

**СОГЛАСОВАНО**

Исполняющий обязанности директора  
ФБУ «Новосибирский ЦСМ»



*[Handwritten signature]*  
О.Ю. Морозова

02 декабря 2022 г.

**ГСИ. Антенны измерительные специализированные АИС-01.**

**Методика поверки**

**МП.ЛТДВ.464651.008**

г. Новосибирск

2022 г.

## Содержание

1. Общие положения	3
2. Перечень операций поверки средства измерений	3
3. Требования к условиям проведения поверки	3
4. Требование к специалистам, осуществляющим поверку	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7. Внешний осмотр средства измерений	6
8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	6
10. Оформление результатов поверки	9
Приложение А (обязательное) – Метрологические требования к Антенне, которые должны быть подтверждены в результате поверки	10

### 1. Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки антенн измерительных специализированных АИС-01 (далее –Антенна), изготовленных обществом с ограниченной ответственностью «Специальное Конструкторское Бюро «Связь и Локация» (ООО «СКБ «Связь и Локация»), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Межповерочный интервал - 1 год.

Выполнение всех требований настоящей методики поверки обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственному первичному эталону:

- в соответствии с государственной поверочной схемой ГОСТ Р 8.805-2012 к государственному первичному эталону единицы напряженности электрического поля в диапазоне частот 0,0003 - 1000 МГц ГЭТ 45-2011.

При определении метрологических характеристик Антенны используется метод прямых измерений.

Не допускается проводить периодическую поверку Антенны для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

Метрологические требования к Антенне, которые должны быть подтверждены в результате поверки, приведенные в обязательном Приложении А.

### 2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Определение коэффициента калибровки и погрешности коэффициента калибровки при первичной поверке	Да	Нет	9.1
Определение коэффициента калибровки и погрешности коэффициента калибровки при периодической поверке	Нет	Да	9.2
Определение диапазона частот и коэффициента стоячей волны по напряжению	Да	Да	9.3

### 3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать следующие нормальные условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха не более 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106 кПа;
- напряжение сети питания от 198 до 242 В;
- частота сети питания от 49,5 до 50,5 Гц;
- коэффициент гармоник сети питания не более 5 %.

#### 4. Требование к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, специалисты органов метрологической службы, юридического лица или индивидуального предпринимателя, аккредитованных на право поверки, непосредственно осуществляющие поверку средств измерений данного вида, изучившие эксплуатационную документацию на Антенны.

#### 5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Вместо указанных в таблице средств поверки допускается применять другие аналогичные эталоны единиц величин и средства измерений, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений и диапазоны измерений. Соотношение погрешностей средств поверки и поверяемого средства измерений должно соответствовать действующей государственной поверочной схеме соответствующей физической величины.

Применяемые средства поверки должны быть исправны, средства измерений должны быть поверены.

Таблица 2 – Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средства поверки	Требуемые характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Показатели точности	
1	2	3	4	5
9.1 9.2	Генератор сигналов	Диапазон частот от 80 до 150 МГц.	$\pm 5 \cdot 10^{-5}$	Генератор сигналов N5171B, рег. № 53063-13
9.1 9.2	Установка для поверки антенн	Диапазон частот от 80 до 150 МГц.	Пределы допускаемой погрешности измерения напряженности электрического поля $\pm 12\%$	Установка образцовая П1-5, рег. № 7833-80
9.1 9.2	Анализатор спектра	Диапазон частот от 80 до 150 МГц.	Пределы допускаемой погрешности измерения $\pm 20,2\%$	Анализатор спектра в реальном масштабе времени RSA518A, рег. № 75972-19
9.1 9.2	Милливольтметр	Предел измерений от 15 до 3000 мВ	Класс точности 0,2	Милливольтмиллиамперметр M2020, рег. № 4168-74
9.1 9.2	Милливольтметр	Предел измерений от 15 до 3000 мВ	Класс точности 0,2	Милливольтмиллиамперметр M1109, рег. № 1524-61
9.1 9.2	Рулетка	Длина 2 м	$\pm 1\%$	Рулетка измерительная ЭНКОР, модель «Каучук» исполнение РФ3-5-19, рег. № 27060-04
9.3	Измеритель КСВН или коэффициента отражения	Диапазон частот от 30 до 300 МГц Диапазон измерения КСВН от 1,05 до 5,0	$\pm (5 \cdot \text{КСВН} + 1)\%$	Измеритель модуля коэффициента передачи и отражения P2M-18, рег. № 36013-07

