

	<b>Информационный материал КОOMET</b>	<b>COOMET I/GM/11:2021</b>
	<b>О проведении дистанционных калибровок эталонов НМИ КОOMET</b>	
<p><i>Одобен на 14-м заседании ТК1.1 «Общая метрология» (05 октября 2020 г., онлайн). Утвержден на 31-м заседании Комитета КОOMET (15-17 июня 2021 г, онлайн).</i></p>		

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий информационный материал описывает общие задачи, возникающие при организации дистанционных калибровок эталонов, и пути их решения.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

2.1. Дистанционная калибровка – это метрологическая работа, выполняемая в двух вариантах:

1) Эталон, который используется для калибровки, находится на расстоянии от калибруемого средства измерений.

2) Калибровщик находится на расстоянии от калибруемого средства измерений, в то время как эталон с действующей калибровкой, находится в непосредственной близости с калибруемым средством измерений или встроено в него.

2.2. **Калибровка «Вариант 1»** применима, когда эталонное значение воспроизводится непосредственно (рабочим) эталоном, а его аппаратно-программные средства позволяют сравнить воспроизводимое эталонное значение с «опорным» значением, формируемым эталоном более высокого уровня (национальный эталон, международный эталон). Ярким примером такого варианта дистанционной калибровки являются сличения эталонов времени и частоты. Такая калибровка позволяет оценить, как неопределенность воспроизведения времени и частоты, так и систематическую ошибку (погрешность) воспроизведения данных величин. Из практики метрологических работ можно говорить о возможности реализации данного вида калибровок только в отношении электронных средств измерений, которые позволяют сличить величины, представленные в электронном виде. Из этого следует, что конструкция средства измерений, в т.ч. эталона, должна располагать АЦП, отвечающим требованиям точности преобразования аналогового сигнала, представляющего воспроизводимую величину. По этому принципу должны проектироваться средства измерений, позволяющие проводить их дистанционную калибровку (см. рисунок 1).

