

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

М.Н.

03

2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
АНТЕННЫ РАМОЧНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
НРА-02МК

Методика поверки
МП НРА-02МК-2025

р.п. Менделеево
2025 г.

Содержание

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7 Внешний осмотр	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
8.1 Подготовка к поверке	6
8.2 Контроль условий поверки	6
8.3 Опробование	7
9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
9.1 Определение диапазона рабочих частот и диапазона изменения коэффициента калибровки	8
9.2 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки	8
10 Оформление результатов поверки	9

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) распространяется на антенные рамочные измерительные НРА-02МК (далее – антенны НРА-02МК), изготавливаемые обществом с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие НИФРИТ» (ООО «НПП НИФРИТ»), и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Антенные рамочные измерительные НРА-02МК имеют две модификации: антenna НРА-02М, антenna НРА-02К. Модификации отличаются способом электропитания, габаритными размерами и весом.

1.2 Первичной поверке подлежат антены НРА-02МК до ввода в эксплуатацию.

Периодической поверке подлежат антены НРА-02МК, находящиеся в эксплуатации.

1.3 При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы напряженности магнитного поля (далее – НМП) в соответствии с приказом Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3469, подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы напряженности магнитного поля в диапазоне частот 0,01 – 30 МГц ГЭТ 44-2010.

Поверка антенн НРА-02МК в соответствии с государственной поверочной схемой (приложение А приказа Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3469) проводится методом прямых измерений.

1.4 В результате поверки антенн НРА-02МК должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования, подтверждаемые при поверке антенн НРА-02МК

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот f , МГц	от 0,009 до 30 включ.
Диапазон изменения коэффициента калибровки, дБ ($1 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$)	от -30 до -8 включ.
Пределы допускаемой абсолютной погрешности коэффициента калибровки, дБ	$\pm 2,0$

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки антенн НРА-02МК должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки антенн НРА-02МК

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Подготовка к поверке	да	да	8.1
Контроль условий поверки	да	да	8.2
Опробование	да	да	8.3

Продолжение – Таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первой поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9
Определение диапазона рабочих частот и диапазона изменения коэффициента калибровки	да	да	9.1
Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки	да	да	9.2

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и антenna HPA-02M (антенна HPA-02K) признается непригодной к применению.

2.3 Не допускается проведение поверки антенны HPA-02M (антенна HPA-02K) на меньшем числе частот, указанных в настоящей МП.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Условия поверки антенн HPA-02MK

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °C	от +18 до +28
Относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800)

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в установленном порядке и имеющими третью квалификационную группу электробезопасности.

4.2 Перед проведением поверки антенны HPA-02M поверитель должен предварительно ознакомиться с документом ПНРМ.464653.111 РЭ «Антenna рамочная измерительная HPA-02M. Руководство по эксплуатации» (далее – ПНРМ.464653.111 РЭ).

4.3 Перед проведением поверки антенны HPA-02K поверитель должен предварительно ознакомиться с документом ПНРМ.464653.112 РЭ «Антenna рамочная измерительная HPA-02K. Руководство по эксплуатации» (далее – ПНРМ.464653.112 РЭ).

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки антенн НРА-02МК должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений для поверки антенн НРА-02МК

