

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И  
МЕТРОЛОГИИ**

**Федеральное государственное унитарное предприятие  
Уральский научно-исследовательский институт метрологии  
(ФГУП «УНИИМ»)**



Утверждаю

Директор ФГУП «УНИИМ»

С.В. Медведевских

2016 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Измеритель MSW**

Методика поверки

МП 70-231-2016

Екатеринбург  
2016

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

1 Разработана: Федеральным государственным унитарным предприятием «Уральский научно-исследовательский институт метрологии» (ФГУП «УНИИМ»)

2 Исполнители: Черепанов Б.А., зав. лабораторией ФГУП «УНИИМ»,  
Злыдникова Л.А., зам. зав. лабораторией ФГУП «УНИИМ»,

3 Утверждена: ФГУП «УНИИМ»

4 Введена в действие в августе 2016 г.

## Содержание

1 Область применения .....	4
2 Нормативные ссылки .....	4
3 Операции и средства поверки .....	4
4 Требования безопасности и требования к квалификации поверителей.....	5
5 Условия поверки.....	5
6 Подготовка к поверке.....	5
7 Проведение поверки.....	5
8 Оформление результатов поверки .....	9
Приложение А Форма протокола поверки.....	10

Дата введения в действие: 04.08.2016 г.

## 1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящая методика распространяется на измерители MSW (далее – измеритель), предназначенные для измерений крутящего момента силы и угла поворота в рулевых приводах транспортных средств как по часовой, так и против часовой стрелки и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Рекомендуемый интервал между поверками - один год.

## 2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержания свидетельства о поверке».

Приложение к приказу Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 19 января 2016 г. № 22 «Государственная поверочная схема для средств измерений плоского угла».

ГОСТ 8.752-2011 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений крутящего момента силы».

ГОСТ 12.2.007.0- 75 «ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».

Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.

## 3 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении первичной и периодической поверки выполняют операции:

- внешний осмотр, 7.1;
- опробование 7.2;
- определение метрологических характеристик измерителя 7.3.

3.2 В случае невыполнения хотя бы одной операции поверка прекращается, измеритель признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не проводят.

3.3 При проведении поверки измерителя используют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Пункт методики	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки, обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.2	Термогигрометр CENTER-313, относительная влажность (10-100) %, $\Delta \pm 2,5$ %, температура (минус 20-60) °С, $\Delta \pm 0,7$ °С
7.2-7.3	Эталоны 1-го разряда по ГОСТ Р 8.752-2011, диапазон от 0 до 250 Н·м, относительная погрешность $\pm 0,2$ %. Эталоны единицы плоского угла по Приложению к приказу ФАТР от 19.01.2016 г: - 4 -го разряда - призма многогранная; - 3-го разряда - автоколлиматор. Эталон единицы напряжения постоянного электрического тока, 3 разряда по ГОСТ 8.027-2001. Секундомер СОСпр-26-2, диапазон (0-60) мин, (0-60) с, цена деления 0,2 с.

3.4 Допускается применение средств поверки, не приведенных в таблице 2, но обеспечивающих определение метрологических характеристик измерителя с требуемой точностью.

3.5 Применяемые при поверке средства измерений должны иметь действующие свидетельства об аттестации эталонов единиц величин, свидетельства о поверке.

3.6 Допускается проводить поверку по одной из характеристик.

## **4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 При проведении поверки необходимо соблюдать Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок. Приказ Минтруда России от 24.07.2013 N 328н., требования, установленные ГОСТ 12.2.007.0 и специальные требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на измеритель и средства поверки.

4.2 К поверке измерителей допускаются лица, изучившие инструкцию по эксплуатации на измеритель и эксплуатационную документацию на средства поверки, имеющие группу по электробезопасности не ниже второй и работающие в метрологической службе организации, аккредитованной на право поверки СИ.

## **5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

5.1 При проведении поверки измерителей необходимо соблюдать следующие условия:

- температура окружающего воздуха в диапазоне от 18 до 28 °С с отклонением за время проведения поверки не более  $\pm 2$  °С;
- относительная влажность воздуха не более 70 %.

## **6 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

6.1 Поверка измерителя проводится при наличии эксплуатационной документации.

