

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ ФБУ

«ГНИИ» Минобороны России

В.В. Швыдун

2015 г.



*Инструкция*

**Системы измерений электромагнитного поля (СИ ЭМП)**

*Методика поверки*  
**ИУШЯ.411734.024**

н.р. 61453-15

**г. Мытищи,  
2015 г.**

## 1 ВВЕДЕНИЕ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на системы измерений электромагнитного поля (СИ ЭМП) (далее – системы) и устанавливает порядок и объем ее первичной и периодической поверки.

1.2 Интервал между поверками – 2 год.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При поверке выполняют операции, приведённые в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке (после ремонта)	периодической поверке
1 Внешний осмотр	8.1	+	+
2 Опробование	8.2	+	+
3 Определение диапазона рабочих частот	8.3	+	+
4 Определение диапазона измерений напряженности электрического поля	8.4	+	+
5 Определение диапазонов измерений плотности потока энергии (ППЭ) электромагнитного поля (ЭМП)	8.5	+	+

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, приведённое в таблице 2.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3	Установка измерительная К2П-70, диапазон частот от 20 Гц до 300 МГц, пределы основной погрешности измерений коэффициента калибровки измерительных антенн $\pm 1,0$ дБ
8.3	Установка измерительная К2П-71, диапазон частот от 0,2 до 37,5 ГГц, пределы основной погрешности измерений коэффициента калибровки измерительных антенн $\pm 1,0$ дБ
8.4	Генератор сигналов Г4-219, диапазон частот от 1 Гц до 100 МГц, погрешность установки частоты не более $3 \cdot 10^{-6}$ , максимальное напряжение выходного сигнала 1 В, пределы основной погрешности установки выходного напряжения $\pm 1,0$ дБ
8.4, 8.5	Генератор сигналов высокочастотных SMR40, диапазон частот от 10 МГц до 40 ГГц, выходная мощность не менее 0,1 Вт, пределы основной погрешности установки выходной мощности $\pm 1,0$ дБ, относительная нестабильность частоты $1 \cdot 10^{-8}$ . Ваттметр поглощаемой мощности М3-108, диапазон рабочих частот от 0 до 17,85 ГГц, пределы основной погрешности измерений $\pm 6\%$

3.2 Допускается использование других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих метрологические и технические характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Допускается использование средств измерений, обеспечивающих воспроизведение ЭМП с напряженностью от 0,5 до 100 В/м в диапазоне частот от 0,3 до 300 МГц и с плотностью потока энергии от 3 до  $10^4$  мкВт/см<sup>2</sup> на частоте 1250 МГц с погрешностью в пределах  $\pm 1,7$  дБ. Измерения для антенны измерительной АИ-2 проводятся без дополнительного аттенюатора 10 дБ, в результаты вводится соответствующая поправка. Измерения для антенны измерительной логопериодической АИЛ проводятся без кабеля ИУШЯ.685661.142, коэффициент передачи кабеля определяется отдельно методом прямых измерений с допускаемой погрешностью  $\pm 0,5$  дБ, в результаты вводится соответствующая поправка.

3.4 Применяемые средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке (отметки в формулярах или паспортах).

#### **4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ**

4.1 К проведению поверки системы допускаются лица, имеющие высшее или среднее специальное образование, квалификационную группу по электробезопасности не ниже 4 с напряжением до 1000 В, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электронным измерительно-испытательным оборудованием, и опыт практической работы.

#### **5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также изложенные в руководстве по эксплуатации на приборы, в технической документации на применяемые при поверке рабочие эталоны и вспомогательное оборудование.

#### **6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ**

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

- для используемых антенных устройств в соответствии с руководствами по эксплуатации на них:

- температура окружающего воздуха, °С .....  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность воздуха при температуре 20°С, % ..... 80;
- атмосферное давление, мм рт. ст. ....  $750 \pm 30$ ;
- напряжение питания, В .....  $220 \pm 10$ ;
- частота, Гц .....  $50 \pm 0,5$ .

#### **7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ**

7.1 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выдержать приборы в условиях, указанных в п. 6.1, в течение 1 ч;
- выполнить операции, оговоренные в руководстве по эксплуатации на поверяемый комплекс по его подготовке к поверке;
- выполнить операции, оговоренные в технической документации на применяемые средства поверки по их подготовке к измерениям;
- осуществить предварительный прогрев приборов для установления их рабочего режима.

## 8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие системы следующим требованиям:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- наружная поверхность элементов системы не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу системы;
- присоединительные разъемы должны быть чистыми;
- соединительные провода должны быть исправными;
- комплектность системы должна соответствовать указанной в технической документации изготовителя (ТД).