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.2 Контроль условий проведения поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 18 °C до 28 °C с абсолютной погрешностью не более ±1 °C	Измеритель температуры и влажности ИТВ 1522D, рег. № 20857-07* Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11*
	Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более ±3 %	Измеритель температуры и влажности ИТВ 1522D, рег. № 20857-07* Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11*
	Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.), с абсолютной погрешностью не более ±0,5 кПа	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7, рег. № 71394-18* Термогигрометр ИВА-6Н-КП-Д, рег. № 46434-11*
п. 8.3 Опробование средства измерений	Рабочий эталон единицы напряженности магнитного поля 2 разряда в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений напряженности магнитного поля в диапазоне частот от 0,000005 до 1000 МГц, утвержденной приказом Росстандарта № 3469 от 30.12.2019	Государственный рабочий эталон единиц напряженности электрического и магнитного полей 2 разряда в диапазоне частот от 10 Гц до 300 МГц РЭНЭМП-10Г/300М, рег. № 3.1.ZZT.0086.2013*, диапазон воспроизведения НМП от 0,8 до 8 мА·м ⁻¹ , пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения НМП ±6 %
п. 9.1 Определение диапазона частот и диапазона изменения коэффициента калибровки	Приемник измерительный, диапазон частот от 9 кГц до 30 МГц, пределы допускаемой погрешности измерений среднего квадратического значения напряжения ±0,7 дБ	Приемник измерительный ESPI3, диапазон частот от 9 кГц до 3 ГГц, рег. № 26743-09, пределы допускаемой погрешности измерений среднего квадратического значения напряжения ±0,7 дБ
п. 9.2 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки		
п. 8.3 Опробование средства измерений		
п. 9.1 Определение диапазона частот и диапазона изменения коэффициента калибровки		
п. 9.2 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки		

* – рег. № ___ – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечивают измерение соответствующих параметров антенн НРА-02МК с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки должны быть исправны и иметь действующие свидетельства о поверке.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, а также требованиями безопасности, приведенными в эксплуатационной документации на antennу НРА-02М (или на antennу НРА-02К) и средства поверки.

6.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с документацией.

6.3 Сборку измерительной схемы и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

6.4 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1 Внешний осмотр antenn НРА-02МК проводить визуально без вскрытия. При этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку согласно ЭД;
- чистоту и исправность ВЧ разъема;
- отсутствие видимых механических повреждений;
- прочность крепления элементов конструкции;
- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность antennи НРА-02М соответствует п. 4.1 документа «Антenna рамочная измерительная НРА-02М. Формуляр. ПНРМ.464653.111 ФО» (далее – ПНРМ.464653.111 ФО);
- комплектность antennи НРА-02К соответствует п. 4.1 документа «Антenna рамочная измерительная НРА-02К. Формуляр. ПНРМ.464653.112 ФО» (далее – ПНРМ.464653.112 ФО);
- маркировка и пломбировка antennи НРА-02М соответствует разделу 14 документа ПНРМ.464653.111 РЭ;
- маркировка и пломбировка antennи НРА-02К соответствует разделу 14 документа ПНРМ.464653.112 РЭ;
- ВЧ разъем поверяемой antennи НРА-02М (или antennи НРА-02К) цел и чист;
- отсутствуют видимые механические повреждения поверяемой antennи НРА-02М (или antennи НРА-02К);
- крепления элементов конструкции поверяемой antennи НРА-02М (или antennи НРА-02К) прочны;
- внешний вид средства измерений соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа.

В противном случае результаты внешнего осмотра поверяемой antennи НРА-02М (или antennи НРА-02К) считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, установленные для antennи НРА-02М в разделе 5 ПНРМ.464653.111 РЭ (или для antennи НРА-02К в разделе 5 ПНРМ.464653.112 РЭ), и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Контроль условий поверки

8.2.1 Провести измерения температуры окружающего воздуха, относительной влажности окружающего воздуха и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.2 Результаты контроля условий поверки считать положительными, если значения температуры окружающего воздуха, относительной влажности воздуха и атмосферного давления в помещении, в котором будет выполняться поверка, соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

В противном случае результаты контроля условий поверки считать отрицательными. Последующие операции поверки проводить после установления в помещении, в котором будет выполняться поверка, значений температуры окружающего воздуха, относительной влажности воздуха и атмосферного давления, соответствующие значениям, приведенным в таблице 3.

8.3 Опробование

8.3.1 Включить питание (перевести переключатель питания в режим «Вкл») поверяемой антенны НРА-02М (или антенны НРА-02К) и убедиться в том, что цвет индикатора питания зеленый (постоянный или моргающий).