6.2 Перед началом поверки необходимо:

- проверить соблюдение условий поверки;
- проверить наличие действующих документов о поверке всех применяемых средств поверки;
- выдержать измеритель в условиях поверки до установления температурного равновесия между измерителем и окружающей средой;
- зафиксировать в протоколе температуру окружающей среды, кроме того, температуру необходимо зафиксировать по окончанию поверки.

## **7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ**

### **7.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре устанавливают соответствие измерителя следующим требованиям:

- измеритель, поступающий на поверку, укомплектован согласно требованиям эксплуатационной документации;
- поверхности деталей измерителя чистые и не имеют существенных дефектов покрытий, механических повреждений и следов коррозии;
- надписи и обозначения на измерителе не повреждены и легко читаются;
- кабели и соединительные разъемы кабелей, датчика и измерительного блока не имеют повреждений и искажений формы;
- фланцы ротора датчика не имеют деформаций, препятствующих их подсоединению к тракту передачи крутящего момента, сколов и трещин.

## 7.2 Опробование

7.2.1 Измеритель согласно Инструкции по эксплуатации подключают к источнику питания и эталону единицы напряжения постоянного электрического тока (далее – мультиметр) в режиме измерений постоянного напряжения. Устанавливают датчик измерителя на эталон. При установке датчика должно быть исключено влияние на результат измерения шунтированных измеряемого крутящего момента силы, которые могут возникнуть в результате подключения кабеля.

7.2.2 Проводят трёхкратное нагружение датчика крутящим моментом силы, равным верхнему пределу измерений (М вх.пр.). При последнем нагружении выдерживают датчик под нагрузкой в течение 0,5 мин.

После снятия третьей предварительной нагрузки необходимо дать выдержку в течение 3-х минут для стабилизации нулевых показаний.

7.2.3 Результаты опробования считают положительными, если выходное напряжение измерителя изменяется во время выдержки под нагрузкой не более, чем на 0,002 В.

7.2.4 При отрицательных результатах опробования операции по 7.2.2 повторяют. При двукратном невыполнении требований, изложенных в 7.2.3, измеритель бракуют.

7.2.5 Для опробования в части измерений угла измеритель согласно Руководства по эксплуатации подключают к источнику питания и мультиметру в режиме измерений постоянного напряжения. Убеждаются в том, что выходной сигнал стабилен и при повороте ротора руками, показания мультиметра изменяются.

## 7.3 Определение метрологических характеристик измерителей

7.3.1 Определение диапазона и приведённой погрешности измерений крутящего момента силы

Устанавливают датчик измерителя на эталон и равномерно нагружают ступенями нагрузки в направлении крутящего момента силы по часовой стрелке от нуля до верхнего предела диапазона измерений. После достижения максимальной нагрузки равномерно разгружают, используя те же ступени нагрузки, по которым проводилось нагружение. Число ступеней нагрузки в диапазоне измерений (за исключением нулевой) должно быть не менее пяти. Нагружения проводят плавно (без ударов и рывков). Перемены знака нагрузки до окончания нагружения не допускаются. В случае несоблюдения этого требования цикл повторяют. Количество циклов нагружения должно быть не менее трех.

Испытания проводят при номинальном напряжении питания 12 В.

В каждой  $i$ -ой точке диапазона измерений для каждого цикла фиксируют показания мультиметра при нагружении  $u'_{ik}$  (прямой ход) и разгрузке  $u''_{ik}$  (обратный ход), В.

Измерения в вышеописанной последовательности повторяют для нагружения против часовой стрелки.

Обработка результатов измерений.

По полученным результатам измерений рассчитывают средние арифметические значения показаний для прямого  $\overline{u'_i}$  и обратного  $\overline{u''_i}$  хода отдельно, по формулам:

$$\overline{u'_i} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n u'_{ik}, \quad \overline{u''_i} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n u''_{ik}, \quad (1)$$

где  $n$  – число циклов нагружения.

Рассчитывают общее среднее по формуле

$$\bar{u}_i = \frac{\bar{u}'_i + \bar{u}''_i}{2}, \quad (2)$$

Абсолютное значение оценки систематической составляющей погрешности  $\Delta_{ci}$  рассчитывают по формуле

$$\Delta_{ci} = \left| \bar{u}_i - u_i \right| \quad (3)$$

где  $u_i$  - номинальное значение выходного сигнала, в точке нагрузки, воспроизводимой эталоном, В.