8.1.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если комплектность системы соответствует требованиям ТД, внешний вид системы соответствует требованиям п. 8.1.1.

8.1.3 Система, имеющая дефекты (механические повреждения), бракуется и направляется в ремонт.

### 8.2 Опробование

8.2.1 Подготовить систему к работе в соответствии с РЭ.

8.2.2 Проверить работоспособность системы путем проверки отсутствия индикации наличия ошибок и неисправностей при включении системы.

8.2.3 Проверить наличие индикации подключаемых антенн на БЦОИ, а также индикации измеряемого уровня напряженности электрического поля (ППЭ ЭМП).

8.2.4 Результаты опробования считать положительными, если система обеспечивает включение и индикацию измеряемого уровня напряженности электромагнитного поля.

### 8.3 Определение диапазона рабочих частот

8.3.1 Подготовить установку измерительную К2П-70 к работе в соответствии с РЭ.

8.3.2 Измерить частотную зависимость коэффициента калибровки  $K_n$  антенны измерительной АИ-1 частотах 0,3, 0,5, 1, 2, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260, 280 и 300 МГц, где  $n$  - номер частотной точки.

8.3.1 Определить неравномерность частотной характеристики коэффициента калибровки как разницу между максимальным и минимальным измеренным значением для каждой антенны по формуле (1):

$$DK = \max_n \{K_n\} - \min_n \{K_n\}, \quad (1)$$

и среднее геометрическое значение  $K_n$  по формуле (2):

$$\bar{K} = 0,04 \overset{\circ}{a}_n K_n, \quad (2)$$

где  $K_n$  представлены в логарифмическом масштабе, дБ(м<sup>-1</sup>).

8.3.3 Подготовить установку измерительную К2П-71 к работе в соответствии с РЭ.

8.3.4 Измерить частотную зависимость коэффициента усиления  $G_n$  антенн измерительных АИ-2 и АИЛ в диапазоне частот от 1200 до 1300 МГц с шагом 10 МГц, где  $n$  - номер частотной точки.

Определить неравномерность частотной характеристики коэффициента усиления как разницу между максимальным и минимальным измеренным значением для каждой антенны по формуле (3):

$$DG = \max_n \{G_n\} - \min_n \{G_n\}, \quad (3)$$

и среднее геометрическое значение  $G_n$  по формуле (4):

$$\bar{G} = \frac{1}{11} \mathring{a}_n G_n, \quad (4)$$

где  $G_n$  представлены в логарифмическом масштабе, дБ.

8.3.5 Результаты поверки считать положительными, если:

- для антенны АИ-1 неравномерность коэффициента калибровки составляет не более 5 дБ, а среднее геометрическое находится в пределах от 46 до 49 дБ(м<sup>-1</sup>);
- для антенны АИ-2 неравномерность коэффициента усиления составляет не более 2 дБ, а среднее геометрическое находится в пределах от минус 35 до минус 38 дБ;
- для антенны АИЛ неравномерность коэффициента усиления составляет не более 2 дБ, а среднее геометрическое находится в пределах от 4 до 6 дБ.

#### 8.4 Определение диапазона измерений напряженности электрического поля

8.4.1 Подготовить систему, генераторы сигналов Г4-219 и SMR40, ваттметр МЗ-108 к работе в соответствии с их РЭ.

8.4.2 Подключить радиочастотный вход БЦОИ к выходу генератора сигналов Г4-219 (SMR40) через делитель напряжения (тройник). К свободному плечу тройника подключить преобразователь ваттметр МЗ-108 с преобразователем ППК1. Измерения при помощи генератора сигналов Г4-219 выполнять на частотах 0,3 и 3 МГц, при помощи генератора сигналов высокочастотного SMR40 на частоте 300 МГц.

8.4.3 На БИУ установить режим измерений с использованием антенны АИ-1. Регулируя выходную мощность генератора, добиться показаний БЦОИ равных (0,50±0,01) В/м. Изменять выходной уровень генератора в сторону увеличения с шагом не более 10 дБ до достижения показаний БЦОИ равных (100±1) В/м. Фиксировать на цифровом табло БЦОИ измеряемые значения напряженности электрического поля  $E_H$  [В/м], а также соответствующую им выходную мощность генератора  $P$  [Вт] по показаниям ваттметра МЗ-108.

