

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора по
метрологии
ФБУ «УРАЛТЕСТ»



Д. Г. Дедков

М.п.

« 31 »

января

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Модули измерительные МИ-601

Методика поверки

МП 4303/0329-2024

Екатеринбург

2024

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки Модулей измерительных МИ-601 (далее – модули).

1.2 При проведении поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемых модулей к ГЭТ 22-2014 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.11.2018 № 2482.

1.3 Методика поверки реализуется методом прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки модулей должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	-	-
Определение абсолютной погрешности измерения зенитных углов	10.1	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения азимутальных углов	10.2	да	да
Определение абсолютной погрешности измерения углов установки отклонителя	10.3	да	да

2.2 Не допускается поверка модулей для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2.3 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается, модуль бракуют.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха: от плюс 17 °С до плюс 30 °С.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на модули, эталоны, средства измерений, применяемые при поверке, имеющие необходимую квалификацию, аттестованные в качестве поверителей.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (рег. №)
Основные средства поверки		
8.1.1	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от +17 °С до +30 °С с абсолютной погрешности не более 1 °С	Прибор комбинированный для контроля параметров окружающей среды MeteoSmart, рег. № 76455-19
10.1, 10.2, 10.3	Рабочий эталон не ниже 4 разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плоского угла, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.11.2018 № 2482 в диапазоне измерений от 0° до 360°	Квадрант КО-10, рег. № 1947-75 (далее – квадрант)
	Средства измерений угла в диапазоне от 0° до 360° со средней квадратической погрешностью не более 30''	Теодолит 4Т30П, рег. № 5305-95 (далее – теодолит)
Вспомогательные средства поверки		
10.1, 10.2, 10.3	Приспособление для позиционирования модулей в пространстве по азимутальному, зенитному и апсидальному углам и фиксации в заданном положении, позволяющее передавать значения величин углов от эталона к модулю	Трехосевой позиционирующий столик DITS-CA (далее – СКИ)

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 5.1.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки необходимо соблюдать требования по безопасности, приведенные в эксплуатационной документации модулей и используемых средств поверки.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При проведении внешнего осмотра модулей следует убедиться в отсутствии механических повреждений и дефектов, влияющих на их метрологические характеристики.

7.2 Устанавливают наличие маркировки в соответствии с описанием типа и заводского номера модулей.

7.3 Комплектность модулей должна соответствовать паспорту.

7.4 Модуль считают годным по разделу 7, если он соответствует требованиям 7.1 – 7.3.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

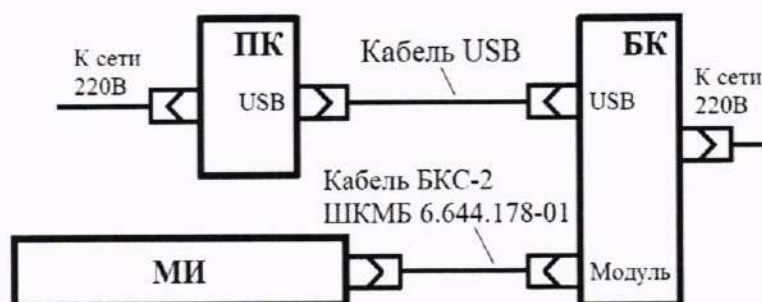
8.1.1 Проверяют соблюдение условий в соответствии с разделом 3.

8.1.2 Подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их технической документацией.

8.1.3 Модуль подготавливают к работе в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.2 Опробование

8.2.1 Осуществляют подключение модуля в соответствии с рисунком 1.



ПК- персональный компьютер; БК- блок контроля (предназначен для питания модулей,
МИ - модуль

Рисунок 1 – Схема подключения модуля к персональному компьютеру

8.2.2 На персональном компьютере запускают автономное программное обеспечение (ПО) RollTest и включают блок контроля.

8.2.3 В ПО RollTest открывают окно «Текущие данные» в соответствии с руководством оператора ПО RollTest.

8.2.4 Производят настройку модуля и его подключение к порту персонального компьютера в соответствии с руководством по эксплуатации модуля.