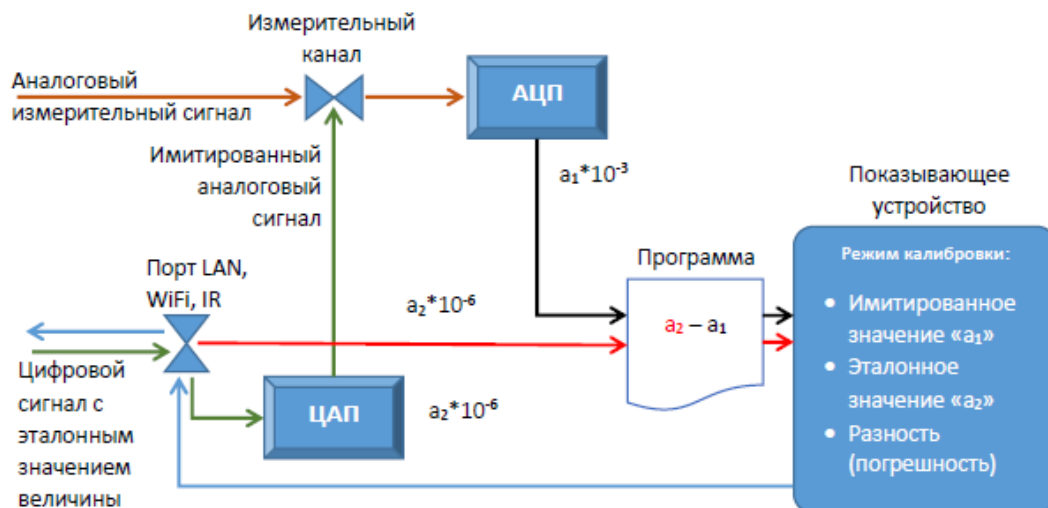


Рисунок 1 - Схема устройства прибора

Эталонный сигнал, представляющий в цифровом виде эталонное значение величины, сгенерированное калибровочной лабораторией, поступает через цифровой интерфейс прибора на его цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП). Точность преобразования ЦАП должна быть достаточной, чтобы максимально точно воспроизвести аналоговый сигнал (дешифровать цифровую информацию). При получении цифрового сигнала с эталонным значением отсутствуют искажения измерительной информации, что обеспечивается алгоритмами протоколов ее передачи, т.е. программными средствами. После преобразования имитированный измерительный сигнал попадает на рабочий измерительный канал. При этом калибруемый прибор находится в режиме калибровки, т.е. сигнал в измерительный канал поступает только от ЦАП. Также в режиме калибровки прибора эталонное значение величины в цифровом виде попадает в программу обработки результата измерений. Результат измерений представлен сигналом в цифровом виде, после прохождения имитированного аналогового сигнала через рабочий аналого-цифровой преобразователь (АЦП) прибора. Таким образом, результат калибровки представлен разностью эталонного значения величины, поступившего в цифровом виде от эталона калибровочной лаборатории, и имитированного значения этой же величины в цифровом виде, преобразованного через ЦАП и прошедшего через измерительный канал прибора, как при обычных измерениях. В режиме калибровки прибор должен иметь возможность дистанционного управления процессом калибровки, например, через Интернет. Предполагается, что эталон калибровочной лаборатории имеет в своем составе АЦП, позволяющий представить воспроизведенное эталонное значение в цифровом виде.

Приведенный вариант калибровки не учитывает возможных искажений измерительного сигнала при подключении к измерительному интерфейсу прибора соединительных проводов, щупов, дополнительных электрических нагрузок и т.п. Предполагается, что данные средства и места их соединения поддерживаются в надлежащем состоянии самим пользователем.

В данном варианте калибровки участие оператора (владельца) прибора заключается только в его включении и, возможно, проведении подготовительных мероприятий (создание требуемых условий окружающей среды, перевод прибора в режим калибровки через пароль и т.п.).

**2.3. Дистанционная калибровка «Вариант 2».** Данный вариант предполагает наличие программного обеспечения прибора, позволяющего, как и в Варианте 1, управлять измерениями на приборе дистанционно (через Интернет), а также встроенного эталона. Примером реализации такой калибровки являются весы для статического взвешивания с

встроенными эталонными гирями. Номиналы встроенных эталонных гирь соответствуют началу, середине и концу диапазона измерений. Применимость данного варианта калибровки заключается в различии межкалибровочных интервалов эталонных гирь и самих весов. Так, если сами весы используются постоянно, то встроенные эталонные гири могут быть задействованы только эпизодически при калибровке весов, что существенно увеличивает их метрологическую надежность и, как следствие, межкалибровочный интервал. В пользу такого подхода говорит и закрытая (в т.ч. опломбированная) от внешних воздействий зона калибровки.

В данном случае, как исходное условие, имеем весы с межкалибровочным интервалом 1 год (для сферы госрегулирования) и встроенные эталонные гири с межкалибровочным интервалом 3 – 5 лет. Соответственно, дистанционная калибровка при возможности ее инициализации и проведения из калибровочной лаборатории возможна без выезда поверителя (калибровщика) к месту установки весов. По истечении срока калибровки встроенных эталонных гирь они снова проходят калибровку с корректировкой межкалибровочного интервала, при необходимости.

Однако, дистанционная калибровка подобных «гипотетических весов со встроенными эталонными грузами (гирями)» имеет ряд ограничений, обусловленных следующими проблемами.

Процедура калибровки весов включает в себя измерения для определения погрешности эксцентриситета (расположение нагрузки на платформе весов). Реализовать это встроенными гирями невозможно. Т.е. методика калибровки(поверки) весов внешними и встроенными гирями будет различаться, что приведет к тому, что некоторые метрологические характеристики во время поверки (калибровки) не будут определяться, например, погрешность устройства установки на нуль, погрешность от расположения, а некоторые могут быть определены некорректно.

Конструкция весов со встроенными эталонными гирями с номинальными массами, что соответствуют началу, середине и концу диапазона, трудно реализуема, а в большинстве случаев не реализуемая задача:

а) Сам механизм, который приводит в движение одну гирию, это точный, с хорошо подогнанными деталями механизм, который должен, чтобы не повредить датчик, и крепко фиксировать эталонную в состоянии покоя и передвигать равномерно на четко определенное место гирию при взвешивании. Занимает значительное место в корпусе весов.