Номинальное значение выходного сигнала рассчитывают по формуле

$$u_i = \frac{u_{ВПИ}}{M_{крВПИ}} M_{крi} \quad (4)$$

где  $u_{ВПИ}$  - выходной сигнал на верхнем пределе измерений крутящего момента силы, В;

$M_{крВПИ}$  - верхний предел измерений колеса MSW, Н·м;

$M_{крi}$  - значение крутящего момента силы в контролируемой точке нагрузки Н·м.

Абсолютное значение вариации показаний рассчитывают по формуле

$$h_i = \left| \bar{u}'_i - \bar{u}''_i \right| \quad (6)$$

Среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности для прямого  $S'_i$  и обратного  $S''_i$  хода, В, рассчитывают по формулам:

$$S'_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (u'_{ik} - \bar{u}'_i)^2}{n-1}}; \quad (7)$$

$$S''_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (u''_{ik} - \bar{u}''_i)^2}{n-1}}. \quad (8)$$

Суммарную погрешность измерителя в проверяемых точках  $\Delta_i$ , В, рассчитывают по формуле

$$\Delta_i = 2 \sqrt{S_{i \max}^2 + \frac{h_i^2}{12} + \frac{\Delta_{ci}^2}{3}}, \quad (9)$$

где  $S_{i \max}$  – максимальное из значений, рассчитанных по формулам (7), (8), В.

Результаты измерений и расчетов заносят в протокол.

Полученное значение приведенной погрешности должно находиться в интервале  $\pm 0,15\%$ .

### 7.3.2 Определение абсолютной погрешности измерений угла

7.3.2.1 Измеритель согласно Инструкции по эксплуатации подключают к источнику питания и эталону единицы напряжения постоянного электрического тока

7.3.2.2 Датчик измерителя своим статором устанавливают на основании, предварительно установленном по уровню. На ротор датчика устанавливают многогранную призму (далее - призму). На основании устанавливают автоколлиматор (далее - АК) таким образом, чтобы его оптическая ось пересекалась с вертикальной осью испытуемого датчика, а по высоте находилась приблизительно по центру грани призмы. Затем по АК выверяют параллельность оси призмы и оси вращения датчика измерителя и перпендикулярность их к оси АК.

7.3.2.3 Совместную юстировку призмы и АК проводят следующим образом. Поворотом ротора датчика подводят в поле зрения автоколлимационное изображение марки (далее - АК-марка) от любой грани, затем в вертикальном направлении регулировкой АК устанавливают АК-марку по среднему делению шкалы (или центра биссектора), после этого подводят противоположную грань призмы в поле зрения автоколлимационное изображение АК-марки. Одну половину расхождения положения по вертикали устраняют регулировкой столика, другую - регулировкой АК. Затем поворачивают алидаду на  $90^\circ$  и наклоном призмы добиваются совмещения АК-марки со средним делением шкалы. В первоначальном положении призмы проверяют совпадение изображений по вертикали. Расхождение не должно превышать видимой двойной ширины элемента АК-марки.

7.3.2.4 Устанавливают первую грань призмы против автоколлиматора. Обнуляют показания измерителя. Регистрируют показание по шкале АК. Показания принимают за первый отсчет и вносят в протокол. Далее поворачивают датчик измерителя на угловой шаг призмы и аналогично вышеизложенному регистрируют отсчеты по АК, так же регистрируют показания мультиметра.

7.3.2.5 Аналогичную операцию проводят для всех углов призмы во всем диапазоне измерений угла поворота, то есть во втором и третьем прямых направлениях вращения датчика измерителя.

7.3.2.6 Операции 7.3.2.4 повторяют при обратном вращении датчика измерителя

7.3.2.7 Заданный угол определяют по формуле

$$a_{zi} = a_i + 360 \cdot n + (a_{aki} - a_{ak0}) \quad (10)$$

где  $a_{zi}$  - заданный угол,  $^\circ$ ;

$a_i$  - действительный угол призмы относительно первой грани, принятой за нулевую,  $^\circ$ ;

$n$  - число полных оборотов датчика измерителя;

$a_{aki}$  - показания по шкале автоколлиматора,  $^\circ$ ;

$a_{ak0}$  - показания по шкале автоколлиматора в нулевом положении датчика измерителя,  $^\circ$ .