8.2.5 Производят изменение положения модуля в пространстве:

- вращают в горизонтальной плоскости, показания параметра «Зенит» в окне «Текущие данные» должны начать изменяться;
- отклоняют относительно вертикали, показания параметра «Азимут» в окне «Текущие данные» должны начать изменяться;
- вращают относительно продольной оси, показания параметров «GTF» и «MTF» в окне «Текущие данные» должны начать изменяться.

8.2.6 Модуль считают годным по разделу 8, если при изменении его положения происходит изменение показаний соответствующих параметров.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проверку идентификационных данных встроенного программного обеспечения (далее – ПО) проводят путем проверки его идентификационного наименования и номера версии («версия прошивки»), отображаемого на панели состояния в нижней строке главного окна программы ПО RollTest, идентификационные данные встроенного ПО модуля должны соответствовать идентификационным данным ПО, приведенным в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные ПО	Значение
Идентификационное наименование ПО	MI_601
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже FW 02.07.13

9.2 В случае несоответствия идентификационных данных встроенного ПО, поверка прекращается, модуль бракуется.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение абсолютной погрешности измерения зенитных углов

10.1.1 Устанавливают на столик калибровочный инклинометрический (далее - СКИ) приспособление для установки теодолита и квадранта. Устанавливают квадрант на приспособление, закрепляют квадрант винтами.

Устанавливают модуль в установку СКИ.

10.1.2 Выставляют СКИ в положение, соответствующее значению зенитного угла 0° , проконтролировав положение квадрантом.

Последовательно на СКИ с помощью квадранта поочередно устанавливают значения зенитных углов $1^\circ; 30^\circ; 60^\circ; 90^\circ; 120^\circ - Z_i$, подходя к задаваемому значению углов со стороны меньших углов (прямой ход). Фиксируют в протоколе поверки показания параметра зенитных углов модуля («Зенит») в главном окне ПО RollTest в единицах плоского угла z_{pi}^j , где i – значение заданного зенитного угла в единицах плоского угла, j – порядковый номер измерения, p – обозначение прямого хода. Проводят по два измерения при каждом значении зенитного угла.

10.1.3 В аналогичном порядке повторяют измерения для обратного хода, подходя к задаваемому значению углов со стороны больших углов. Фиксируют в протоколе поверки показания параметра зенитных углов модуля («Зенит») в главном окне ПО RollTest в единицах плоского угла $z_{об}^j$, где об – обозначение обратного хода.

10.1.4 Для каждого заданного значения зенитного угла на СКИ рассчитывают измеренное модулем значение зенитного угла в единицах плоского угла z_i по формуле

$$z_i = \frac{z_{pi}^1 + z_{pi}^2 + z_{об}^1 + z_{об}^2}{2} \quad (1)$$

10.1.5 Для каждого заданного значения угла на СКИ рассчитывают абсолютную погрешность измерений зенитного угла в единицах плоского угла Δ_{zi} по формуле

$$\Delta_{zi} = z_i - Z_i \quad (2)$$

10.1.6 Результаты поверки по пункту 10.1 считают положительными, если полученные значения абсолютных погрешностей измерения зенитных углов не превышают допустимых пределов, приведенных в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Метрологические характеристики модуля

Наименование характеристики	Значение
1	2
Диапазон измерений зенитных углов	от 0° до 120°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений зенитных углов	$\pm 0,15^\circ$
Диапазон измерений азимутальных углов	от 0° до 360°
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений азимутальных углов:	
- при значении зенитных углов от 1° до 3° включ.;	$\pm 4,0^\circ$
- при значении зенитных углов св. 3° до 6° включ.;	$\pm 2,5^\circ$
- при значении зенитных углов св. 6° до 120° включ.	$\pm 1,5^\circ$
Диапазон измерений углов установки отклонителя	от 0° до 360°

1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя: - для показаний MTF при зенитных углах от 0° до 5° включ. - для показаний GTF при зенитных углах св. 5° до 120° включ.	±3,0°

10.2 Определение абсолютной погрешности измерения азимутальных углов

10.2.1 Выставляют СКИ в положение, соответствующее значению зенитного угла 1,5°, проконтролировав положение квадрантом, фиксируют СКИ.

