



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «Ростест-Москва»

 А.Д. Меньшиков

« 20 » ноября 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

АНТЕННЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ
П6-500Н

Методика поверки

РТ-МП-4805-441-2023

г. Москва
2023 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки устанавливает методы и средства первичной и периодической поверки антенн измерительных П6-500Н (далее – антенны П6-500Н).

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам:

– в соответствии с ГОСТ Р 8.805-2012 к Государственному первичному эталону единицы напряжённости электрического поля в диапазоне частот 0,0003 – 1000 МГц (ГЭТ 45-2011).

При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используется метод прямых измерений и метод замещения.

Не допускается проведение поверки антенн П6-500Н в отличных от указанных в настоящей методике поверки точек диапазона частот.

2 Перечень операций поверки средств измерений

2.1 При проведении поверки антенн П6-500Н должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которыми выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.3
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Определение КСВН и диапазона рабочих частот	Да	Да	9.1
Определение коэффициента калибровки антенны	Да	Да	9.2
Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки антенны	Да	Да	9.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться нормальные условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования»:

- температура окружающей среды, °С.....от 20 до 25;
- относительная влажность воздуха, %от 40 до 80.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Поверка должна осуществляться лицами с высшим или средним техническим образованием, имеющими опыт работы по поверке поверяемого средства измерений.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом КНПР. 464349.006РЭ «Антенны измерительные П6-500Н. Руководство по эксплуатации»

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки антенн П6-500Н должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.2; 8.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды, диапазон измерений от 0 до +50 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности воздуха, диапазон измерений от 10 % до 90 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха $\pm 3,0$ %	Термогигрометр UNITESS THB 1 модификация THB 1B (рег. № 70481-18)
9.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот	Рабочие эталоны волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц, соответствующие требованиям к рабочим эталонам в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0 до 67 ГГц, в диапазоне значений частот от 9 кГц до 30 МГц.	Анализатор цепей векторный ZNB4, рег. № 49105-12

Окончание таблицы 2

1	2	3
9.2; Определение коэффициента калибровки антенны	Рабочие эталоны единиц напряжённости электрического поля, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по ГОСТ Р 8.805-2012 в диапазоне значений частот от 9 кГц до 30 МГц	Генератор электромагнитного поля эталонный П1-32, рег.№ 86714-22
9.2; Определение коэффициента калибровки антенны	Средства измерений мощности электромагнитных колебаний - в диапазоне значений мощности от минус 120 до 30 дБм. - в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц. Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня (при доверительной вероятности 0,95), дБ в диапазоне от 9 кГц до 10 МГц ±0,39; в диапазоне от 10 МГц до 30 МГц ±0,28.	Анализатор спектра R&S FSV40, рег.№ 42593-09
Примечание - Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности;
- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 г. № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки;
- указания по технике безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на антенны П6-500Н.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия с Изменением №1» и ГОСТ 12.2.091-2002 «Безопасность электрических контрольно-измерительных приборов и лабораторного оборудования. Часть 1. Общие требования», имеющие 3 группу допуска по электробезопасности и прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

6.3 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Внешний осмотр антенны П6-500Н проводить визуально.

При этом проверить:

- комплектность и маркировку;
- отсутствие видимых механических повреждений антенны П6-500Н, влияющих на её работу;
- чистоту и отсутствие видимых повреждений входного СВЧ разъёма;
- состояние лакокрасочных покрытий и чёткость маркировок;
- соответствие внешнего вида антенны П6-500Н рисунку, приведённому в описании типа на данное средство измерений.

7.2 Проверку комплектности антенны П6-500Н проводить сличением действительной комплектности с данными, приведёнными в документе КНПР.464349.006ФО «Антенны измерительные П6-500Н. Формуляр» (далее – КНПР.464349.006ФО).

7.3 Проверку маркировки антенны П6-500Н проводить путём внешнего осмотра и сличением с данными, приведёнными в документе КНПР.464349.006РЭ «Антенны измерительные П6-500Н. Руководство по эксплуатации» (далее – КНПР.464349.006РЭ).

