений и после статистической обработки вывести калибровочные коэффициенты. Процедура калибровки и поверки в соответствии с техническими условиями E 1318-09 (США) требует использование 50 различных транспортных средств и может занимать не одну неделю. Не зря в техническом отчете COST 323 (раздел Калибровка) содержится п. 7.2.8 «Процедура автоматической самонастройки и программное обеспечение». Осмелюсь процитировать последний абзац раздела Калибровка из COST 323: *«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 не стабильными в эксплуатации, а результаты измерений, полученные с их помощью, можно рассматривать только как предварительные.

ТС с превышением установленных норм осевых нагрузок и (или) массы должны быть взвешены в статическом режиме на контрольных весах, по результатам которого должно приниматься окончательное решение о компенсации ущерба дорогам. При этом данные контрольного взвешивания являются единственными и необходимыми для контроля погрешности и проведения автоматической самонастройки (калибровки) систем предварительного взвешивания типа WIM.