

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора - заместитель по научной работе
ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

04 _____ 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Измерители
плотности потока энергии
NRPM-ОТА**

**МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
1425.8663.02-05 МП**

р.п. Менделеево
2020 г.

Содержание

1	Вводная часть.....	3
2	Операции поверки.....	3
3	Средства поверки.....	4
4	Требования к квалификации поверителей.....	4
5	Требования безопасности.....	4
6	Условия поверки.....	4
7	Подготовка к проведению поверки.....	4
8	Проведение поверки.....	5
8.1	Внешний осмотр.....	5
8.2	Опробование и проверка идентификационных данных (признаков) программного обеспечения	5
8.3	Определение относительной погрешности измерений плотности потока энергии	8
9	Оформление результатов поверки.....	10

1 ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Настоящая методика поверки (далее – МП) устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок измерителей плотности потока энергии NRPM-ОТА (далее – измерители NRPM-ОТА), изготавливаемых «Rohde&Schwarz GmbH & Co. KG», Германия.

Первичной поверке подлежат измерители NRPM-ОТА до ввода в эксплуатацию и выходящие из ремонта.

Периодической поверке подлежат измерители NRPM-ОТА, находящиеся в эксплуатации и на хранении.

1.2 Интервал между поверками 1 (один) год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки измерителей NRPM-ОТА должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Пункт МП	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	+	+
Опробование и проверка идентификационных данных (признаков) программного обеспечения	8.2	+	+
Определение относительной погрешности измерений плотности потока энергии	8.3	+	+

2.1 Допускается проведение поверки измерителей NRPM-ОТА с неполным составом антенных модулей и на сокращенном диапазоне частот, которые используются при эксплуатации по соответствующим пунктам настоящей методики поверки.

Соответствующая запись должна быть сделана в эксплуатационных документах и свидетельстве о поверке.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки измерителей NRPM-ОТА должны быть применены средства измерений, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Пункт МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
8.3	Государственный первичный эталон единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот (0,3-178,0) ГГц ГЭТ160-2006

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

3.3 Средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

3.4 При поверке использовать персональный компьютер (далее – ПК), удовлетворяющий следующим требованиям:

- операционная система Windows Microsoft;
- процессор с тактовой частотой не менее 2 ГГц
- оперативное запоминающее устройство 4 Гбайт;
- не менее 100 Мбайт свободного места на накопительном жестком диске;
- разрешение экрана не менее 1024 на 768;
- не менее одного свободного порта USB 2.0 (3.0);
- установлен драйвер, поддерживающий функции передачи данных (I/O) (программная библиотека R&S VISA);
- установлен набор инструментов R&S NRP Toolkit, в том числе визуализатор мощности R&S Power Viewer.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка должна осуществляться лицами со среднетехническим или высшим техническим образованием, аттестованными в качестве поверителей в области радиотехнических измерений в установленном порядке и имеющим квалификационную группу электробезопасности не ниже второй.

4.2 Перед проведением поверки поверитель должен предварительно ознакомиться с документом «Измеритель плотности потока энергии NRPM-ОТА. Руководство по эксплуатации 1425.8663.02–05 РЭ» (далее – 1425.8663.02–05 РЭ).

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, регламентируемые Межотраслевыми правилами по охране труда (правила безопасности) ПОТ Р М-016-2001, РД 153-34.0-03.150-00, а также требования безопасности, приведённые в 1425.8663.02–05 РЭ и эксплуатационной документации на средства поверки.

5.2 Средства поверки должны быть надежно заземлены в соответствии с документацией.

5.3 Размещение и подключение измерительных приборов разрешается производить только при выключенном питании.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %;
- атмосферное давление от 630 до 795 мм рт. ст.