7.4 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если:

- комплектность поверяемой антенны П6-500Н соответствует разделу 5 КНПР.464349.006ФО;
- маркировка поверяемой антенны П6-500Н соответствует разделу 13 КНПР.464349.006РЭ;
- этикетка/шильдик поверяемой антенны П6-500Н цела;
- входной СВЧ разъём поверяемой антенны П6-500Н без повреждений и чистый;
- отсутствуют видимые механических повреждений поверяемой антенны П6-500Н;
- отсутствуют повреждения лакокрасочных покрытий поверяемой антенны П6-500Н, маркировки чётко различимы.

В противном случае результаты внешнего осмотра поверяемой антенны П6-500Н 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 выполнить подготовительные работы, установленные в разделе 5 КНПР.464349.006РЭ и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8.2 Контроль условий поверки

Перед проведением операций поверки выполнить контроль условий окружающей среды.

Контроль осуществлять измерением влияющих факторов, указанных в п.3, с помощью прибора контроля условий поверки (или иных средств измерений указанных параметров). Измерения влияющих факторов проводить в комнате, где проводятся операции поверки.

Результаты измерений температуры и относительной влажности в помещении должны находиться в пределах, указанных в п.3. В противном случае поверку не проводят до приведения условий поверки в соответствии с п.3.

8.3 Опробование

Для выполнения процедуры опробования выполнить следующие действия в указанной ниже последовательности.

8.3.1 Убедитесь в том, что АКБ заряжены.

Вставьте аккумуляторы в батарейный отсек, соблюдая полярность.

Переведите переключатель включения питания, расположенного на рукоятке антенны, в положение «I».

Индикатор уровня заряда, работающий в режиме мнемонической светодиодной индикации, отображает следующее состояние АКБ в зависимости от заряда:

- слабое свечение зелёного СИД (светодиодного индикатора) – АКБ в отсеке, контакт с АКБ есть, но уровень заряда недостаточный для работы;
- слабое свечение зелёного СИД и яркое свечение оранжевого СИД – АКБ заряжены на $\frac{1}{2}$ своей ёмкости. Антенна готова к работе;
- при ярком свечении зелёного и оранжевого СИД – АКБ заряжены полностью. Антенна готова к работе.

В случае низкого уровня заряда необходимо произвести зарядку АКБ с помощью поставляемого блока питания, подключив его к соответствующему разъёму, расположенному на рукоятке.

Во время заряда АКБ постоянно горит красный СИД, расположенный в технологическом отверстии, рядом с разъёмом.

После окончания заряда красный СИД гаснет и загорается синий СИД.

После проведения заряда необходимо отключить блок питания и произвести проверку заряда по мнемоническому индикатору, как описано выше.

8.3.2 Присоединить высокочастотным кабелем коаксиальный СВЧ выход антенны П6-500Н к анализатору цепей векторному ZNB4.

8.3.3 Результат опробования (проверки работоспособности) антенны П6-500Н считать положительным, если:

- АКБ заряжены;
- выполнено присоединение высокочастотным кабелем коаксиального СВЧ выхода антенны П6-500Н к анализатору цепей векторному ZNB4.

При отсутствии питания антенны и невозможности зарядки АКБ, или при наличии проблем с присоединением высокочастотным кабелем коаксиального СВЧ выхода антенны П6-500Н к анализатору цепей векторному ZNB4, результаты опробования считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот

9.1.1 Определение КСВН поверяемых антенн П6-500Н проводить с применением анализатора цепей векторного ZNB4 (далее – ZNB4) методом прямых измерений в соответствии с руководством по его эксплуатации.

9.1.2 Измерения КСВН проводить в режиме панорамного обзора в диапазоне рабочих частот f_i от 9 кГц до 30 МГц включительно.

При измерении КСВН поверяемую антенну П6-500Н сориентировать в сторону, свободную от отражающих предметов и на удалении от них не менее 3 м.

