

179

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ "Воентест"
32 ГНИИ МО РФ



В.Н.Храменков

2003 г.

Комплекты антенн измерительные "Амур-М"

Методика поверки

1. Вводная часть

Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодических поверок при эксплуатации и после ремонта комплекта антенн «Амур-М» (активные антенны ЭА-1 и МА-1 и пассивная антенна ЭА-2), предназначенный для измерения напряженности электрической и магнитной составляющих электромагнитного поля при совместной работе с измерительными приборами (селективными микровольтметрами и анализаторами спектра). Межповерочный интервал два года.

2. Операции поверки

При проведении поверки комплекта антенн должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операций	
		При первичной поверке	При периодической и внеочередной поверке
Внешний осмотр	6.1	ДА	ДА
Опробование	6.2	ДА	ДА
Определение частотной характеристики коэффициента калибровки в диапазоне рабочих частот для антенн: – ЭА-2 – ЭА-1 – МА-1	6.3	ДА ДА ДА	ДА ДА ДА
Определение погрешности коэффициента калибровки антенн: – ЭА-2 – ЭА-1 – МА-1	6.4	ДА ДА ДА	ДА ДА ДА
Определение частотной зависимости коэффициента стоячей волны напряжения для антенн: – ЭА-2 – ЭА-1 – МА-1	6.5	ДА НЕТ НЕТ	ДА НЕТ НЕТ
Определение напряжения шума на выходе антенн: – ЭА-2 – ЭА-1 – МА-1	6.6	НЕТ ДА ДА	НЕТ ДА ДА

Определение времени непрерывной работы:			
– ЭА-2	6.7	НЕТ	НЕТ
– ЭА-1		ДА	ДА
– МА-1		ДА	ДА

3. Средства поверки

При проведении поверки должны применяться следующие средства измерений:

1) Для поверки ЭА-2:

– *Генератор сигналов высокочастотный Г4-159.*

Диапазон частот от 300 до 700 МГц. Запас по краям диапазона 1,5 %.

Относительная погрешность установки частоты по шкале задающего генератора не более $\pm 1,5\%$.

Нестабильность частоты не более $\pm 5 \cdot 10^{-4}$.

Максимальный уровень выходной мощности, снимаемой с разъема ВЫХОД W, на нагрузке 50 Ом не менее 50 Вт. При этом коэффициент стоячей волны нагрузки должен быть не более 1,5.

– *Генератор сигналов высокочастотный Г4-160.*

Диапазон частот от 700 до 1000 МГц. Запас по краям диапазона 1,5 %.

Относительная погрешность установки частоты по шкале задающего генератора не более $\pm 1,5\%$.

Нестабильность частоты не более $\pm 5 \cdot 10^{-4}$.

Максимальный уровень выходной мощности, снимаемой с разъема ВЫХОД W, на нагрузке 50 Ом не менее 50 Вт. При этом коэффициент стоячей волны нагрузки должен быть не более 1,5.

– *Генератор сигналов высокочастотный Г4-151.*

диапазон частот от 1 до 512 МГц;

нестабильность частоты не более $\pm 10^{-5}$;

погрешность установки частоты сигнала не более 0,05 %;

напряжение выходного сигнала до 1 В.

– *Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63.*

диапазон частот от 0,1 Гц до 1000 МГц;

погрешность измерения частоты $\pm 1,0 \cdot 10^{-8}$.

– *Нановольтметр цифровой постоянного тока В2-38 (3 шт.).*

Диапазон измерения постоянного напряжения от $1 \cdot 10^{-9}$ до 2 В ;

Активное входное сопротивление не менее $3 \cdot 10^7$ Ом;

Входной ток не превышает $1 \cdot 10^{-10}$ А.

– *Вольтметр переменного тока ВЗ-63.*

Диапазон измеряемых прибором напряжений от 0,01 до 100 В;

Диапазон частот измеряемых прибором переменных напряжений от 10 Гц до 1500 МГц.

– *Комплект полуволновых дипольных антенн АД1 – АД21 с резонансными частотами от 30 до 1000 МГц и номинальными токами ТВБ от 1 до 5 мА, соответственно.*

- Основные данные излучающих антенн приведены в таблице 2:

Таблица 2

Тип антенны	ИД	ИЛ1	ИЛ2	ИР1
Диапазон частот, МГц	от 30 до 100	от 100 до 300	от 300 до 700	от 700 до 1000