Для трех гирь, да еще две из которых  $0,5M_{\max}$  и  $M_{\max}$  ( $M_{\max}$  – наибольшая граница взвешивания весов) – это существенно увеличит корпус весов, утяжелит сами весы. И еще не понятно, как реализовать сам механизм, который должен работать с массами  $0,5M_{\max}$  и  $M_{\max}$ . Даже масса гири в 0,5 кг, 1 кг уже вызывает проблемы. А тут должно быть три гири, которые не будут мешать одна другой.

б) Встроенные эталонные гири, а вернее «грузы», имеют специфическую форму со специальными приспособлениями для фиксирования, поэтому они не подгоняются до номинальных масс и классов точности, которые четко определены в OIML R111-1. Также не выдерживается чистота поверхности таких гирь из-за специфической формы. К таким грузам не возможно будет применить требования OIML R111-1, поскольку их значения будут отличаться от дискретных номинальных значений, установленных в OIML R111-1, что приведет к трудностям при калибровке этих грузов и необходимости устанавливать допуски и неопределенности этих допусков в отдельном документе.

Эталонные грузы, встраиваются в корпус и в механизм взвешивания весов и для того, чтобы вынуть эти гири для калибровки, потребуются сорвать все пломбы, разобрать весы, вынуть грузы и потом все собрать обратно. Очевидно, что процесс этот трудоемкий, долгий,

требующий обращения к специалистам авторизованного сервисного центра производителя. Т.е. сроки поверки калибровки весов в год, когда они совпадут с калибровкой внутренних эталонных грузов, будет увеличен на время, которое требуется на калибровку эталонных гирь. Калибровка гирь, в отличие от весов, калибровка (поверка), которых выполняется, как правило, на месте эксплуатации, всегда выполняется в калибровочной лаборатории. Т.е. калибровка встроенных гирь непропорционально удлиняет время, когда весы будут изъяты из эксплуатации, в связи с их метрологическим обслуживанием.

Потребуется дополнительное программное обеспечение.

Стоимость таких весов и их техническое обслуживание будет в десятки раз перекрывать расходы на калибровку весов.

Другие влияющие факторы, которые не будут учитываться, при калибровке встроенными гирями, например, при процедуре калибровки гири устанавливаются на воспринимательную платформу, а встроенные гири – внутри весов, и дефекты платформы не будут учтены.

То есть дистанционная калибровка весов для статического взвешивания не нужна, да и невозможна, в связи с:

- нецелесообразностью изготовления весов со встроенными эталонными гирями с номинальными массами, что соответствуют началу, середине и концу диапазона взвешивания;
- невозможностью изготовления самих встроенных эталонных гирь;
- невозможностью выполнить все пункты процедуры калибровки и учесть все влияющие факторы.

В обоих вариантах калибровки при положительных результатах пломбы на приборе не вскрываются, а результаты калибровки заказчику выдаются в электронном виде. Дополнительно процесс калибровки может контролироваться с использованием IP-камеры или иных средств видеонаблюдения.

**Вывод: дистанционная калибровка НЕВОЗМОЖНА без специально спроектированных под нее средств измерений, в т.ч. эталонов и программного обеспечения.**

В видении концепции дистанционной калибровки также присутствуют заблуждения, о которых следует сказать. Во-первых, в рамках Индустрии 4.0 дистанционная калибровка всевозможных датчиков не является таковой, поскольку проверяется только одно номинальное значение контролируемого параметра, характеризующее его работоспособность. Например, термометры сопротивления могут проверяться по их номинальному сопротивлению в «холодном» состоянии (при их включении в токовую петлю и т.п.). Однако такая проверка не дает ответа относительно сохранения линейности измерительной характеристики прибора или его точности. Понятно, что калибровка с выездом калибровщика с эталоном к месту проведения калибровки не является дистанционной. Не является дистанционной и калибровка, предполагающая только передачу документов по калибровке электронными средствами связи.

## **Информационные данные**

1. Организация-координатор: ТК 1.1 "Общая метрология";
2. Тема КОOMET: не открывалась;
3. Информационный материал утвержден на 31-м заседании Комитета КОOMET (15-17 июня 2021 г., онлайн).