8.4.4 Рассчитать воспроизводимую напряженность электрического поля, соответствующую подаваемой на вход БЦОИ мощности, для каждого уровня и частоты согласно п. 4.13.2 по формуле (5):

$$E = 10^{0,05K} \sqrt{50P}. \quad (5)$$

8.4.5 Определить для каждой частотной точки отклонение измеряемого значения напряженности электрического поля от воспроизводимого по формуле (6):

$$DE = 20 \lg \frac{\acute{e} E \grave{u}}{\grave{e} E_H \grave{u}}. \quad (6)$$

8.4.6 Результаты поверки считать положительными, если отклонение измеряемого значения напряженности поля от воспроизводимого в диапазоне от 0,5 до 100 В/м находится в пределах ± 3 дБ.

### 8.5 Определение диапазонов измерений ППЭ ЭМП

8.5.1 Подготовить систему и генератор сигналов высокочастотных SMR40 и ваттметр МЗ-108 к работе в соответствии с их РЭ.

8.5.2 Подключить радиочастотный вход БЦОИ к выходу генератора сигналов SMR40 через делитель напряжения (тройник). К свободному плечу тройника подключить преобразователь ваттметр МЗ-108 с преобразователем ППК1. Измерения выполнять на частоте 1250 МГц.

8.5.3 На БИУ установить режим измерений с использованием антенны АИ-2. Регулируя выходную мощность генератора, добиться показаний БЦОИ равных  $(3,00 \pm 0,03)$  мкВт/см<sup>2</sup>. Изменять выходной уровень генератора в сторону увеличения с шагом не более 10 дБ до достижения показаний БЦОИ равных  $(10^5 \pm 10^3)$  мкВт/см<sup>2</sup>. Фиксировать на цифровом табло БЦОИ измеряемые значения ППЭ ЭМП  $r_{II}$  [мкВт/см<sup>2</sup>], а также соответствующую им выходную мощность генератора  $P$  [Вт] по показаниям ваттметра МЗ-108.

8.5.4 Рассчитать воспроизводимую ППЭ ЭМП, соответствующую подаваемой на вход БЦОИ мощности, для каждого уровня по формуле (7):

$$r = \frac{\rho P}{144 \times 10^{0,1G}} 10^{-6}. \quad (7)$$

8.5.5 Определить для каждой частотной точки отклонение измеряемого значения ППЭ ЭМП от воспроизводимого по формуле (8):

$$Dr = 10 \lg \frac{\hat{e}_r \hat{u}}{\bar{e}_r \bar{u}}. \quad (8)$$

8.5.6 Подключить к радиочастотному входу БЦОИ кабель антенны измерительной логопериодической АИЛ ИУШЯ.685661.142, к другому выходу кабеля через делитель напряжения (тройник) подключить генератор сигналов SMR40. К свободному плечу тройника подключить преобразователь ваттметр МЗ-108 с преобразователем ППК1. Измерения выполнить на частоте 1250 МГц.

8.5.7 На БИУ установить режим измерений с использованием антенны АИЛ. Регулируя выходную мощность генератора, добиться показаний БЦОИ равных  $(10^5 \pm 10^3)$  мкВт/см<sup>2</sup>. Изменять выходной уровень генератора в сторону увеличения с шагом не более 5 дБ до достижения показаний БЦОИ равных  $(10^6 \pm 10^4)$  мкВт/см<sup>2</sup>. Фиксировать на цифровом табло БЦОИ измеряемые значения ППЭ ЭМП  $r_{II}$  [мкВт/см<sup>2</sup>], а также соответствующую им выходную мощность генератора  $P$  [Вт] по показаниям ваттметра МЗ-108.

8.5.8 Рассчитать воспроизводимую ППЭ ЭМП, соответствующую подаваемой на вход БЦОИ мощности, для каждого уровня по формуле (7).

8.5.9 Определить для каждой частотной точки отклонение измеряемого значения ППЭ ЭМП от воспроизводимого по формуле (8).

8.5.10 Результаты поверки считать положительными, если отклонение измеряемого значения ППЭ ЭМП от воспроизводимого в диапазоне от 3 до  $10^5$  мкВт/см<sup>2</sup> для антенны АИ-1 и в диапазоне от  $10^5$  до  $10^6$  мкВт/см<sup>2</sup> для антенны АИЛ находится в пределах  $\pm 3,0$  дБ.

## 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 При положительных результатах поверки системы выдается свидетельство установленной формы.

9.2 На оборотной стороне свидетельства о поверке записываются результаты поверки.

9.3 В случае отрицательных результатов поверки поверяемая система к дальнейшему применению не допускается. На систему выдается извещение об его непригодности к дальнейшей эксплуатации с указанием причин забракования.

Начальник отдела  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»



К.С. Черняев

Начальник лаборатории  
ГЦИ СИ ФБУ «ГНМЦ Минобороны России»



М.А. Озеров