7 ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ ПОВЕРКИ

7.1 Перед проведением операций поверки необходимо произвести подготовительные работы, оговоренные в РЭ на измерители NRPM-ОТА и в руководствах по эксплуатации применяемых средств поверки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 Внешний осмотр измерителя NRPM-ОТА проводить визуально без вскрытия. При этом необходимо проверить:

- комплектность, маркировку и пломбировку согласно эксплуатационной документации;
- отсутствие видимых механических повреждений антенного модуля NRPM-A90, антенного модуля NRPM-A90D, модуля кабельного ввода NRPM-ZD3, модуля интерфейсов NRPM-Z3, модуля кабельного ввода R&S NRPM-ZD3 и модуля датчика NRPM3, входящих в комплект поставки измерителя NRPM-ОТА;

- чистоту и исправность разъемов на всех устройствах, входящих в комплект поставки испытуемого измерителя NRPM-ОТА;

- состояние соединительных кабелей, входящих в комплект поставки;
- прочность крепления элементов конструкции антенного модуля NRPM-A90;
- прочность крепления элементов конструкции антенного модуля NRPM-A90D.

8.1.2 Результат внешнего осмотра считать положительным, если:

- комплектность соответствует разделу 1.3 документа 1425.8663.02–05 РЭ;
- заводские номера модулей на их корпусе, соответствуют заводским номерам в разделе 1.3 1425.8663.02–05 РЭ;

- маркировка и пломбировка соответствуют п. 1.6 1425.8663.02–05 РЭ;

- разъемы всех модулей и кабелей целы и чисты;

- соединительные кабели, входящих в комплект поставки, не имеют механических повреждений.

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

8.2 Опробование и проверка идентификационных данных (признаков) программного обеспечения

8.2.1 Извлечь транспортные заглушки антенного модуля NRPM-A90 (антенного модуля NRPM-A90D), модуля датчика NRPM3, модуля кабельного ввода NRPM-ZD3, модуля интерфейсов NRPM-Z3.

8.2.2 Установить на используемый в ходе испытаний ПК драйвер, поддерживающий функции передачи данных (I/O) (программная библиотека R&S VISA), и набор инструментов R&S NRP Toolkit, в том числе визуализатор мощности R&S Power Viewer.

8.2.3 Собрать измеритель NRPM-ОТА в соответствии с рисунком 1. Для чего выполнить следующие операции:

- подсоединить антенный модуль NRPM-A90 (или NRPM-A90D) к модулю интерфейсов NRPM-Z3 через модуль кабельного ввода NRPM-ZD3;
 - подсоединить модуль интерфейса NRPM-Z3 к модулю датчика NRPM3;
 - подсоединить модуль датчика NRPM3 к ПК с помощью кабеля NRP-ZKU.
- Присоединить измеритель NRPM-ОТА к компьютеру.

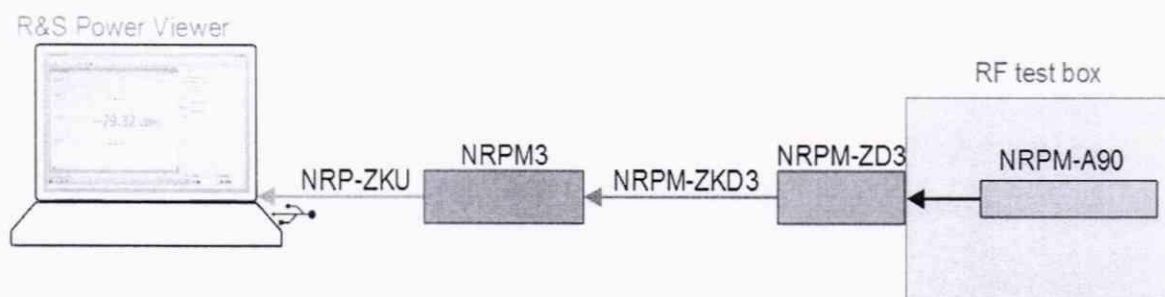


Рисунок 1

8.2.4 Включить питание ПК, загорание зеленого светодиодного индикатора состояния датчика NRPM3 означает готовность измерителя NRPM-ОТА к работе.

8.2.5 Запустить на ПК программу R&S Power Viewer и на экране ПК наблюдать окно измерений (виртуальную панель управления) (рисунок 2).