- *Калибратор программируемый П 320:*
предел калиброванного постоянного тока до 10мА;
предел допускаемой погрешности установки тока не более 1,1 мкА.
- *Усилитель мощности:*
диапазон частот 30 – 300 МГц;
наибольший гарантируемый уровень выходной мощности на нагрузке 50 Ом с КСВН не более 1,5 не менее 5 Вт;
коэффициент усиления по мощности не менее 25 дБ;
пределы регулировки коэффициента усиления не менее 15 дБ.
- *Антенна измерительная Пб-23А:*
диапазон частот от 1 до 12 ГГц;
эффективная площадь не менее 150 см².
- *Измеритель разности фаз и отношения уровней ФК2-33:*
диапазон частот от 0,1 до 18 ГГц;
динамический диапазон измерения уровня от минус 60 до 30 дБ.
- *Синтезатор частот РЧ6-01:*
диапазон частот от 1 до 4 ГГц;
шаг перестройки частоты 1 Гц.
- *Измеритель КСВН и ослабления Р2-102:*
диапазон частот от 0,01 до 2,14 ГГц;
диапазон измерения КСВН от 1,03 до 5,0;
диапазон измерения ослабления от 0 до 50 дБ.

2) Для поверки ЭА-1:

- *Установка электрического поля УЭП-2.*
Диапазон частот от $10 \cdot 10^{-6}$ до 10 МГц.
Основная погрешность не более $\pm 0,01$ %.
Содержание гармоник несущей частоты минус 30 дБ.
- *Генератор сигналов высокочастотный Г4-153.*
Диапазон частот от $10 \cdot 10^{-6}$ до 10 МГц.
Основная погрешность установки частоты не более $\pm 0,01$ %.
Содержание гармоник несущей частоты минус 30 дБ.
- *Генератор сигналов высокочастотный Г4-192.*
Диапазон частот от 0,01 до 1300 МГц.
Основная погрешность установки частоты не более $\pm 0,01$ %.
Нестабильность частоты не более $\pm 10^{-5}$.
Содержание гармоник несущей частоты минус 25 дБ.

- *Селективный микровольтметр SMV-8,5.*
Диапазон частот от 30 до 1000 МГц;
Диапазон измеряемых напряжений до 1,5 В.
Погрешность измерения напряжения $\pm 1,0$ дБ.
- *Селективный микровольтметр SMV-11.*
Диапазон частот от 9 кГц до 30 МГц;
Диапазон измеряемых напряжений до 1,5 В.
Погрешность измерения напряжения $\pm 1,0$ дБ.
- *Частотомер электроносчетный ЧЗ-63.*
Рабочая полоса частот от 0,15 до 30 МГц.

3) Для поверки МА-1

- *Генератор сигналов высокочастотный Г4-153.*
Диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц. Запас по краям диапазона 1,5 %.
Относительная погрешность установки частоты по шкале задающего генератора не более $\pm 1,5$ %.
Нестабильность частоты не более $\pm 1 \cdot 10^{-5}$.
- *Генератор сигналов высокочастотный Г4-154.*
Диапазон частот от 0,1 до 50 МГц. Запас по краям диапазона 1,5 %.
Относительная погрешность установки частоты по шкале задающего генератора не более $\pm 1,5$ %.
Нестабильность частоты не более $1,5 \cdot 10^{-5}$.
- *Частотомер электронно-счетный ЧЗ-63.*
диапазон частот от 0,1 Гц до 1000 МГц;
погрешность измерения частоты $\pm 1,0 \cdot 10^{-8}$.
- *Вольтметр цифровой постоянного тока В2-36 (2 шт.).*
Диапазон измерения постоянного напряжения от $1 \cdot 10^{-9}$ до 10 В ;
- *Вольтметр переменного тока В3-59.*
Диапазон измеряемых прибором напряжений от 0,265 мВ до 1000 В;
Диапазон частот измеряемых прибором переменных напряжений от 10 Гц до 100 МГц.
- *Комплект антенн дипольных излучающих АДИ с номинальными токами ТВВ от 1 до 5 мА, соответственно.*
- *Основные данные излучающих антенн приведены в таблице 3:*

Таблица 3

Тип антенны	АДИ-21	АДИ-2	АДИ-3
Диапазон частот, МГц	от 0,01 до 30	от 0,01 до 30	от 0,01 до 30

- *Калибратор программируемый П 320:*
предел калиброванного постоянного тока до 10 мА;
предел допускаемой погрешности установки тока не более 1,1 мкА.

При проведении поверки комплекта антенн «Амур-М» допускается использование других средств измерений и типов приборов при условии, что их метрологические характеристики не хуже перечисленных выше.

Приборы, используемые при поверке, должны быть поверены.

4. Требования к квалификации поверителей

Поверители должны быть ознакомлены с технической документацией на поверяемое средство, средства поверки и с методикой поверки и иметь удостоверение поверителя.

