

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального  
директора - заместитель по научной работе

ФГУП «ВНИИФТРИ»



М.п.

- А.Н. Щипунов

« 10 » 2024 г.

**ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА  
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ**

**Устройство измерения параметров электромагнитного поля  
источника излучения  
ССД-1**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ  
МП ССД-1-2024**

р.п. Менделеево  
2024 г.

## Содержание

1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2	ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	4
3	ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	4
4	ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
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	7
8.1	Подготовка к поверке	7
8.2	Контроль условий поверки	7
8.3	Опробование средства измерений	7
9	ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	10
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	10
10.1	Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений ППЭ и относительной погрешности измерений ППЭ	10
10.2	Определение диапазона измерений направления на ИИ по азимуту и углу места и абсолютной погрешности измерений направления на ИИ по азимуту и углу места	13
12	ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	14

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок устройства измерения параметров электромагнитного поля источника радиоизлучения ССД-1 (далее – ССД-1).

1.2 Первичной поверке подлежит ССД-1, до ввода его в эксплуатацию и после ремонта. Периодической поверке подлежит ССД-1, находящееся в эксплуатации и на хранении.

1.3 При определении метрологических характеристик измерителя ССД-1 в рамках проводимой поверки обеспечивается:

– передача размера единицы плотности потока энергии электромагнитного поля (далее – ППЭ) в соответствии с ГОСТ Р 8.574-2000 «ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178,4 ГГц», подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот от 0,3 до 178 ГГц ГЭТ 160-2006;

– передача размера единицы плоского угла в соответствии с Приказом Росстандарта от 26.11.8 № 2482 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений плоского угла», подтверждающая прослеживаемость результатов измерений к Государственному первичному эталону единицы плоского угла ГЭТ 22-2014.

Поверка ССД-1 проводится методом сличения с помощью компаратора в соответствии с государственной поверочной схемой (ГОСТ Р 8.574-2000, Приложение А) и методом прямых измерений в соответствии с Приложением А приказа Росстандарта от 26.11.8 № 2482.

1.4 В результате поверки ССД-1 должны быть подтверждены следующие требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Требования, подтверждаемые при поверке ССД-1

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот, ГГц	от 1,0 до 4,0 включ.
Диапазон измерений ППЭ, Вт·м <sup>-2</sup>	от $3,0 \cdot 10^{-4}$ до $3,0 \cdot 10^{-2}$ включ.
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений ППЭ*, дБ	±1,5*
Диапазон измерений направления на источник излучения по азимуту, °	от –30,0 до +30,0 включ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений на источник излучения по азимуту, °	±5,0
Диапазон измерений направления на источник излучения по углу места, °	от –26,0 до +26,0 включ
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений на источник излучения по углу места, °	±5,0
* – для углов направления на источник излучения по азимуту и углу места 0 градусов	



## 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении поверки ССД-1 должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки ССД-1

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) МП 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
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10
Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений ППЭ и относительной погрешности измерений ППЭ	да	да	10.1
Определение диапазона измерений направления на ИИ по азимуту и углу места и абсолютной погрешности измерений направления на ИИ по азимуту и углу места	да	да	10.2

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций, приведенных в таблице 2, поверка прекращается и ССД-1 признается непригодным к применению.

2.3 При проведении поверки не допускается сокращение количества измеряемых величин и частот.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

Таблица 3 – Условия поверки ССД-1

Влияющая величина	Значение
Температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 35
Относительная влажность окружающего воздуха, %	от 30 до 80
Атмосферное давление, мм рт. ст.	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 поверитель должен предварительно ознакомиться с документом МВАУ.411711.001РЭ «Устройство измерения параметров электромагнитного поля источника радиоизлучения ССД-1. Руководство по эксплуатации» (далее – МВАУ.411711.001РЭ).