В том случае, если индикатор питания поверяемой антенны НРА-02М (или антенны НРА-02К) горит красным цветом или индикация отсутствует, необходимо перевести переключатель питания в режим «Выкл» и выполнить зарядку встроенной батареи питания антенны НРА-02М (внешнего источника питания антенны НРА-02К) по п. 8.3.2.

8.3.2 Для зарядки встроенной батареи питания антенны НРА-02М:

- подключить устройство зарядное в разъем питания на корпусе поверяемой антенны НРА-02М;
- произвести зарядку встроенной батареи питания согласно инструкции на зарядное устройство в течение не менее 90 минут.

Для зарядки внешнего источника питания антенны НРА-02К:

- подключить устройство зарядное в разъем питания на корпусе внешнего источника питания;
- произвести зарядку внешнего источника питания в течение не менее 90 минут.

8.3.3 Выключить питание и поместить поверяемую антенну НРА-02М (или антенну НРА-02К) в рабочую зону государственного рабочего эталона единиц напряженности электрического и магнитного полей 2 разряда в диапазоне частот от 10 Гц до 300 МГц (далее – РЭНЭМП-10Г/300М) так, чтобы плоскость экранированной рамки располагалась перпендикулярно вектору напряженности магнитного поля (далее – НМП).

Подготовить приемник измерительный ESPI3 (далее – ESPI3) к работе на частоте 100 кГц в соответствии с руководством по эксплуатации.

8.3.4 Подключить поверяемую антенну НРА-02М (или антенну НРА-02К) к входу ESPI3 посредством ВЧ-кабеля, входящего в комплект поставки. Включить питание антенны НРА-02М (или антены НРА-02К).

8.3.5 Изменять в соответствии с руководством по эксплуатации РЭНЭМП-10Г/300М НМП от 3 до $5 \text{ mA} \cdot \text{m}^{-1}$ на частоте 100 кГц.

8.3.6 Убедиться в том, что при изменении НМП в рабочей зоне РЭНЭМП-10Г/300М, напряжение на входе ESPI3 изменяется.

8.3.7 Результаты опробования считать положительным, если:

- при включении питания поверяемой антенны индикатор питания горит или моргает зеленым цветом;
- подключение поверяемой антены НРА-02М (или антены НРА-02К) к входу ESPI3 выполнено;
- при помещении антены НРА-02М (или антены НРА-02К) в рабочую зону РЭНЭМП-10Г/300М показания ESPI3 изменяются при изменении величины НМП в ее рабочей зоне.

В противном случае результаты опробования антены НРА-02М (или антены НРА-02К) считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение диапазона рабочих частот и диапазона изменения коэффициента калибровки

9.1.1 Измерения для определения диапазона изменений коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот проводить на частотах f : 0,0090; 0,0095; 0,0100; 0,0105; 0,0110; 0,0115; 0,0120; 0,0125; 0,0130; 0,0140; 0,0150; 0,0180; 0,0200; 0,0250; 0,0300; 0,0500; 0,100; 0,200; 0,500; 1,00; 2,00; 5,00; 7,50; 10,00; 12,00; 15,00; 20,00; 25,00; 30,0 МГц при значении НМП H_0^f , равном (3 ... 6) $\text{mA} \cdot \text{m}^{-1}$.

9.1.2 Подсоединить к выходному ВЧ разъему поверяемой антенны НРА-02М (или антенны НРА-02К) кабель НКС3-11-11-3000 из комплекта поставки.

Поместить поверяемую антенну НРА-02М (или антенну НРА-02К) в рабочую зону РЭНЭМП-10Г/300М так, чтобы плоскость рамки антенны НРА-02М (или антены НРА-02К) располагалась перпендикулярно вектору НМП.

9.1.3 Установить в соответствии с руководством по эксплуатации на РЭНЭМП-10Г/300М значение НМП H_0 , равное (3 ... 6) $\text{mA} \cdot \text{m}^{-1}$ на частоте f (см. п. 9.1.1).