5. Требования безопасности

При проведении поверки должны быть соблюдены меры безопасности, указанные в руководствах по эксплуатации измерительных установок и средств измерений, используемых при поверке и требования НТД по охране труда, в том числе ГОСТ12.1.006-84, Сан ПИН 2.2.4/2. 1.8.055-96.

Особое внимание обратить на следующее:

- при работе на номинальных уровнях поля запрещается приближаться к излучающей антенне на расстояние ближе 2 метров;
- необходимо сводить к минимуму промежутки времени воспроизведения номинального поля для проведения измерений;
- при любых перерывах в работе необходимо выводить до нуля мощность генераторов;
- все предварительные и настроечные работы производить при минимальном уровне поля.

6. Условия поверки

При проведении испытаний должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды - 293 ± 5 К (20 ± 5 °С);
- относительная влажность воздуха - 65 ± 15 %;
- атмосферное давление - 100 ± 4 кПа (750 ± 30 мм рт.ст.);
- напряжение питающей сети - $220 \pm 4,4$ В;
- частота питающей сети - $50 \pm 0,5$ Гц.
-

7. Подготовка к поверке

7.1. Проверьте наличие средств поверки по п.3, укомплектованность их документацией и необходимыми элементами соединений.

7.2. Используемые средства поверки разместите, заземлите и соедините в соответствии с требованиями их технической документации.

7.3. Подготовку, соединение, включение и прогрев поверяемого средства и средств поверки, регистрацию показаний и другие работы по поверке произведите в соответствии с документацией на указанные средства.

8. Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие антенны следующим требованиям:

комплектность,

сохранность пломб,
отсутствие видимых механических повреждений, влияющих на ее нормальную работу,
чистота разъемов и клемм,
состояние лакокрасочных покрытий и четкость маркировок,
отсутствие отсоединившихся или слабо закрепленных элементов антенн.

8.2. Опробование.

При опробовании комплекта антенн проверяют:

- работоспособность всей поверочной аппаратуры;
- исправность и работоспособность всех механизмов перемещения комплексов антенного поля, в особенности координатных устройств для антенн: обеспечение ориентации антенн по высоте, азимуту, углу места, возможность точной установки по расстоянию;
- исправность соединительных элементов, возможность и удобство смены антенн – излучателей, антенн дипольных, испытываемой антенны, индикаторов уровня;
- работоспособность антенн – излучателей, для чего воспроизводят вспомогательное поле с помощью опробываемых антенн и рекомендуемых серийных генераторов и, с помощью антенн дипольных рабочего комплекта, убеждаются в возможности получения номинального тока в АД;
- работоспособность измерителя КСВН и ослабления путем измерения КСВН на грузок и измерения ослабления аттенюаторов, входящих в его комплект.
- работоспособность поверяемых антенн.

8.3. Определение коэффициента калибровки антенн комплекта.

8.3.1. Для поверяемой антенны «ЭА-2»

8.3.1.1. Подготовить к работе аппаратуру в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Подготовить к работе в режиме однократных измерений вольтметр переменного тока. Выбрать высоту и расстояние между излучателем и образцовой дипольной антенной в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4

Частота, МГц	Ток в антенне, мА	Высота антенн, м	Расстояние между антеннами, м
100	1,8 - 3	1,7 - 2,2	1,8 - 2,5
125	1,8 - 3	1,7 - 2,2	1,8 - 2,5
150	1,8 - 3	1,7 - 2,2	1,8 - 2,5
175	1,8 - 3	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
200	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
225	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
250	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
300	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
400	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
500	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
600	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
700	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
800	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5
1000	3 - 5	1,7 - 2,2	1,4 - 2,5

Измерения проводить на горизонтальной поляризации электромагнитного поля. Подать высокочастотную мощность с соответствующего генератора на излучатель. Увеличивая мощность, контролировать величину термо-ЭДС в цепи дипольной антенны (АД) и в цепи индикатора уровня. Подобрать тип индикатора уровня таким образом, чтобы обеспечивалось значение термо-ЭДС в антенне АД на 1 мВ ниже номинального и удобство отсчета с помощью индикатора уровня. Подстроить частоту генератора под резонансную частоту антенны АД, измеряя ее значение частотоме-

ром. Произвести юстировку дипольной антенны в пространстве. Для этого, уменьшив уровень излучаемого поля до минимума, обеспечивающего индикацию термо-ЭДС в АД, изменять положение излучателя и АД в пространстве (поворот, покачивание), следя за уровнем термо-ЭДС и найти положение, соответствующее максимуму сигнала при постоянных показаниях индикатора уровня. Увеличивая мощность на выходе генератора, установить рабочий уровень мощности в антенне АД (термо-ЭДС на 1 мВ меньше номинального значения). Измерить значения термо-ЭДС в АД U_T и с индикатора уровня U_{uy1} . Переключить выходной сигнал с излучателя на согласованную нагрузку, переведя в нижнее положение соответствующий тумблер блока коммутации БК-4.