#### 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки ССД-1 должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Средства измерений для поверки ССД-1

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.2 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25°C с абсолютной погрешностью не более 1°C  Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью не более 2 %  Средства измерений атмосферного давления от 630 до 800 мм рт. ст. (от 84,0 до 106,7 кПа) с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа	Измерители влажности и температуры микропроцессорные ИТВ, рег. № 20857-08* Измерители влажности и температуры ИТВМ-7, рег. № 71394-18* Барометр-анероид контрольный М67, рег. № 3744-73* Измерители влажности и температуры ИТВМ-7, рег. № 71394-18*
п. 8.3 Опробование средства измерений	Рабочие эталоны для поверки измерителей ППЭ в диапазоне частот от 300 МГц до 39,65 ГГц включительно (по ГОСТ Р 8.574-2000), диапазон воспроизведения ППЭ $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^3$ Вт/м <sup>2</sup> включительно, $\Delta_0 \leq 12$ %	Установка для поверки измерителей плотности потока энергии П1-9, (рег. № 11474-88*, диапазон рабочих частот от 0,3 до 39,65 ГГц, диапазон воспроизводимых значений ППЭ в режиме непрерывной генерации от $1 \cdot 10^{-2}$ до $2 \cdot 10^3$ Вт/м <sup>2</sup> , пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения ППЭ $\pm 0,5$ дБ



Продолжение таблицы 4

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10 Определение метрологических характеристик	<p>Рабочие эталоны для поверки измерителей ППЭ в диапазоне частот от 300 МГц до 39,65 ГГц включительно (по ГОСТ Р 8.574-2000), диапазон воспроизведения ППЭ <math>1 \cdot 10^{-2}</math> до <math>2 \cdot 10^3</math> Вт/м<sup>2</sup> включительно, <math>\Delta_0 \leq 12\%</math></p> <p>Генератор сигналов диапазон частот от 0,5 до 4,5 ГГц, диапазон уровня выходного сигнала от -30 дБ (1 мВт) до 20 дБ (1 мВт), пределы допускаемой погрешности установки уровня выходного сигнала в диапазоне частот с включенным ступенчатым аттенуатором <math>\pm(0,6 - 0,8)</math> дБ</p> <p>Теодолит электронный точный, диапазон измерений углов от 0° до 360°, абсолютная точность измерений углов <math>\pm(2 - 5)</math> секунд</p> <p>Средства измерений расстояния от 1 до 20 м с абсолютной погрешностью <math>\pm 1</math> см</p>	<p>Установка для поверки измерителей плотности потока энергии П1-9 (далее – П1-9), рег. № 11474-88*</p> <p>Генератор сигналов E8257D с опциями 521 и 1E1, (рег. № 74333-19)*,</p> <p>Теодолит электронный модификация RGK T-02, рег. № 73115-18*, точность измерения углов <math>\pm 2</math> ссекунд</p> <p>Дальномер лазерный Leica DISTO D2, рег. № 44938-10*, диапазон измерений расстояния от 0,05 до 100 м, допускаемое СКП измерений расстояния <math>\pm 1</math> мм</p>
* – регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений		

5.2 Допускается использовать аналогичные средства поверки, которые обеспечат измерение соответствующих параметров с требуемой точностью.

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

5.4 При проведении поверки использовать персональный компьютер (далее – ПК) с установленным ПО «Radioscan» из состава ССД-1.

## 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки ССД-1 необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые действующими правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, действующими санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами при работе с СВЧ излучением, необходимо соблюдать требования, указанные в разделе «Требования по безопасности» документа МВАУ.411711.001РЭ и в разделах «Указание мер безопасности» в РЭ, средств измерений (эталонов) и испытательном оборудовании.

6.2 Все оборудование должно быть заземлено, чтобы избежать накопления электростатических зарядов.

- чистоту и исправность разъемов ССД-1 и кабелей из комплекта поставки;
- отсутствие видимых механических повреждений корпуса антенного блока и блока приема и обработки сигнала объединенных в один блок (далее – моноблок), кабелей из комплекта поставки;
- прочность крепления элементов конструкции.

7.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность соответствует разделу «Комплектность» документа МВАУ.411711.001ПС «Устройство измерения параметров электромагнитного поля источника радиоизлучения ССД-1. Паспорт» (далее – МВАУ.411711.001ПС);
- заводской номер ССД-1 на его корпусе соответствует заводскому номеру в документе МВАУ.411711.001ПС;
- маркировка и пломбировка соответствуют п. 1.6 МВАУ.411711.001РЭ;
- разъемы ССД-1 и кабелей чисты и исправны;
- отсутствуют видимые механические повреждения корпуса моноблока и кабелей из комплекта поставки.