продолжение таблицы 2

Номер пункта методики поверки	Наименование средства поверки	Требуемые характеристики средств поверки		Рекомендуемое средство поверки
		Пределы измерений	Пределы измерений	
1	2	3	4	5
9.1 9.2 9.3	Термогигрометр	<p>Диапазон измерения температуры (минус 10 – – 60) °С</p> <p>Диапазон измерения относительной влажности (10 – 95) %</p> <p>Диапазон измерения атмосферного давления (30 – 120) кПа</p>	<p>± 0,4 °С</p> <p>± 3 %</p> <p>± 0,5 кПа</p>	Прибор комбинированный Testo 622, рег. № 53505-13
9.1 9.2 9.3	Прибор электроизмерительный	<p>Диапазон измерения среднеквадратических значений напряжения переменного тока (10 – 300) В</p> <p>Диапазон измерения частоты переменного тока (45 – 65) Гц</p> <p>Диапазон измерения коэффициента гармоник сети питания (0 – 999) %</p>	<p>± 0,2 %</p> <p>± 0,05 %</p> <p>± 1 %</p>	Прибор электроизмерительный универсальный UMG 96 RM-E, рег. № 51827-12
9.1 9.2 9.3	Открытая площадка или помещение	<p>Размеры открытой площадки не менее 10x20 метров</p> <p>Размеры помещения не менее 5,5x8,0 метров, высота потолка не менее 3,0 метров</p>	<p>-</p> <p>Расхождение между измеренными значениями коэффициента калибровки антенн на открытой площадке и в помещении не более ± 0,7 дБ</p>	Аттестованная измерительная площадка (испытательное оборудование)
9.1 9.2	Усилитель	Диапазон частот от 80 до 150 МГц.	-	Усилитель высокочастотный У-30/1000-4 (вспомогательное оборудование).

## **6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

Помещение для проведения поверки и размещения поверочного оборудования должно соответствовать правилам техники безопасности и требованиям по охране труда.

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на Антенну и средств поверки.

## **7. Внешний осмотр средства измерений**

При проведении внешнего осмотра установить соответствие Антенны следующим требованиям:

- внешний вид Антенны должен соответствовать изображениям, приведенным в описании типа;
- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно описанию типа;
- наружная поверхность, разъемы не должны иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу Антенны;
- отсутствие незакрепленных предметов внутри корпуса Антенны, определяемых на слух при наклонах;
- отсутствие изломов и повреждений кабеля;
- при периодической поверке должны быть в наличии значения коэффициентов калибровки Антенны, определенные при первичной поверке.

Результаты выполнения операции считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

Установленный факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке не является критерием неисправности средства измерений и носит информационный характер для производителя средства измерений и сервисных центров, осуществляющих ремонт.

Факт отсутствия пломб от несанкционированного доступа при периодической поверке фиксируется в протоколе.

## **8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

### **8.1 Подготовка к поверке**

Убедиться в выполнении требований к условиям проведения поверки.

Выдержать Антенну в условиях проведения поверки не менее 4-х часов, если Антенна находилась в отличных от них условиях.

Выдержать средства поверки во включенном состоянии в течении времени, указанном в их эксплуатационной документации.

Подготовить к работе средства поверки в соответствии с указаниями их эксплуатационной документации.

### **8.2 Опробование**

Убедиться в возможности установки Антенны на штатив.

Убедиться в возможности подключения коаксиального кабеля из состава Антенны к анализатору спектра и к Антенне.

Результаты опробования считать положительными, если выполняются вышеуказанные требования.

## **9. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

9.1 Определение коэффициента калибровки и погрешности коэффициента калибровки при первичной поверке.

Определение значений коэффициента калибровки Антенны проводят на установке образцовой П1-5 на следующих точках фиксированного ряда частот: 80, 100, 125, 150 МГц.

Коэффициент калибровки Антенны определяется методом замещения испытываемой антенны образцовой дипольной антенной из состава установки П1-5.

Измерения проводятся на открытой площадке размером не менее 10х20 метров, свободной от неиспользуемой измерительной аппаратуры и других посторонних предметов. Запрещается перемещение предметов и передвижение людей во время измерений на расстоянии 10 метров от периметра площадки.

Допускается проводить измерения в помещении размером не менее 5,5х8,0 метров, высотой не менее 3,0 метров, оборудованном щитами или покрытием из радиопоглощающего материала, при условии предварительного определения влияния конкретного помещения на погрешность измерений. Для этого необходимо сравнить результаты измерений аналогичных антенн в помещении с результатами измерений на открытой площадке. Допустимым считается влияние помещения, при котором расхождение значений коэффициента калибровки антенн не превышает ± 0,7 дБ.

Собрать схему измерения, приведенную на рисунке 1.