8.3.1.2. Для определения действующего значения тока в антенне I и сопротивления R_T произвести расшифровку постоянным током показаний U_T в соответствии с п.6.1. инструкцией по эксплуатации.

8.3.1.3. Установить в точку расположения эталонной антенны поверяемую антенну, предварительно подключив ее к вольтметру переменного тока ВЗ-63. Подать сигнал с генератора на излучатель и произвести отсчет напряжения выходного сигнала испытываемой антенны U и напряжения термо-ЭДС индикатора уровня U_{uy2} . Переключить выходной сигнал с излучателя на согласованную нагрузку, переведя в нижнее положение соответствующий тумблер блока коммутации БК-4.

8.3.1.4. Действующее значение напряженности электрического поля E в момент нахождения образцовой антенны рассчитывается по формуле (1):

$$E = \frac{I}{\alpha\beta} \times \frac{R_{\Sigma} + R_T \alpha^2}{h_{дл}} \quad (1)$$

Действующее значение напряженности электрического поля E_u в момент нахождения испытываемой антенны рассчитывается по формуле (2):

$$E_u = \sqrt{\frac{U_{uy2}}{U_{uy1}}} \times E. \quad (2)$$

Коэффициент калибровки поверяемой антенны K без учета ослабления кабеля, соединяющего антенну и вольтметр переменного тока, рассчитывается по формуле (3):

$$K = 20 \left[\lg \left(\frac{E_u}{E_0} \right) - \lg \left(\frac{U}{U_0} \right) \right], \quad (3)$$

Коэффициент калибровки собственно испытываемой антенны рассчитывается по формуле (4):

$$K_A = K - A, \quad (4)$$

где A – ослабление ВЧ - кабеля антенны на соответствующей частоте, дБ.

8.3.1.5. Определение коэффициента калибровки антенны ЭА-2 производится на частотах 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 МГц.

8.3.1.6. Определение коэффициента калибровки поверяемой антенны ЭА-2 в диапазоне частот 1000 – 2000 МГц производится в безэховой камере методом замещения с использованием образцовой измерительной антенны. Вспомогательное поле в рабочей зоне камеры создается антенной-излучателем. Сначала приемником ФК2-33 измеряется уровень сигнала с выхода образцовой антенны U_0 (дБ), затем – уровень сигнала с поверяемой антенны ЭА-2 U_A (дБ), которую устанавливают вместо

4) измерить напряжение на выходе антенны на частоте 100 МГц с помощью селективного микровольтметра SMV 8.5 в полосе 120 кГц и определить напряжение шума в полосе 1 кГц, уменьшив полученное значение на 41,6 дБ.

8.6.2. Для измерения напряжения шума на выходе антенны МА1 необходимо:

- 1) поместить антенну МА1 в экранирующую камеру;
- 2) включить ЗУ;
- 3) измерить напряжение на выходе антенны с помощью селективного микровольтметра типа SMV11 на частотах 0,1; 1,0; 10; 30 МГц в полосе 9 кГц и определить напряжение шума в полосе 1 кГц, уменьшив полученные значения на 9,5 дБ.

8.7. Определение времени непрерывной работы

8.7.1. В соответствии с РЭ на комплект АИ «Амур-М» произвести полный заряд аккумуляторов.

8.7.2. Воспроизвести магнитное поле на частоте 10 МГц. С помощью селективного микровольтметра SMV11 определить напряжение на выходе испытуемых антенн U_1 .

8.7.3. Повторять измерения напряжения на выходе антенн через каждые 15 мин. до достижения значения нестабильности результатов измерений более 10 %. Нестабильность результатов измерений определяется по формуле:

$$H = \left(\frac{U_i - \bar{U}}{\bar{U}} \right) \cdot 100 ,$$

\bar{U} – среднее значение, определяемое по выражению $\bar{U} = \sum_{i=1}^N U_i / N$, i – текущее измерение, N – общее число измерений.

9. Оформление результатов поверки

9.1. При проведении поверки ведется протокол, в котором указываются следующие данные:

- дата проведения поверки;
- объект поверки;
- используемые средства измерений;
- результаты измерений;
- значения метрологических характеристик, полученных в результате измерений;
- заключение о результате поверки.

9.2. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке, и в формуляр вносятся измеренные при поверке значения метрологических характеристик измерительных преобразователей.

9.3. При отрицательных результатах поверки свидетельство о предыдущей поверке аннулируется и оформляется извещение о непригодности средства измерения к эксплуатации по ПР 50.2.000 и вносится запись в формуляр.

Начальник отдела ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ



Н.Ю.Новиков

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИ МО РФ



И.М.Малай