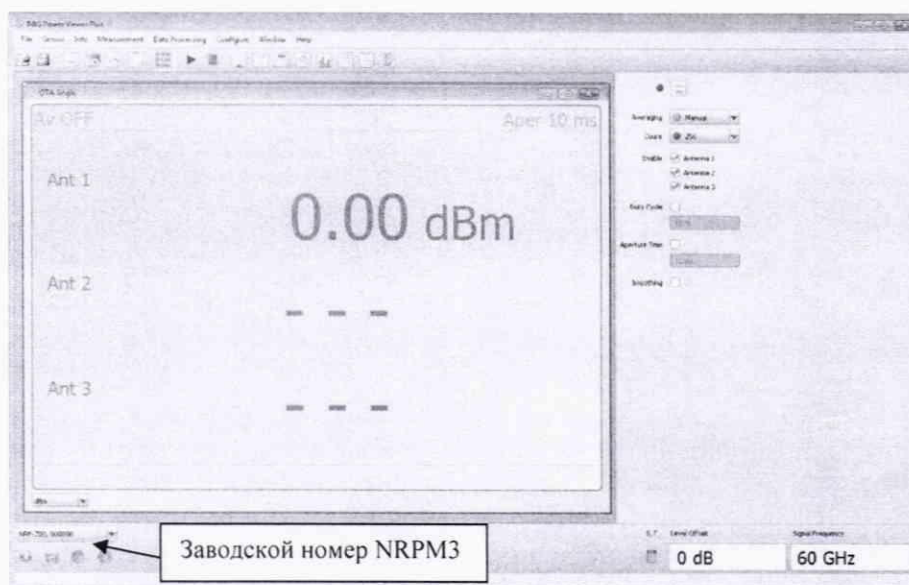


Рисунок 2

8.2.6 В появившемся окне измерений наблюдать (см. рисунок 2) заводской номер подключенного модуля датчика NRPM3, результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.7 Для просмотра идентификационного наименования ПО и его версии нажать клавиши Ctrl+A, наблюдать окно, приведенное на рисунке 3.

Результаты просмотра идентификационных данных ПО зафиксировать в рабочем журнале.

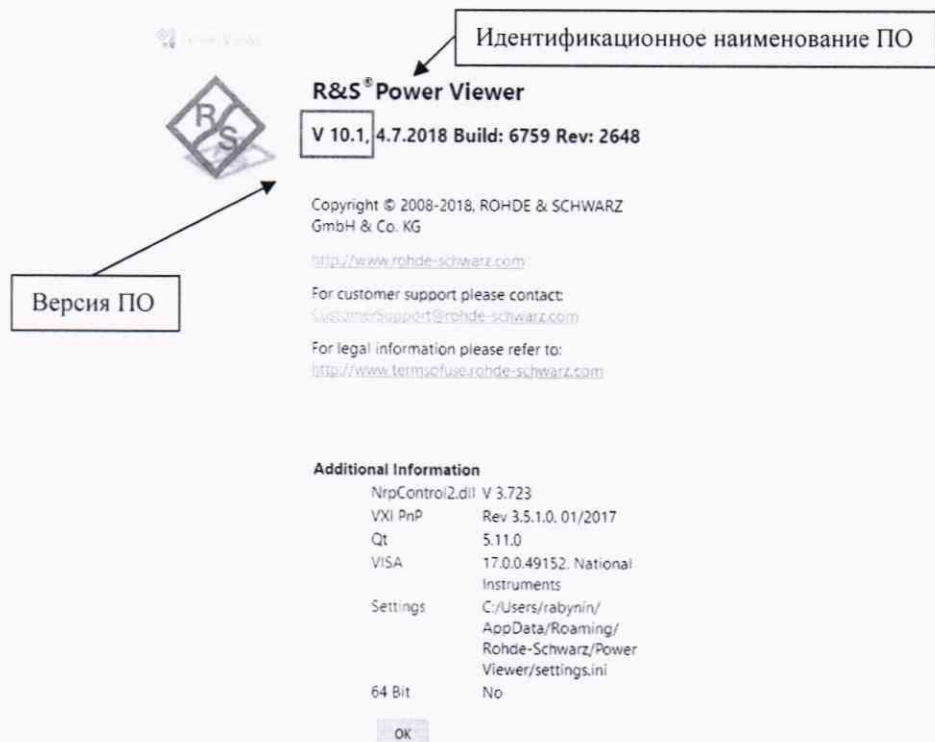


Рисунок 3


8.2.8 Результаты проверки идентификационных данных (признаков) ПО считать положительными, если:

- заводской номер на корпусе модуля датчика NRPM3 совпадает с заводским номером, полученным в п. 8.2.6.
- идентификационные данные, полученные в п. 8.2.7:
 - идентификационное наименование ПО: **R&S Power Viewer**;
 - версия ПО: **V 10.1 и выше**.

