



**СОГЛАСОВАНО**

Начальник

ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России

Т.Ф. Мамлеев

«15» августа 2024 г.

М.п.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Комплекты мер калибровочные**

**КМК-36**

**Методика поверки**

**МП ПЛНР.713177.039**

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки комплектов мер калибровочных КМК-36 производства ООО «ПЛАНАР-ЦЕНТР» г. Москва (далее - комплекты мер). Сокращённая поверка комплектов мер невозможна.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 53,57 до 78,33
Модуль коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода, не менее	0,97
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода в диапазоне рабочих частот	$\pm 0,025$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений фазы коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых и холостого хода, градусы	$\pm 1,5$
Модуль коэффициента отражения нагрузок согласованных, не более	0,07
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения нагрузок согласованных в диапазоне рабочих частот	$\pm 0,003$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений фазы коэффициента отражения нагрузок согласованных в диапазоне рабочих частот, градусы	$\pm [57 \cdot \arcsin(\Delta\Gamma/ \Gamma )]^*$
* где $\Delta\Gamma$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений модуля коэффициента отражения; $ \Gamma $ – модуль коэффициента отражения нагрузки согласованной	

1.3 Методика поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемых комплектов мер к государственным первичным эталонам единиц величин:

- ГЭТ 219-2024 «Государственный первичный эталон единиц комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 178,4 ГГц» в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 05.08.2024 № 1796.

1.4 Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки: непосредственное сличение поверяемого средства измерений с эталоном той же величины.

## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование	Да	Да	8

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
средства измерений			
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Определение действительных значений коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых, согласованных, холостого хода и погрешности измерений модуля и фазы комплексного коэффициента отражения	Да	Да	9.1
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

### 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

- 3.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:
- температура окружающего воздуха, °С ..... от + 15 до + 25;
  - относительная влажность воздуха, %, не более ..... 80
  - атмосферное давление, кПа ..... от 84,0 до 106,7;
  - напряжение питания, В ..... 230 ± 23;
  - частота, Гц ..... 50 ± 1.

*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 радиотехнических измерений, и допущенные к проведению поверки установленным порядком.

4.2 Поверитель должен изучить эксплуатационные документы на поверяемый комплект мер 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.

5.2 Все средства поверки должны быть исправны и иметь действующие документы о поверке (знак поверки).

Таблица 3 – Средства поверки

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. 3.1 Контроль условий поверки (при подготовке и	Средства измерений: температуры окружающей среды в диапазоне от 10 до 30°C с абсолютной погрешностью не более 1°C. Средства измерений	Приборы комбинированные Testo 622,

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
проведении поверки средства измерений)	относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 % с абсолютной погрешностью не более 3 %; атмосферного давления в диапазоне от 86,6 до 106,7 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	(рег. № 44744-10)
9.1	Вторичный эталон в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений ослабления напряжения постоянного тока и электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 20 Гц до 178,4 Гц, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3383: диапазон частот от 37,5 до 178,4 ГГц, диапазон измерений комплексного коэффициента отражения ( $\Gamma$ ) от 0,005 до 1, доверительные границы суммарной погрешности измерений модуля ККО ( $\Delta\Gamma$ ) от 0,03 до 0,025, доверительные границы суммарной погрешности измерений фазы ККО $\pm[57 \cdot \arcsin(\Delta\Gamma/ \Gamma )]$	Вторичный эталон единицы комплексного коэффициента отражения (ККО) волноводных трактов (2.1.ВХН.0002.2021)
Примечание – допускается использовать при поверке аналогичные поверенные средства измерения утвержденного типа, утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, обеспечивающие необходимое соотношение погрешностей поверяемого и эталонного средства измерений.		

## 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, ГОСТ 12.1.038, ГОСТ 12.3.019, 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.

6.3 Все блоки и узлы, а также используемые средства измерений должны быть надежно заземлены. Коммутации и сборки электрических схем для проведения измерений должны проводиться только на выключенной и полностью обесточенной аппаратуре.

## 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) на комплект мер.

При проведении внешнего осмотра проверить:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации, наличие маркировок с указанием типа и заводского номера;
- соответствие внешнего вида и опломбирования описанию типа;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на функциональность комплекта мер;

- отсутствие неудовлетворительного крепления разъемов;
- состояние лакокрасочного покрытия (царапины, локальные изменения цвета и потертости, не приводящие к потере читаемости информационных надписей и маркировки, допускаются).

7.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными при отсутствии дефектов, нарушающих функциональность, и соответствии описанию типа. В противном случае комплект мер дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется для проведения ремонта.