10.2.2 Поворачивая СКИ в сторону увеличения азимутальных углов, фиксируют последовательно через каждые 45° значения азимутальных углов в диапазоне от 0° до 360°, контролируя положение квадрантом.

Плавнo приближаясь к каждому заданному значению азимутального угла в направлении увеличения значений (прямой ход) фиксируют в протоколе поверки измеренные модулем значения азимутальных углов «Азимут» в окне «Текущие данные» ПО RollTest, поворачивают по азимутальной оси СКИ, таким образом, чтобы параметр «Азимут» в окне «Текущие данные» ПО RollTest был равен 0°. Проводят по два измерения при каждом значении азимутального угла.

10.2.3 В аналогичном порядке повторяют измерения для обратного хода, подходу к задаваемому значению азимутальных углов со стороны больших углов.

10.2.4 Для каждого заданного значения азимутального угла на СКИ рассчитывают измеренное модулем значение азимутального угла в единицах плоского угла a_i по формуле

$$a_i = \frac{\frac{a_{\Pi i}^1 + a_{\Pi i}^2}{2} + \frac{a_{об i}^1 + a_{об i}^2}{2}}{2}, \quad (3)$$

где $a_{\Pi i}^j$ – значение азимутального угла, измеренное модулем при прямом ходе в единицах плоского угла;

$a_{об i}^j$ – значение азимутального угла, измеренное модулем при обратном ходе в единицах плоского угла;

i – значение заданного азимутального угла в единицах плоского угла;

j – порядковый номер измерения (1; 2).

10.2.5 Для каждого заданного значения азимутального угла на СКИ рассчитывают абсолютную погрешность измерений азимутального угла в единицах плоского угла Δ_{a_i} по формуле

$$\Delta_{a_i} = a_i - A_i, \quad (4)$$

где A_i – значение азимутального угла, установленное на квадранте в единицах плоского угла.

10.2.6 Повторяют операции по п. 10.2.2-10.2.5, поочередно изменяя зенитный угол положения СКИ: 3°; 5°; 60°; 90°; 120°.

10.2.7 Результаты поверки по пункту 10.2 считают положительными, если полученные значения абсолютных погрешностей измерения азимутальных углов не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 10.1.

10.3 Определение абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя

10.3.1 Определение абсолютной погрешности измерений углов установки отклонителя в диапазоне св. 5° до 120° включ. (с использованием акселерометров)

10.3.1.1 Устанавливают СКИ в положение, соответствующее значению зенитного угла 5°, проконтролировав положение квадрантом.

10.3.1.2 Устанавливают СКИ, поворачивая модуль вокруг его продольной оси до нулевого показания GTF в окне «Текущие данные» в ПО RollTest.

Поворачивая модуль вокруг продольной оси по часовой стрелке, фиксируют его через каждые 45° в диапазоне углов установки отклонителя от 0° до 360°. Плавнo подходят к измеряемому углу со стороны меньших значений.

10.3.1.3 Снимают показания параметров GTF (угол установки отклонителя измеренный с использованием акселерометров) с окна «Текущие данные» ПО RollTest, модуля $g_{\Pi i}^j$, где i – значение установки зенитного угла, j – порядковый номер измерения, Π – обозначение прямого хода.

10.3.1.4 При каждом заданном значении провести по два измерения угла

10.3.1.5 Повторяют измерения, плавно подойдя к измеряемому углу со стороны больших значений, снять отсчёты параметров GTF с окна «Текущие данные» ПО RollTest.

10.3.1.6 Рассчитывают для каждого заданного угла установки отклонителя измеренное модулем значение угла установки отклонителя в единицах плоского угла g_i по формуле

$$g_i = \frac{\frac{g_{пi}^1 + g_{пi}^2}{2} + \frac{g_{обi}^1 + g_{обi}^2}{2}}{2}, \quad (5)$$

где $g_{пi}^j$ – текущий отсчет показаний заданного значению угла при подходе к нему со стороны меньших значений углов (прямой ход) в единицах плоского угла;

$g_{обi}^j$ – текущий отсчет показаний заданного значению угла при подходе к нему со стороны больших значений углов (обратный ход) в единицах плоского угла;

i – заданное значение угла установки отклонителя в единицах плоского угла;

j – порядковый номер измерения (1; 2).