9.1.4 Настроить ESPI3 на установленную в п. 9.1.3 частоту f и измерить напряжение U^f , в дБ (1 мкВ), на его входе. Результат измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.1.5 Вычислить значение коэффициента калибровки K_A^f , в дБ ($1 \text{ Om}^{-1} \text{ m}^{-1}$), по формуле (1):

$$K_A^f = H_0 - U^f, \quad (1)$$

где H_0 – НМП в месте расположения поверяемой антенны НРА-02М (или антены НРА-02К), в дБ (1 мкА·м⁻¹);

U^f – напряжение на входе ESPI3, в дБ (1 мкВ).

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

9.1.6 Выполнить операции п.п. 9.1.3 – 9.1.5, последовательно устанавливая частоту f НМП в рабочей зоне РЭНЭМП-10Г/300М в соответствии с п. 9.1.1.

9.1.7 Повернуть поверяемую антенну НРА-02М (или антенну НРА-02К) вокруг продольной оси ее корпуса на угол 180 градусов, выполнить п.п. 9.1.3 – 9.1.6.

9.1.8 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне частот от 0,009 до 30 МГц включительно все полученные значения коэффициента калибровки K_A^f находятся в пределах от минус 30 до минус 8 дБ включительно ($1 \text{ Om}^{-1} \text{ m}^{-1}$).

В противном случае результаты поверки поверяемой антенны НРА-02М (или НРА-02К) считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9.2 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки

9.2.1 Вычислить средние значения коэффициента калибровки K_{ACP}^f , в дБ ($1 \text{ Om}^{-1} \text{ m}^{-1}$), по формуле (2):

$$K_{ACP}^f = (K_{A0}^f + K_{A180}^f) / 2, \quad (2)$$

где K_{A0}^f – значения коэффициента калибровки на частоте f , полученные в п.п. 9.1.3 – 9.1.6;

K_{A180}^f – значения коэффициента калибровки на частоте f , полученные по п. 9.1.7.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.2 Рассчитать значения абсолютной погрешности коэффициента калибровки Δ_{K_A} , в дБ, по формуле (3):

$$\Delta_{K_A} = K_{ACP}^f - K_\phi^f, \quad (3)$$

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

где K_ϕ^f – значения коэффициента калибровки на частоте f , записанные в ПНРМ.464653.111 ФО для антенны НРА-02М или ПНРМ.464653.112 ФО для антенны НРА-02К (или в сертификате калибровки).

Для определения значений калибровочных коэффициентов на частотах, которые расположены между частотами, приведенными в ПНРМ.464653.111 ФО для антенны НРА-02М или в ПНРМ.464653.112 ФО для антенны НРА-02К (или в сертификате калибровки), использовать формулу (4):

$$K_{K_i} = K_{K_1} + (K_{K_2} - K_{K_1}) / (f_2 - f_1) \cdot (f_i - f_1), \quad (4)$$

где K_{K_1} – коэффициент калибровки, в дБ ($1 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$), для частоты f_1 , в МГц;

K_{K_2} – коэффициент калибровки, в дБ ($1 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$), для частоты f_2 , в МГц;

K_{K_i} – искомый коэффициент калибровки, в дБ ($1 \text{ Ом}^{-1} \cdot \text{м}^{-1}$), для частоты f_i , в МГц, при условии, что $f_1 < f_i < f_2$.

Результат вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

9.2.3 Результаты испытаний считать положительным, если все значения Δ_{K_A} находятся в пределах $\pm 2,0$ дБ.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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

10.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца антенны НРА-02М (или антенны НРА-02К), или лица, предъявившего ее на поверку, на средство измерений наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в руководство по эксплуатации вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

10.3 Антенна НРА-02М (или антенна НРА-02К), имеющая отрицательные результаты поверки, в обращение не допускается, и на нее выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Ведущий инженер лаборатории 131
НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

О.В. Каминский

А.А. Смирнов