## **8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

### **8.1 Подготовка к поверке**

8.1.1 На поверку представляют комплект мер, полностью укомплектованный в соответствии с РЭ на него.

8.1.2 Во время подготовки к поверке поверитель знакомится с документацией на комплект мер и подготавливает все материалы и средства поверки, необходимые для проведения поверки.

### **8.2 Опробование средства измерений**

8.2.1 Подготовить вторичный эталон единицы комплексного коэффициента отражения волноводных трактов к работе в тракте 3,6x1,8 мм в соответствии с РЭ, выполнив необходимые подготовительные операции для измерений коэффициента отражения.

8.2.2 Установить следующие параметры настройки:

режим перестройки частоты: сегментный;

диапазон частот: от 53,57 ГГц до 53,57 (1 точка), от 53,6 до 78,3 ГГц с шагом 100 МГц (248 точек), от 78,33 ГГц до 78,33 (1 точка);

полоса фильтра ПЧ: 10 Гц.

8.2.3 Выполнить измерения модуля комплексного коэффициента отражения S11 нагрузки согласованной, нагрузки короткозамкнутой и отрезка волноводного совместно с нагрузкой короткозамкнутой.

8.2.4 Результат опробования считать положительным, если модуль комплексного коэффициента отражения нагрузки согласованной не превышает значений 0,07, а нагрузок короткозамкнутой и отрезка волноводного совместно с нагрузкой короткозамкнутой составляет не менее 0,97.

## **9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

9.1 Определение действительных значений коэффициента отражения нагрузок короткозамкнутых, согласованных, холостого хода и погрешности измерений модуля и фазы комплексного коэффициента отражения

9.1.1 Определение действительных значений мер осуществляется прямыми измерениями с применением вторичного эталона единицы комплексного коэффициента отражения (далее - ККО).

9.1.2 Подготовить вторичный эталон единицы ККО к работе в соответствии с РЭ, для чего установить следующие параметры настройки:

режим перестройки частоты: сегментный;

диапазон частот: от 53,57 ГГц до 53,57 (1 точка), от 53,6 до 78,3 ГГц с шагом 100 МГц (248 точек), от 78,33 ГГц до 78,33 (1 точка);

полоса фильтра ПЧ: 10 Гц.

9.1.3 Измерения проводят при трех подключениях меры со сдвигом продольной оси меры на 180 градусов. За результат измерения принимают среднее арифметическое из значений, полученных при трех подключениях каждой меры. Зафиксировать результаты измерений в протоколе.

## 10 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует требованиям к рабочему эталону в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 05.08.2024 № 1796, а также выполняются следующие условия:

- модуль ККО нагрузки согласованной не превышает значений 0,07;
- модуль ККО нагрузок короткое замыкание и холостой ход составляет не менее 0,97;
- максимальные отличия между собой результатов измерений модуля коэффициента отражения нагрузок согласованных, короткозамкнутых и холостого хода при различных подключениях в диапазоне рабочих частот не более 0,7 от пределов допускаемой погрешности определения действительных значений мер, приведенных в таблице 4.

Таблица 4 – Пределы допускаемой погрешности определения действительных значений мер

Мера	Пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений	
	Модуля КО (ΔΓ)	Фазы КО, градусы
Нагрузка согласованная	± 0,003	± [57 · arcsin(ΔΓ/ Γ )] где  Γ  – модуль КО
Нагрузки короткозамкнутые и холостого хода	± 0,025	± 1,5

## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

11.1 Сведения о результатах поверки изделий передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 По заявлению владельца изделия или лица, представившего его на поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие изделия метрологическим требованиям) наносится знак поверки и (или) выдается свидетельство о поверке. В свидетельстве о поверке указывается соответствие обязательным требованиям к рабочему эталону согласно Государственной поверочной схемы для средств измерений комплексного коэффициента отражения и комплексного коэффициента передачи в волноводных трактах в диапазоне частот от 2,14 до 178,4 ГГц, утвержденной приказом Росстандарта от 05.08.2024 № 1796.

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

11.4 Измеренные значения параметров мер на требуемых частотах записывают на USB flash диск в файлы в формате «s1.p». В свидетельстве о поверки в разделе «Метрологические характеристики» указывают контрольные суммы файлов, содержащих измеренные значения параметров мер, вычисленные по алгоритму MD5.

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

11.6 Способ защиты средства измерений от несанкционированного вмешательства представлен в описании типа. Дополнительных действий по соблюдению требований по защите средства измерений от несанкционированного вмешательства не требуется.

Начальник отдела  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России  
Научный сотрудник  
ФГБУ «ГНМЦ» Минобороны России



К.С. Черняев  
О.А. Рудакова