В противном случае результаты внешнего осмотра 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 в МВАУ.411711.001РЭ 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 окружающего 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 окружающего воздуха и атмосферного давления, соответствующие значениям, приведенным в таблице 3.

### **8.3 Опробование средства измерений**

8.3.1 Для опробования ССД-1 использовать схему измерений, приведенную на рисунке 4.

Выполнить присоединение моноблока стенкой, противоположной поверхности расположения антенн, к опорно-поворотному устройству (далее – ОПУ), расположенному в произвольном направлении. Поместить моноблок на расстоянии (3 – 8) м от излучателя.

В соответствии с рисунком 1 подключить 3 кабеля сверху корпуса моноблока в соответствующие разъемы. Соединить разъемы с USB-выходами ПК.



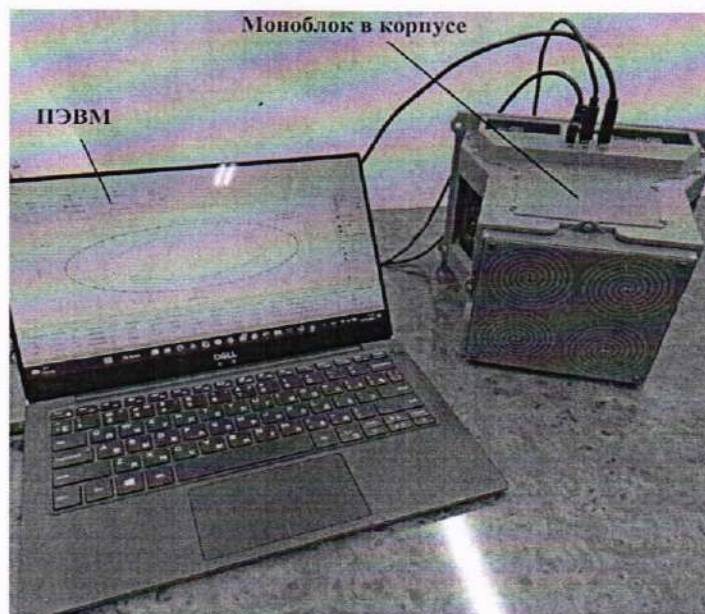


Рисунок 1 – Подключение моноблока к ПК

8.3.2 Включить ПК. Открыть папку «Radioscan», выбрать файл «Radioscan.exe» и запустить программу.

В открывшемся окне (рисунок 2) наблюдать запрос авторизации. Ввести логин и пароль, которые поставлены вместе с ПО «Radioscan».

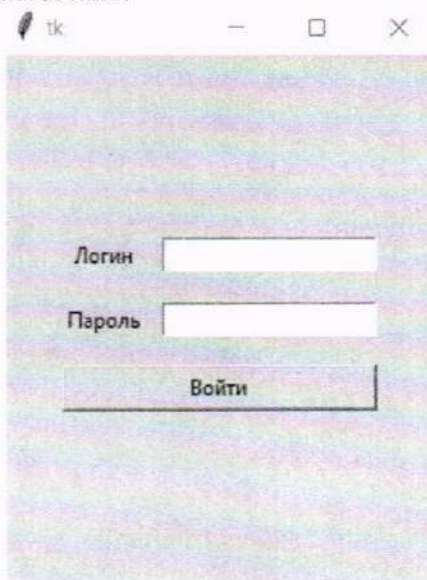


Рисунок 2 – Окно ввода логина и пароля



При успешной авторизации наблюдать главное окно программы (рисунок 3).