9.1.3 Подключить антенну с помощью кабеля к анализатору цепей в соответствии с руководством по его эксплуатации.

Включить антенну переводом переключателя включения питания, расположенного на рукоятке антенны, в положение «I».

Провести измерение КСВН.

Максимальное значение КСВН в диапазоне рабочих частот определить по маркеру. Результаты измерений зафиксировать в рабочем журнале.

9.1.4 Определение частотного диапазона совмещается с определением коэффициента калибровки антенны.

9.2 Определение коэффициента калибровки антенны

Поверку для определения коэффициента калибровки поверяемой антенны П6-500Н выполнить в помещении с размерами не менее (6×6) м, с высотой потолка не менее 3 м.

В зоне проведения измерений не допускается нахождение предметов, имеющих отражающие металлические поверхности.

Поверка антенн П6-500Н выполняется:

- в диапазоне рабочих частот от 9 кГц до 30 МГц включительно методом прямых измерений с применением генератора электромагнитного поля эталонного П1-32;
- Измерения проводить на частотах f_i , указанных в таблице 3.

Таблица 3. Значения частот f_i при измерении коэффициента калибровки.

Значение частот	Точки измерения (частоты f_i), кГц
П6-500Н диапазон частот 9 кГц÷30000 кГц;	9, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 5000, 10000, 20000, 30000.

9.2.1 При проведении поверки антенн П6-500Н с применением генератора электромагнитного поля эталонного П1-32 необходимо руководствоваться требованиями, изложенными в документе «Руководство по эксплуатации П1-32-РЭ».

Выполнить общие указания по подготовке к проведению измерений генератора электромагнитного поля эталонного П1-32.

В зависимости от диапазона частот собрать схему измерений.

Подготовить к работе измерительные приборы, входящие в состав вспомогательного оборудования П1-32, согласно их технической документации. Включить питание приборов и выдержать время установления рабочего режима.

9.2.1.1 При проведении поверки в диапазоне частот от 9 до 100 кГц для возбуждения электромагнитного поля с требуемым значением напряженности электрического (E) поля (далее – НЭП) (не более 100 дБ мкВ/м), необходимо рассчитать показание вольтметра В, подключенного к контрольным выходам ОУТ-1 и ОУТ-2 УС-НЧ-01, по формуле:

$$V_E = \frac{E}{K_{VE}} \quad (1)$$

где E – среднее квадратическое значение модуля вектора НЭП в центре рабочей зоны, В/м;

V_E – среднее квадратическое значение переменного напряжения на контрольном выходе (показания вольтметра), В;

K_{VE} – калибровочный коэффициент по электрическому полю, m^{-1} (значения коэффициентов K_{VE} берутся из формуляра П1-32-ФО).

9.2.1.2 На генераторе сигналов установить режим противофазного синусоидального сигнала (сдвиг фаз между сигналами на выходах СН1 и СН2 равен 180°), режим синхронного регулирования амплитуды выходного напряжения по каналам и необходимую частоту. Установить выходное напряжение в каждом канале генератора 10 мВ.

Далее, включив выходы генератора, синхронно регулировать выходное напряжение в каналах генератора до достижения показаний вольтметра, рассчитанного в п.9.2.1.1. При этом в рабочей зоне будет установлено требуемое значение НЭП.

9.2.1.3 Установив в рабочей зоне требуемое значение НЭП, провести его измерение с помощью поверяемой антенны.

9.2.1.4 Коэффициент калибровки поверяемой антенны П6-500Н на фиксированной частоте рассчитать по формуле (2):

$$K_A = \frac{E}{U_A}, \quad (2)$$

где E – среднее квадратическое значение модуля вектора НЭП в центре рабочей зоны, В/м;
 K_A – коэффициент калибровки поверяемой антенны на фиксированной частоте
 U_A – уровень сигнала на выходе поверяемой антенны, измеренный анализатором R&S FSV40, В.

