

СОГЛАСОВАНО

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев



Государственная система обеспечения единства измерений
Устройства опорно-поворотные автоматизированные ОПУ-100

Методика поверки

МП-27/006-2024

2024 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Настоящая методика поверки распространяется на устройства опорно-поворотные автоматизированные ОПУ-100 (далее – устройства), предназначенные для установки и измерения углов поворота и линейного перемещения антенн в пространстве в полуавтоматическом и автоматизированном режиме.

1.2. В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

1.3. Методика поверки обеспечивает прослеживаемость устройств к государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26.11.2018 № 2482, к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2840.

1.4. В методике поверки реализован метод передачи единицы непосредственным сличением и метод прямых измерений.

1.5. Допускается проведение поверки отдельных величин в соответствии с заявлением владельца устройства с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки.

Таблица 1 – Метрологические требования, предъявляемые к устройствам опорно-поворотным автоматизированным ОПУ-100

Наименование характеристики	Значение характеристики			
	ОПУ-100-1У	ОПУ-100-2У	ОПУ-100-3У	ОПУ-100-4У
Модификация				
Диапазон измерений углов поворота, градус:				
- вокруг оси азимута (рысканья)	от -180 до +180	от -180 до +180	от -180 до +180	от -180 до +180
- вокруг оси поляризации (крена)	-	-	от -180 до +180	от -180 до +180
- вокруг угломестной оси (тангажа)	-	от -45 до +100	-	от -30 до +100
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений углов поворота, градус	±0,1			
Диапазон измерений линейного перемещения, мм	-	-	от 0 до 1000	от 0 до 1000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений линейного перемещения, мм	-	-	±0,2	±0,2

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 –Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений углов поворота	Да	Да	10.1
Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейного перемещения	Да	Да	10.2
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °Сот 15 до 30;
- относительная влажность окружающего воздуха, %..... не более 80;
- атмосферное давление, кПа..... от 86,0 до 106,7;
- питание от сети переменного тока
напряжение, Вот 207 до 253;
частота, Гц от 49 до 51.

Примечание – при проведении поверочных работ условия окружающей среды средств поверки (рабочих эталонов) должны соответствовать регламентируемым в их инструкциях по эксплуатации требованиям.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки могут быть допущены лица, имеющие высшее или среднее техническое образование и практический опыт в области геометрических измерений, и допущенные к проведению поверки установленным порядком.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемое устройство и используемые средства поверки.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	<p>Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 до 30 °С с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,3$ °С.</p> <p>Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 до 90% с относительной погрешностью не более $\pm 3,5\%$.</p> <p>Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 86,0 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа.</p> <p>Средства измерений частоты переменного тока от 40 до 60 Гц с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm (0,012 \cdot f_{изм} + 3 \cdot k)$ Гц, где $f_{изм}$ – измеряемое значение частоты переменного тока, Гц, k – значение единицы младшего разряда, Гц, равное 0,01 Гц.</p> <p>Средства измерений напряжения переменного тока до 600 В с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm (0,008 \cdot U_{изм} + 4 \cdot k)$ В, где $U_{изм}$ – измеряемое значение напряжения переменного тока, В, k – значение единицы младшего разряда, В, равное 0,1 В.</p>	<p>Метеостанции НМ30, рег. № 33300-06</p> <p>Мультиметры цифровые серии DT модификации DT-9963, рег. № 58550-14</p>
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений	<p>Автоколлиматоры, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла в соответствии с приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482</p> <p>Многогранные призмы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений плоского угла в соответствии с приказом Росстандарта от 26.11.2018 г. № 2482, число боковых граней не менее 36</p> <p>Измерители линейных перемещений лазерные, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм в соответствии с приказом Росстандарта от 28.12.2018 г. № 2840</p>	<p>Автоколлиматоры АК-У (мод. АК-03У и АК-1У), мод. АК-1У рег. № 72732-18</p> <p>Меры плоского угла призматические, тип 4 к.т.1 число боковых граней 36 рег. № 72196-18</p> <p>Системы лазерные измерительные XL-80 рег. № 35362-13</p>
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа, поверенные и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При выполнении операций поверки должны быть соблюдены все требования техники безопасности, регламентированные ГОСТ 12.1.019-2017, ГОСТ 12.1.038-82, ГОСТ 12.3.019-80, действующими «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также всеми действующими местными инструкциями по технике безопасности.

6.2 К выполнению операций поверки и обработке результатов наблюдений могут быть допущены только лица, аттестованные в качестве поверителя в установленном порядке.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр

7.1.1 Внешний вид и комплектность проверить на соответствие данным, приведенным в руководстве по эксплуатации (РЭ) и в паспорте на устройство.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- отсутствие внешних механических повреждений, ослабления элементов конструкции, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики устройства;

- наличие маркировки, подтверждающей тип и идентифицирующей поверяемое оборудование.

- соответствие комплектности паспорту, наличие маркировок с указанием типа и заводского номера.

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если устройство удовлетворяет требованиям п. 7.1.1. В противном случае, устройство считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и к дальнейшим операциям по поверке не допускается.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с документацией на устройство, подготавливает все материалы и средства измерений, необходимые для проведения поверки. Контроль условий проведения поверки по пункту 3.1 провести перед началом поверки.

8.1.1 Опробование

8.1.2 Убедиться, что на используемом компьютере установлена операционная система Windows 10 и пакет «MATLAB Runtime». Установить программное обеспечение «Измерение на ОПУ» (далее – ПО) на компьютер. Подключить устройство к компьютеру при помощи USB-кабеля из состава устройства. Запустить ПО. Убедиться, что связь с устройством установлена, о чем свидетельствует соответствующий программный индикатор «Готов» в рабочем окне ПО. Нажать в ПО программную клавишу «Контроль». Убедиться, что осуществляется поворот (перемещение) вокруг (вдоль) всех осей устройства.