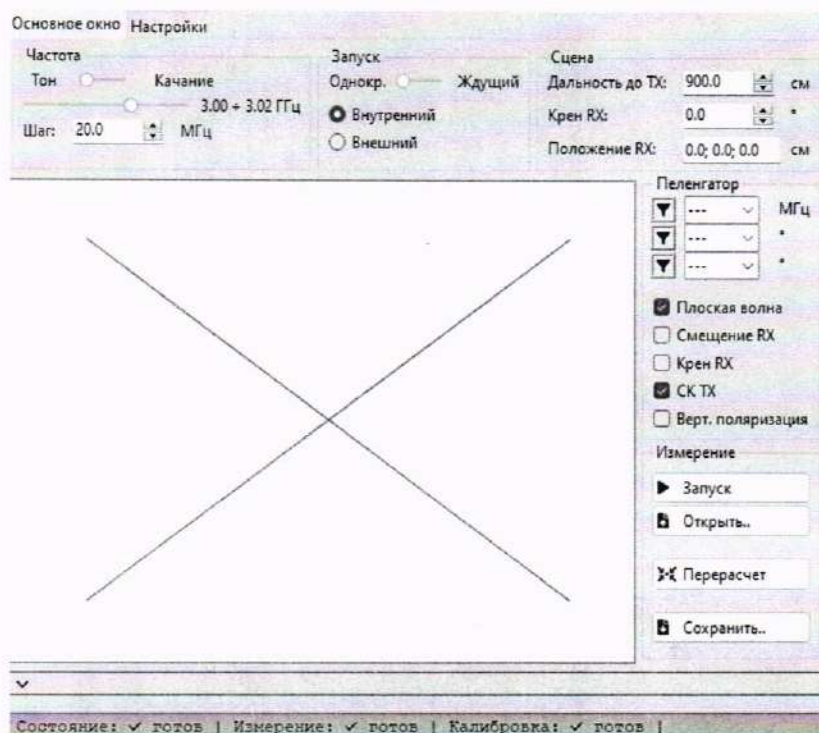


Рисунок 3 – Главное окно ПО «Radioscan»

8.3.3 Установить на генераторе сигналов частоту измерений 2 ГГц. Подать с генератора сигналов СВЧ на излучатель мощность  $P_{Ген}^f = 1$  мВт.

8.3.4 В главном окне ПО «Radioscan» осуществить выбор частоты, на которой выполняются измерения. Для чего ползунком «Частота» подобрать такое значение, чтобы нижняя граница частоты соответствовала частоте измерения 2 ГГц.

8.3.5 Нажать кнопку «Запуск».

Через (3 – 4) секунды остановить измерения нажатием кнопки «Остановка».

8.3.6 В разделе «Пеленгатор» нажать на первую клавишу выбора из списка, напротив которой стоит МГц и потом нажать в появившееся значение «2000».

Наблюдать в главном окне ПО «Radioscan» текущую частоту измерения 2 ГГц, в нижней строке результаты измерений и точку в углу графика

Нажать клавишу «Перерасчет», наблюдать на графике в центре точку с заданной координатой.

Наблюдать в нижней строке главного окна ПО «Radioscan» измеренные ССД-1 значения азимута, угла места и ППЭ.

8.3.7 Используя ОПУ установить ССД-1 так, чтобы показания направления (углы) на ИИ (излучатель) по азимуту («Изм. Азимут»)  $\varphi$  и углу места («Изм. Наклон»)  $\beta$  были равны 0 градусов.

8.3.8 Результаты опробования считать положительными, если:

– моноблок присоединен к ОПУ;

– ПО «Radioscan», установленное на ПК, функционирует;

– моноблок ССД-1 установлен в положение со значениями по азимуту («Изм. Азимут»)  $\varphi = 0$  градусов и углу места («Изм. Наклон»)  $\beta = 0$  градусов

В противном случае результаты опробования считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## 9 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 В соответствии с рисунком 1 подключить 3 кабеля сверху корпуса моноблока в соответствующие разъемы. Соединить разъемы с USB-выходами ПК.

9.2 Включить ПК. Открыть папку «Radioscan», выбрать файл **Radioscan.exe** и запустить программу.

В открывшемся окне (см. рисунок 2) наблюдать запрос авторизации. Ввести логин и пароль, которые поставлены вместе с ПО «Radioscan».

При успешной авторизации наблюдать главное окно программы (см. рисунок 3).