10.3.1.7 Для каждого заданного значения угла установки отклонителя рассчитывают абсолютную погрешность измерений угла установки отклонителя в диапазоне св. 5° до 120° включ. в единицах плоского угла Δ_{g_i} по формуле

$$\Delta_{g_i} = g_i - G_i, \quad (6)$$

где G_i – значение угла установки отклонителя, установленное на квадранте в единицах плоского угла.

10.3.1.8 Повторяют измерения по п.10.3.1.1-10.3.1.7 для положения СКИ при значениях зенитных углов 60° и 120° .

10.3.2 Определение абсолютных погрешностей измерения углов установки отклонителя в диапазоне от 0° до 5° включ. (с использованием магнитометров)

10.3.2.1 Устанавливают СКИ в положение, соответствующее значению зенитного угла 0° , проконтролировав положение квадрантом.

10.3.2.2 Устанавливают СКИ, поворачивая модуль вокруг его продольной оси до нулевого показания GTF в окне «Текущие данные» в ПО RollTest.

10.3.2.3 Поворачивают модуль вокруг продольной оси по часовой стрелке со стороны меньших значений (прямой ход), фиксируют его через каждые 45° в диапазоне углов от 0° до 360° .

Фиксируют в протоколе поверки показания параметров MTF (угол установки отклонителя измеренный с использованием магнитометров), отображающихся в окне «Текущие данные» ПО RollTest, модуля в единицах плоского угла $m_{пi}^j$, где i – заданное значение угла, j – порядковый номер измерения, $п$ – прямой ход. При каждом заданном значении угла провести по два измерения угла.

10.3.2.4 Повторяют измерения, плавно подойдя к измеряемому углу со стороны больших значений (обратный ход), снимают показания параметров MTF, отображающихся в окне «Текущие данные» ПО RollTest.

10.3.2.5 Рассчитывают для каждого заданного угла установки отклонителя измеренное модулем значение угла установки отклонителя в единицах плоского угла m_i по формуле

$$m_i = \frac{\frac{m_{пi}^1 + m_{пi}^2}{2} + \frac{m_{обi}^1 + m_{обi}^2}{2}}{2}, \quad (7)$$

где $m_{обi}^j$ – измеренное модулем значение угла установки отклонителя при подходе к нему со стороны больших значений углов (обратный ход) в единицах плоского угла.

10.3.2.6 Для каждого заданного значения угла установки отклонителя рассчитывают абсолютную погрешность измерений угла установки отклонителя в диапазоне от 0° до 5° включ. в единицах плоского угла Δ_{m_i} по формуле

$$\Delta_{m_i} = m_i - M_i, \quad (8)$$

где M_i – значение угла установки отклонителя, установленное на квадранте в единицах плоского угла.

10.3.2.7 Повторяют измерения по п.10.3.2.1-10.3.2.6 для положения СКИ при значении зенитного угла 5° .

10.3.3 Результаты поверки по пункту 10.3 считают положительными, если полученные значения абсолютных погрешностей измерения углов установки отклонителя не превышают допускаемых пределов, приведенных в таблице 10.1.

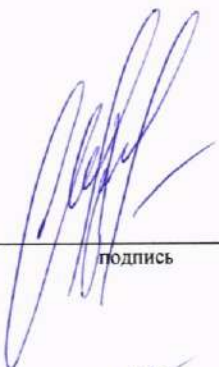
11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 По результатам поверки модуля оформляют протокол поверки в произвольной форме.

11.2 Положительные результаты поверки модуля оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке.

11.3 Отрицательные результаты поверки модуля оформляют в виде электронной записи, передаваемой в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений и, по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности.

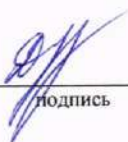
Начальник отдела 4303



подпись

В. В. Милорадов

Инженер по метрологии 2 категории



подпись

Е. О. Дудоладова