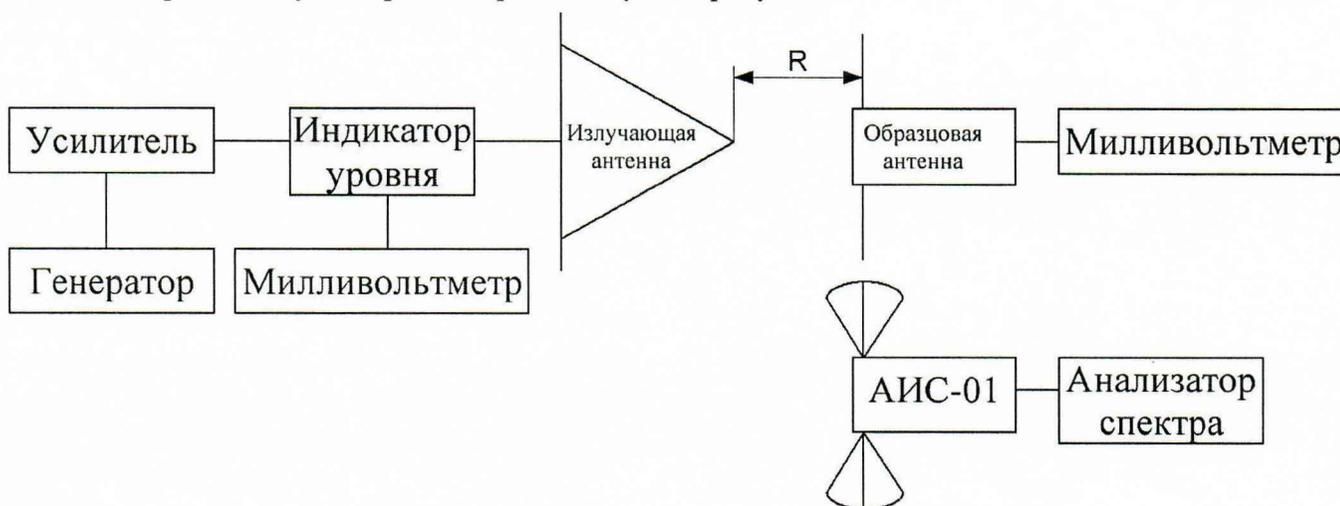


Рисунок 1 – Схема измерений коэффициента калибровки антенны

Излучающую и образцовую (поверяемую) антенну располагать в горизонтальной плоскости на высоте 175 см от пола (земли). Расстояние R измерять рулеткой между крайней точкой излучающей антенны и продольной осью образцовой (поверяемой) антенны.

Значения R для каждой точки из ряда фиксированных частот приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Зависимость расстояния между антеннами от частоты

Частота, МГц	Расстояние между антеннами R, м.
80	0,94
100	1,50
125	1,20
150	1,50

Установить образцовую измерительную антенну.

Увеличивая сигнал на выходе генератора, установить необходимый для испытаний уровень напряженности электрического поля, зафиксировав показания милливольтметра от излучающей антенны  $U_r$ . С образцовой измерительной антенны милливольтметром считать показания напряжения  $U_0$ . Выключить сигнал генератора. Трижды повторить операции установки и снятия показания напряжения  $U_0$ . Результаты измерений усреднить. По градуировочному графику (или с использованием коэффициентов полиномиальной регрессии) для значения  $U_0$  определить значение тока в образцовой антенне  $I_0$ .

Рассчитать напряженность электрического поля, измеренную образцовой антенной, по формуле (1):

$$E_0 = k \cdot I_0 \cdot (R_{\Sigma} + R_T) \quad (1)$$

где  $E_o$  – напряженность электрического поля, В/м;  
 $k$  – градуировочный коэффициент, приписанный образцовой антенне;  
 $I_o$  – наведенный ток в образцовой антенне, А;  
 $R_{\Sigma}$  – сопротивление излучения, Ом;  
 $R_T$  – сопротивление подогревателя термопреобразователя, Ом.

Значения  $k$  и  $R_{\Sigma}$  указаны в свидетельстве о поверки или в протоколе поверки установки

П1-5.

Значения  $R_T$  определить по градуировочному графику (или с использованием коэффициентов полиномиальной регрессии) установки П1-5.

**Примечание:** в случае использования установки для поверки антенн, отличной от установки образцовой П1-5, выбор излучающей и эталонной антенн, метод передачи физической величины, схема измерения, расчет напряженности эталонного электрического поля должны осуществляться в соответствии с эксплуатационной документацией на используемые средства поверки. При этом требования к частотным точкам, помещению и открытой площадке, высоте установки антенн, расстоянию между антеннами являются обязательными.