7.3.2.8 Результат измерения угла измерителем  $\beta_i$  в единицах измерения угла определяют по формуле

$$\beta_i = \frac{(u_i - u_0) \cdot D}{U}, \quad (11)$$

где  $u_i$  - выходной сигнал измерителя при заданном угле  $\alpha_{zi}$ , В;  
 $u_0$  - выходной сигнал измерителя в нулевом положении, В;  
 $D$  - диапазон измерений угла поворота угла измерителя, °;  
 $U$  - аналоговый выходной сигнал на верхнем пределе измерений угла поворота, В.

7.3.2.9 Абсолютную погрешность при измерениях угла поворота  $\Delta_i$  определяют по формуле

$$\Delta_i = \beta_i - \alpha_{zi}, \quad (12)$$

где  $\alpha_{zi}$  - заданный угол, °;  
 $\beta_i$  - результат измерений угла измерителем, °;  
 $\Delta_i$  - абсолютная погрешность при измерениях угла поворота, °.

Абсолютная погрешность измерений угла поворота не должна превышать  $\pm 0,1$  °.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. Результаты поверки оформляются протоколом, который хранится в организации, проводившей поверку.

8.2 При положительных результатах первичной и периодической поверки оформляется свидетельство о поверке в соответствии Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815

8.3 При отрицательных результатах поверки измеритель в обращение не допускается, признаётся непригодным к эксплуатации и выдаётся извещение о непригодности в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 с указанием причин.

Зав. лабораторией метрологии измерений  
крутящего момента силы и  
переменного давления ФГУП «УНИИМ»

Б.А. Черепанов

Зам. зав. лабораторией метрологии измерений  
массы, силы и линейно-угловых величин

Л.А. Злыдникова

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

Протокол поверки измерителя MSW № \_\_\_\_\_ « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 201 \_\_\_\_\_ г.

- 1 \_\_\_\_\_
- 2 Принадлежит \_\_\_\_\_  
Наименование, тип заводской номер, год выпуска
- 3 Методика поверки «ГСИ. Измерители MSW. Методика поверки МИ 70-231-2016».  
Наименование и номер документа на методику поверки
- 4 Средства поверки \_\_\_\_\_
- 5 Условия поверки: влажность \_\_\_\_\_ %  
температура, °С: до начала процесса измерений \_\_\_\_\_, в конце процесса измерений \_\_\_\_\_
- 6 Результаты внешнего осмотра \_\_\_\_\_
- 7 Результаты опробования \_\_\_\_\_
- 8 Результаты определения погрешностей \_\_\_\_\_
- 8.1 Результаты определения приведенной погрешности при измерении крутящего момента силы \_\_\_\_\_

Номер точки нагружения	Номинальное значение выходного сигнала в поверяемой точке	Показания мультиметра по часовой стрелке, В						Средние значения, В			Систематическая составляющая погрешности, $\Delta_{сб}$ , В	Вариация показаний, $h_i$ , В	СКО		Суммарная погрешность, $\Delta_i$ , В	Приведенная погрешность, $\gamma$ , В		
		Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Общее	обратный ход	Прямой ход			Обратный ход	$S'_i$ , В			$S''_i$ , В	
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		

Номер точки нагружения	Номинальное значение выходного сигнала в поверяемой точке	Показания мультиметра против часовой стрелки, В						Средние значения, В			Систематическая составляющая погрешности, $\Delta_{сб}$ , В	Вариация показаний, $h_i$ , В	СКО		Суммарная погрешность $\Delta_i$ , В	Приведенная погрешность, $\gamma$ , %	
		Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Прямой ход	Обратный ход	Общее	$S'_i$ , В	$S''_i$ , В							
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	

Максимальная приведенная погрешность  $\gamma_i$ , % \_\_\_\_\_

### 8.2 Результаты определения погрешности при измерении угла поворота

Действительный угол призмы относительно первой грани, принятой за нулевую, °	Показания по шкале автоколлиматора, '	Заданный угол, ° $\alpha_{зи}$	Выходное напряжение постоянного тока измерителя, $u_i$ , В	Результат измерений угла измерителем, $\beta_i$ , °	Абсолютная погрешность при измерениях угла поворота, $\Delta_i$ , °

### Заключение

Выдано свидетельство № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » 201 \_\_\_\_ г. Извещение о непригодности № \_\_\_\_\_ от « \_\_\_\_\_ » 201 \_\_\_\_ г.

Поверку провёл \_\_\_\_\_ Подпись  
Дата проведения поверки « \_\_\_\_\_ » 201 \_\_\_\_ г.

Организация, проводившая поверку \_\_\_\_\_