8.1.3 Устройство считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если не происходит отказа приводов ни одной из осей устройства, отсутствуют ошибки при запуске и работе ПО.

8.1.4 При положительных результатах опробования приступить к проверке метрологических характеристик. В противном случае, устройство считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и к дальнейшим операциям по поверке не допускается.

9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.

9.1. Проверку целостности метрологически значимой части ПО устройства следует выполнять посредством сравнения идентификационных данных ПО, указанных в описании типа, с их реальными значениями.

9.2. Используя программное обеспечение MeasRadio.exe устройства (пункт меню «О программе») получить идентификационные данные ПО. Зафиксировать идентификационное наименование и номер версии.

9.3. Результат проверки считать положительными, если полученные идентификационные данные ПО, соответствуют идентификационным данным, записанным в формуляре и описании типа на устройство.

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений углов поворота

10.1.1 Установить призму многогранную (далее – призму) на опорном фланце устройства на месте антенны.

10.1.2 Установить автоколлиматор на неподвижный штатив, регулируемый по высоте, таким образом, чтобы автоколлиматором наблюдалось отраженное от грани призмы изображение. Выставить автоколлиматор согласно его руководству по эксплуатации таким образом, чтобы изображение его марки, отраженной от грани призмы, находилось в центре поля зрения автоколлиматора.

10.1.3 Сделать один полный оборот с шагом 30° , контролируя при этом, чтобы вертикальное отклонение изображения марки, поочередно отраженной от соответствующих граней призмы, не превышало $60''$ (относительно первой грани).

10.1.4 Выставить ось станда в положение -180° и снять отсчет a_1 по горизонтальной шкале автоколлиматора от первой грани призмы. Далее, задавая с помощью отсчетного устройства станда углы поворота в диапазоне от -150° до 180° , соответствующие углам призмы, приведенным в свидетельстве о поверке на призму, снимать отсчеты a_i , где i – номер грани призмы ($i = 2 \dots 36$).

10.1.5 Повторить п. 10.1.4 задавая углы поворота в обратную сторону вращения.

10.1.6 Повторить операции согласно п. 10.1.2-10.1.5 для каждой оси вращения устройства

10.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений линейного перемещения

10.2.1 Установить уголкоый отражатель из состава системы лазерной измерительной (далее – системы) на опорном фланце устройства на месте антенны.

10.2.2 Установить систему на неподвижный штатив, регулируемый по высоте, таким образом, чтобы луч системы был параллелен оси линейного перемещения устройства. Выставить систему согласно её руководству по эксплуатации таким образом, чтобы при любом значении линейного перемещения устройства луч системы попадал в уголкоый отражатель из состава системы, установленный на опорном фланце устройства, а на экране ноутбука из состава системы индицировалось текущее значение линейного перемещения.

10.2.3 Переместить стенд в положение, соответствующее значению линейного перемещения 0 мм. Обнулить показания системы. Далее, задавая с помощью отсчетного устройства станда значения линейного перемещения от 100 мм до 1000 мм с шагом 100 мм снимать отсчеты l_j , где j – значение линейного перемещения в сотнях миллиметров ($j = 1 \dots 10$).

10.2.4 Повторить п. 10.2.3 перемещая стенд в обратном направлении.

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Определить абсолютную погрешность измерений углов поворота $\Delta\alpha_i$, как разность соответствующих отсчетов (относительно первой грани) по формуле:

$$\Delta\alpha_i = \alpha_i - \alpha_i' - \alpha_i'' + \alpha_i''' \quad (1)$$

где α_i'' – i -й угол, зарегистрированный с помощью устройства (относительно первой грани призмы);

α_i''' – i -й угол призмы (относительно первой грани призмы).

В качестве достигнутого значения отклонения при позиционировании, принять максимальное по модулю из значений, полученных по формуле 1.

11.2 Результаты считать положительными, если диапазон измерений углов поворота соответствует указанному в таблице 1, а абсолютная погрешность измерений углов поворота находится в пределах значений, указанных в таблице 1. В противном случае устройство дальнейшей поверке не подвергается и бракуется.

11.3 Определить абсолютную погрешность измерений линейного перемещения Δl_j , как разность отсчетов устройства и системы по формуле:

$$\Delta l_j = l_j^y - l_j^c \quad (2)$$

где l_j^y – j -ое значение линейного перемещения, зарегистрированное с помощью устройства;

l_j^c – j -ое значение линейного перемещения, зарегистрированное системой.

В качестве достигнутого значения отклонения при позиционировании, принять максимальное по модулю из значений, полученных по формуле 2.

11.4 Результаты считать положительными, если диапазон измерений линейного перемещения соответствует указанному в таблице 1, а абсолютная погрешность измерений линейного перемещения находится в пределах значений, указанных в таблице 1. В противном случае устройство дальнейшей поверке не подвергается и бракуется.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 По результатам поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме. Допускается протокол поверки приводить на оборотной стороне свидетельства о поверке.

12.2 Сведения о результатах поверки устройства передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 По заявлению владельца устройства или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки, полной или сокращенной, (подтверждено соответствие устройства метрологическим требованиям) оформляется свидетельство о поверке по форме, установленной в соответствии с действующим законодательством и (или) наносится знак поверки.

12.4 По заявлению владельца устройства или лица, представившего его на поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие устройства метрологическим требованиям) оформляется извещение о непригодности к применению.

12.4.1 Способ защиты от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа, дополнительных действий по соблюдению требований по защите от несанкционированного вмешательства не требуется.

Начальник отдела ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

К.А. Шарганов