Полученное значение напряженности электрического поля, измеренное образцовой антенной, пересчитать в дБ относительно 1 мкВ/м по формуле (2):

$$E = 20 \log(E_o \cdot 10^{-6}) \quad (2)$$

Вместо образцовой антенны установить поверяемую Антенну. Погрешность установки не должна превышать 1 %. Выход Антенны подключить к входу анализатора спектра RSA518A с использованием коаксиального кабеля из состава Антенны. Допускается использовать дополнительные коаксиальные кабели при условии учета их затухания. Увеличивая сигнал на выходе генератора, выставить точно такое же напряжение  $U_T$  на излучающей антенне, что и для образцовой антенны. Измерить напряжение на калибруемой антенне  $U_1$ , выраженное в дБ относительно 1 мкВ. После этого выключить сигнал генератора.

Повторить трижды операции снятия показаний напряжения  $U_1$ . Результаты усреднить.

Рассчитать коэффициент калибровки Антенны  $K$ , выраженный в дБ относительно 1/м (далее – дБ (1/м)) по формуле (3):

$$K = E - U_1 \quad (3)$$

Рассчитать погрешность коэффициента калибровки антенны  $\delta K$ , выраженную в дБ, по формуле (4):

$$\delta K = 20 \cdot \lg \left( 1 + 1,1 \cdot \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2} \right) \quad (4)$$

где

$\delta_1$  – относительная погрешность воспроизведения напряженности электрического поля;

$\delta_2$  – относительная погрешность измерения напряжения на выходе поверяемой антенны;

$\delta_3$  – относительная погрешность измерения расстояния между антеннами;

$\delta_4$  – относительная погрешность измерения напряжения на индикаторе уровня;

$\delta_5$  – относительная погрешность измерения напряжения на образцовой антенне.

При расчете  $\delta K$  погрешности  $\delta_1 - \delta_5$  необходимо переводить в относительные единицы (разы).

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения коэффициента калибровки и погрешности коэффициента калибровки соответствуют требованиям, указанным в Приложении А к данной методике поверки.

9.2 Определение коэффициента калибровки и погрешности коэффициента калибровки при периодической поверке.

Определить значения коэффициента калибровки Антенны  $K$ , выраженного в дБ (1/м), в соответствии с п. 9.1 данной методики поверки.

Рассчитать значения погрешности коэффициента калибровки Антенны на каждой частоте по формуле (5):

$$\delta K = K_{\text{периодич}} - K_{\text{первич}} \quad (5)$$

где  $K_{\text{периодич}}$  – коэффициент калибровки, определенный при периодической поверке,  
 $K_{\text{первич}}$  – коэффициент калибровки, определенный при первичной поверке.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значения коэффициента калибровки и погрешности коэффициента калибровки соответствуют требованиям, указанным в Приложении А к данной методике поверки.

Если значения погрешности коэффициента калибровки поверяемой Антенны превышают допустимое значение, но значения коэффициента калибровки соответствуют требованиям, указанным в Приложении А к данной методике поверки, то проводят поверку Антенны в объеме первичной поверки в соответствии с п. 9.1 данной методики поверки.

9.3 Определение диапазона частот и коэффициента стоячей волны по напряжению.

Измерения проводить в помещении размером не менее 5,5х8,0 метров, высотой не менее 3,0 метров.

Измерения коэффициента стоячей волны по напряжению (далее – КСВН) Антенны проводятся с применением измерителя КСВН в диапазоне частот от 30 МГц до 300 МГц в режиме панорамного обзора.

Антенну установить на штатив. Штатив установить в центре помещения.

Выполнить калибровку измерителя КСВН.

Выход антенны подключить к входу измерителя КСВН с использованием коаксиального кабеля из состава Антенны.

Измерить максимальное значение КСВН в диапазоне частот от 30 МГц до 300 МГц.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если диапазон частот и КСВН соответствуют требованиям, указанным в Приложении А к данной методике поверки.

## 10. Оформление результатов поверки

В ходе поверки оформляется протокол поверки в произвольной форме.

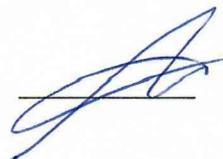
Сведения о результатах поверки Антенны передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком, установленным действующим законодательством.

При положительной первичной поверке Антенны измеренные значения коэффициента калибровки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельца Антенны или лица, представившего её на поверку.

Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с действующими правовыми нормативными документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Начальник отдела №52  
ФБУ «Новосибирский ЦСМ»



Н.А. Малов

Приложение А  
(обязательное)

Таблица А.1 – Метрологические требования к Антенне, которые должны быть подтверждены в результате поверки

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот	от 30 до 300 МГц
Коэффициент калибровки в диапазоне частот от 80 до 150 МГц	от 25 до 40 дБ (1/м)
Пределы допускаемой погрешности коэффициента калибровки	$\pm 2$ дБ
КСВН антенны в диапазоне рабочих частот, не более	2,0