В верхнем левом углу главного окна программы наблюдать версию ПО «Radioscan» (файла **Radioscan.exe**). Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

После инсталляции в ПК программы «HashTab», выбрать файл **Radioscan.exe**, нажать на правую кнопку мыши на файле, выбрать пункт "Свойства" и открыть вкладки под названием "Хеш - суммы файлов", наблюдать контрольную сумму (цифровой идентификатор) файла **Radioscan.exe** по алгоритму CRC. Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

9.3 Результаты поверки считать положительными, если идентификационные данные (признаки) ПО «Radioscan» соответствуют значениям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные (признаки) ПО «Radioscan»

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Radioscan.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	ver. 1.0
Цифровой идентификатор ПО	91858656 по CRC32

В противном случае результаты проверки ПО средства измерений считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.

## 10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение диапазона рабочих частот, диапазона измерений ППЭ и относительной погрешности измерений ППЭ

10.1.1 Измерения для определения относительной погрешности измерений ППЭ –  $\delta_{\text{ППЭ}}$  проводить в безэховой камере с использованием П1-9 при значениях углов по азимуту и углу места равными 0 градусов:

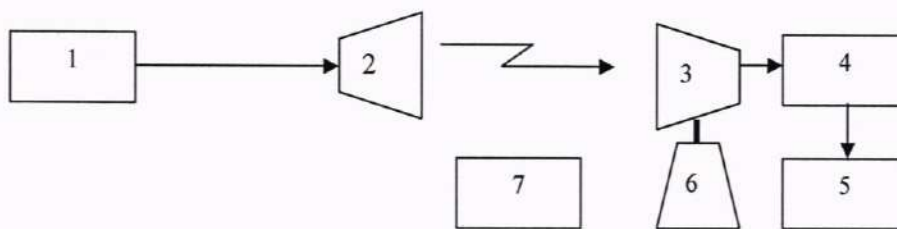
– на частотах  $f_1$ : 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,5; 4,0 ГГц при значении ППЭ в месте расположения ССД-1  $P_{\text{ЭТ}}^1 = 1 \text{ мкВт} \cdot \text{см}^{-2}$ ;

– на частоте  $f_2 = 2,0$  ГГц при значениях ППЭ в месте расположения ССД-1  $P_{\text{ЭТ}}^2$ : 0,03; 0,1; 0,6; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0  $\text{мкВт} \cdot \text{см}^{-2}$ ;

– на частотах  $f_3$  1,0 и 4,0 ГГц при значениях ППЭ в месте расположения ССД-1  $P_{\text{ЭТ}}^3$  0,03 и 3,0  $\text{мкВт} \cdot \text{см}^{-2}$ .

10.1.2 Для проведения измерений использовать схему в соответствии с рисунком 4.





- 1 – генератор сигналов из состава П1-9;  
 2 – излучатель из состава П1-9;  
 3 – эталонная антенна из состава П1-9 или антенный блок и блок приема и обработки сигнала (моноблок) ССД-1;  
 4 – преобразователь измерительный из состава П1-9;  
 5 – блок измерительный из состава П1-9;  
 6 – ОПУ;  
 7 – теодолит.

Рисунок 4 – Схема измерений при поверке ССД-1

10.1.3 В качестве излучателя использовать антенны из состава П1-9. Излучатель устанавливать в горизонтальной поляризации и ориентировать таким образом, чтобы направление распространения электромагнитной волны было параллельно оси ОПУ и направлено вдоль ОПУ.

10.1.4 Приборы и излучающие модули располагать в безэховой камере.

10.1.5 Подключить излучатель к выходному разъему генератора сигналов из состава П1-9.

10.1.6 Установить эталонную антенну из состава П1-9 на ОПУ так, чтобы ее апертура была на расстоянии  $d = (3 - 8)$  м от апертуры излучателя.

Расстояние  $d$  контролировать с помощью дальномера лазерного.

Поляризация и геометрическая ось эталонной антенны должна совпадать с поляризацией и осью излучающей антенны.

Подключить кабелем из состава П1-9 преобразователь измерительный из состава П1-9 к эталонной антенне из состава П1-9.