Провести пересчёт коэффициента калибровки поверяемой антенны в логарифмические единицы (дБ[м⁻¹]) по формуле (3):

$$K_A = 20 \cdot \lg K_A, \quad (3)$$

Аналогичные измерения и расчёты провести на частотах 9, 20, 50, 100 кГц.

9.2.1.5 При проведении поверки в диапазоне частот от 0,1 до 30 МГц для возбуждения электромагнитного поля с требуемым значением напряженности электрического (E) поля, необходимо рассчитать показание измерителя мощности, подключенного к контрольному выходу OUT УС-ВЧ-300, по формуле:

$$P_E = \frac{1}{Z_p} \left(\frac{E}{K_{PE}} \right)^2 \quad (4)$$

где E – среднее квадратическое значение модуля вектора НЭП в центре рабочей зоны, В/м;
 P_E – показание измерителя мощности, Вт;
 $Z_p = 50$ Ом – номинальное входное сопротивление измерителя мощности;
 K_{PE} – калибровочный коэффициент по электрическому полю, м⁻¹ (значения коэффициента K_{PE} берутся из формуляра П1-32-ФО).

9.2.1.6 На генераторе сигналов установить режим синусоидального немодулированного выходного сигнала и необходимую частоту.

Установить выходное напряжение генератора 10 мВ.

Далее, включив выход генератора, регулировать выходное напряжение до достижения показаний измерителя мощности, рассчитанного в п.9.2.1.5. При этом в рабочей зоне будет установлено требуемое значение НЭП.

9.2.1.7 Установив в рабочей зоне требуемое значение НЭП провести его измерение с помощью поверяемой антенны.

9.2.1.8 Коэффициент калибровки антенны П6-500Н на фиксированной частоте рассчитать по аналогии с расчётами в п 9.2.1.4.

Аналогичные измерения и расчёты провести на частотах 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 20; 30 МГц.

9.3 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки антенны

9.3.1 Рассчитать абсолютную погрешность коэффициента калибровки поверяемой антенны П6-112 $\Delta_{K_A}^{fi}$, в дБ (м⁻¹), по формуле (5):

$$\Delta_{K_A}^{fi} = K_{A_0}^{fi} - K_A^{fi}, \quad (5)$$

где $K_{A_0}^{fi}$ – значения коэффициента калибровки поверяемой антенны П6-500Н для заданной частоты, приведённые в КНПР. 464349.006ФО, либо определённое по графику или по таблице, придаваемым к антенне;

K_A^{fi} – значения коэффициента калибровки поверяемой антенны П6-500Н для заданной частоты, полученные в ходе выполнения поверки.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение КСВН и диапазона рабочих частот.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если максимальное значения КСВН поверяемых антенн П6-500Н K_{CTU} в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц не превышает 3,0.

10.2 Определение коэффициента калибровки антенны.

Результаты поверки по данному пункту считать удовлетворительными, если измеренные и рассчитанные значения коэффициентов калибровки K поверяемой антенны в диапазоне частот от 9 кГц до 30 МГц, находятся в интервале значений от 0 до 60 дБ (m^{-1}) и диапазон рабочих частот антенны находится в пределах от 9 кГц до 30 МГц.

10.3 Определение абсолютной погрешности коэффициента калибровки антенны

Результаты поверки считать положительными, если во всём диапазоне рабочих частот значения абсолютной погрешности и коэффициента калибровки поверяемой антенны П6-500Н Δ_{KA}^{fi} находятся в пределах $\pm 2,0$ дБ.

10.4 При положительных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-500Н подтверждено.

10.5 При отрицательных результатах поверок соответствие метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, поверяемой антенны П6-500Н не подтверждено и поверяемая антенна П6-500Н признаётся непригодной к применению.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты проверки заносят в протокол поверки произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки средства измерений в целях её подтверждения передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

При оформлении свидетельства о поверке знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку, в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «Ростест-Москва»

С.Н. Гольшак

Главный специалист по метрологии
лаборатории № 441 ФБУ «Ростест-Москва»

 Н.В. Гольшак