10.1.7 Установить на генераторе сигналов частоту измерений  $f_1$  (см. п. 10.1.1).

Подать с генератора сигналов СВЧ мощность  $P_{ген}^f = 1$  мВт. Добиться с помощью ОПУ максимального значения выходного сигнала с выхода эталонной антенны по показаниям на блоке измерительном.

Произвести отсчет  $P_3^f$ , в [мВт], на выходе эталонной антенны. Зафиксировать результат отсчета в рабочем журнале.

Выключить СВЧ мощность на генераторе сигналов.

10.1.8 Рассчитать значение ППЭ  $\Pi^f$ , в [мкВт·см<sup>-2</sup>], на апертуре эталонной антенны для всех установленных значений  $f_1$  по формуле (1):

$$\Pi^f = \frac{P_3^f}{S_3^f}, \quad (1)$$

где  $S_3^f$  – значения эффективной площади эталонной антенны из состава П1-9, в [см<sup>2</sup>], на частотах  $f_1$ , приведенные в эксплуатационном документе на П1-9;

$f$  – значение частоты  $f_1$  (см. п. 10.1.1), установленное на генераторе сигналов, в [ГГц];

$P_3^f$  – значение мощности, измеренное на выходе эталонной антенны, в [мВт].

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

10.1.9 Рассчитать калибровочный коэффициент  $K^f$ , в  $[\text{см}^{-2}]$ , для излучателя по формуле (2):

$$K^f = \frac{\Pi^f}{P_{\text{ген}}^f}. \quad (2)$$

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

10.1.10 Рассчитать значения мощности, устанавливаемые на выходе генератора сигналов  $P_{\text{ген}}^f$ , в [мВт], для получения на апертуре эталонной антенны значений ППЭ  $\Pi_{\text{эт}}^1$ ,  $\Pi_{\text{эт}}^2$  и  $\Pi_{\text{эт}}^3$  (см. п.10.1.1) по формуле (3):

$$P_{\text{ген}}^f = \frac{\Pi_{\text{эт}}^i}{K^f}, \quad (3)$$

где  $i = 1, 2, 3$ .

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

10.1.11 Выполнить операции п.п. 10.1.7 – 10.1.10 последовательно устанавливая на генераторе сигналов все значения частот, приведенные в п. 10.1.1.

Ориентацию эталонной антенны при этом не изменять.

Отсоединить эталонную антенну от преобразователя измерительного.

10.1.12 Установить ССД-1 на ОПУ так, что бы ее апертура была от апертуры излучателя на таком же расстоянии, как и эталонная антенна (см. п. 10.1.6).

Расстояние  $d$  контролировать с помощью дальномера лазерного.

Поляризация и геометрическая ось антенного блока ССД-1 должна совпадать с поляризацией и осью излучающей антенны.

Выполнить последовательно п.п. 8.3.2 – 8.3.7.

10.1.13 Последовательно устанавливая на генераторе сигналов частоты  $f_1$ ,  $f_2$  и  $f_3$  (см. п. 10.1.1) и соответствующие им значения  $P_{\text{ген}}^f$ , полученные п.п. 10.1.10 и 10.1.11, фиксировать значения ППЭ  $\Pi_{\text{изм}}^f$ , в [дБ (1 мВт·см<sup>-2</sup>)], измеренные ССД-1, в рабочем журнале.

10.1.14 Выполнить перерасчет измеренных значений ППЭ  $\Pi_{\text{изм}}^f$  в значения  $\Pi_{\text{изм}}^f$ , в [мВт·см<sup>-2</sup>], по формуле (4):

$$\Pi_{\text{изм}}^f = 10^{\Pi_{\text{изм}}^f / 10}. \quad (4)$$

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

10.1.15 Для всех значений  $\Pi_{\text{изм}}^f$  и  $\Pi_{\text{эт}}^i$  значения относительной погрешности измерений ППЭ ССД-1  $\delta_{\text{ППЭ}}$ , в [дБ], рассчитать по формуле (5):

$$\delta_{\text{ППЭ}} = 10 \cdot \lg \left( 1 + (\Pi_{\text{изм}}^f - \Pi_{\text{эт}}^i) / \Pi_{\text{эт}}^i \right), \quad (5)$$

где  $i = 1, 2, 3$ .

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

10.1.16 Результаты поверки считать положительными, если в диапазоне измерений ППЭ от  $3 \cdot 10^{-4}$  до  $3 \cdot 10^{-2}$  Вт·м<sup>-2</sup> на частотах в диапазоне от 1 до 4 ГГц все значения  $\delta_{\text{ППЭ}}$  находятся в пределах  $\pm 1,5$  дБ при значениях углов по азимуту и углу места равными 0 градусов.

В противном случае результаты проверки средства измерений считать отрицательными и последующие операции поверки не проводить.



## 10.2 Определение диапазона измерений направления на ИИ по азимуту и углу места и абсолютной погрешности измерений направления на ИИ по азимуту и углу места

10.2.1 Последовательно выполнить следующие операции.

10.2.1.1 Для проведения измерений использовать схему в соответствии с рисунком 4.

Установить теодолит электронный RGK T-02 (далее – теодолит T-02) на ОПУ на расстоянии  $d = (3 - 8)$  м от апертуры излучателя. Расстояние  $d$  контролировать с помощью дальномера лазерного.

10.2.1.2 Установить показания теодолита T-02 на центр апертуры излучателя равным 0 градусов.

10.2.1.3 Повернуть ОПУ на угол  $\varphi_{опу} = +5$  градусов по значениям на его лимбе вправо относительно направления на излучатель (угол поворота положительный).

Повернуть теодолит T-02 в исходное положение (измерительная ось теодолита T-02 и центр апертуры излучателя сопадали).

Измерить теодолитом T-02 значение угла  $\varphi_{теод}$ . Результат измерений зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.1.4 Повернуть ОПУ на угол  $\varphi_{опу} = -5$  градусов по значениям на его лимбе влево относительно направления на излучатель (угол поворота отрицательный).

Повернуть теодолит T-02 в исходное положение (измерительная ось теодолита T-02 и центр апертуры излучателя сопадали).

Измерить теодолитом T-02 значение угла  $\varphi_{теод}$ . Результат измерений зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.1.5 Последовательно поворачивая ОПУ вправо и влево относительно направления на излучатель на углы  $\varphi_{опу} : \pm 10$  градусов,  $\pm 15$  градусов,  $\pm 20$  градусов,  $\pm 25$  градусов,  $\pm 30$  градусов (вправо относительно направления на излучатель углы положительные, влево углы отрицательные) выполнить п.п. 10.2.1.3 и 10.2.1.4.

10.2.2 Для проведения измерений использовать схему в соответствии с рисунком 4.

10.2.3 Установить ССД-1 на ОПУ так, что бы ее апертура была на расстоянии  $d = (3 - 8)$  м от апертуры излучателя.

Расстояние  $d$  контролировать с помощью дальномера лазерного.

Поляризация и геометрическая ось антенного блока ССД-1 должна совпадать с поляризацией и осью излучающей антенны.

Выполнить последовательно п.п. 8.3.2 – 8.3.7.

10.2.4 Установить на генераторе сигналов частоту измерений  $f_1$  (см. п. 10.1.1).

Установить на выходе генератора сигналов такую СВЧ мощность, чтобы на апертуре антенного блока ССД-1 значение ППЭ было равным от  $0,4 \text{ мВт} \cdot \text{см}^{-2}$  до  $0,8 \text{ мВт} \cdot \text{см}^{-2}$  (от  $4 \cdot 10^{-3}$  до  $8 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ ) (см п. 10.1.14). Зафиксировать показания ССД-1.

10.2.5 Поворачивая ОПУ по азимуту на угол  $\varphi_{опу}$ , в [градусах], (вправо относительно направления на излучатель углы положительные, влево углы отрицательные):  $\pm 5$  градусов,  $\pm 10$  градусов,  $\pm 15$  градусов,  $\pm 20$  градусов,  $\pm 25$  градусов,  $\pm 30$  градусов. Значения установленного  $\varphi_{опу}$  записывать в графу «Азимут» в нижней строке главного окна ПО «Radioscan».

После перерасчета фиксировать показания направления (углы) на ИИ (излучатель) по азимуту (Изм. Азимут)  $\varphi_{ССД-1}$ , измеренные ССД-1, в нижней строке главного окна ПО «Radioscan». Результаты измерений фиксировать в рабочем журнале.



10.2.6 Вычислить абсолютную погрешность измерений направления на ИИ по азимуту  $\Delta_\varphi$ , в [градусах], по формуле (6):

$$\Delta_\varphi = \varphi_{\text{ССД-1}} - \varphi_{\text{теод}}, \quad (6)$$

где  $\varphi_{\text{теод}}$  – значения углов в гадусах измеренные теодолитом Т-02, полученные в п.п. 10.2.1.3 – 10.2.1.5.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.7 Для выполнения измерений для определения абсолютной погрешности по углу места повернуть ССД-1 вокруг своей оси на угол 90 градусов. Установить ССД-1 на ОПУ так, что бы ее апертура была на расстоянии  $d = (3 - 8)$  м от апертуры излучателя.

Расстояние  $d$  контролировать с помощью дальномера лазерного.

Поляризация и геометрическая ось антенного блока ССД-1 должна совпадать с поляризацией и осью излучающей антенны.

Выполнить последовательно п.п. 8.3.2 – 8.3.7.

10.2.8 Установить на генераторе сигналов частоту измерений  $f_1$  (см. п. 10.1.1).

Установить на выходе генератора сигналов такую СВЧ мощность, чтобы на апертуре антенного блока ССД-1 значение ППЭ было равным от  $0,4 \text{ мВт} \cdot \text{см}^{-2}$  до  $0,8 \text{ мВт} \cdot \text{см}^{-2}$  (от  $4 \cdot 10^{-3}$  до  $8 \cdot 10^{-3} \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ ) (см п. 10.1.14). Зафиксировать показания ССД-1.

10.2.9 Перемещать ОПУ по азимуту на угол  $\varphi_{\text{опу}}$ , в [градусах], (вправо относительно направления на излучатель углы положительные, влево отрицательные):  $\pm 5$  градусов,  $\pm 10$  градусов,  $\pm 15$  градусов,  $\pm 20$  градусов,  $\pm 26$  градусов. Значения установленного  $\varphi_{\text{опу}}$  записывать в графу «Наклон» в нижней строке главного окна ПО «Radioscan».

После перерасчета фиксировать показания направления (углы) на ИИ (излучатель) по углу места (Изм. Наклон)  $\beta_{\text{ССД-1}}$ , в [градусах], измеренные ССД-1, в нижней строке главного окна ПО «Radioscan». Результаты измерений фиксировать в рабочем журнале.

10.2.10 Вычислить абсолютную погрешность измерений направления на ИИ по улу места  $\Delta_\beta$ , в [градусах], по формуле (7):

$$\Delta_\beta = \beta_{\text{ССД-1}} - \varphi_{\text{теод}}. \quad (7)$$

где  $\varphi_{\text{теод}}$  – значения углов в гадусах измеренные теодолитом Т-02, полученные в п.п. 10.2.1.3 – 10.2.1.5.

Результаты вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

10.2.11 Результаты испытаний считать положительными, если в диапазоне измерений направления на ИИ по азимуту от минус 30,0 градусов до плюс 30,0 значения  $\Delta_\varphi$  находятся в пределах  $\pm 5,0$  градусов и диапазоне измерений направления на ИИ по углу места минус 26,0 градусов до плюс 26,0 градусов значения  $\Delta_\beta$  находятся в пределах  $\pm 5,0$  градусов.

В противном случае результаты проверки средства измерений считать отрицательными.



## 11 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

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


11.2 При положительных результатах поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) по заявлению владельца пробника, или лица, предъявившего его на поверку, на ССД-1 наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт ССД-1 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.


11.3 ССД-1 с отрицательными результатами поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) в обращение не допускается и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин непригодности.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 132 ФГУП «ВНИИФТРИ»



О.В.Каминский



С.А. Колотыгин