В противном случае результаты проверки идентификационных данных (признаков) программного обеспечения считать отрицательными и дальнейшие операции проверки не проводить.

8.2.9 Перейти к исходной виртуальной панели управления.

Последовательно выполнить следующие операции:

- в нижней части виртуальной панели управления выбрать модуль датчика;
- в правой части в виртуальной панели управления выбрать модули антенны, используемые при измерениях;
 - задать параметры для конфигурации измерений плотности потока энергии (далее – ППЭ) в дБ относительно 1 Вт/м² (для чего следует открыть меню программы PowerWiever Configure – Preferences – Debug и задать следующие команды:
 - otasingle.cmd=SENSe:CHAnnel:ENABle 1
 - otasingle.cmd=CALC:MATH "PDEN").
 - установить в «Signal Frequency» значение «60 GHz»;
 - нажмите виртуальную кнопку установки нуля «Zeroing»;
 - запустите измерения, нажав виртуальную кнопку .

Наблюдать изменяющиеся показания на экране ПК.

После установки нуля показания прибора не должны превышать «-30 dBm».

Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.10 Результаты опробования в считать положительными, если:

– измеритель NRPM-ОТА собран в соответствии с рисунком 1;

– после включения питания ПК светодиодный индикатор состояния модулю датчика

NRPM3 имеет зеленый цвет;

– заводской номер NRPM3 на экране ПК соответствует номеру на его корпусе;

– результаты проверки идентификационных данных (признаков) программного обеспечения положительные;

– заводской номер NRPM3 на экране ПК соответствует номеру на его корпусе;

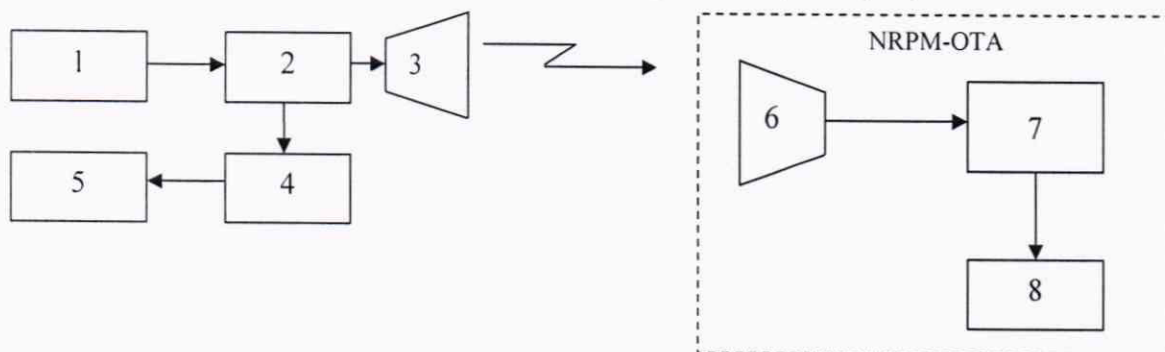
– после выполнения команды «установка нуля» показания измерителя NRPM-ОТА не более «-30 dBm».

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

8.3 Определение относительной погрешности измерений плотности потока энергии

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений ППЭ проводить на частотах f : 18,0; 20,0; 25,86; 30,00; 37,50; 40,0; 44,00; 53,57; 60,00; 65,00; 70,00; 75,00; 78,33; 80,00; 90,00 ГГц и ППЭ в месте расположения антенного модуля поверяемого измерителя NRPM-ОТА от 5 до 20 мкВт·см⁻².

8.3.2 Для проведения измерений собрать схему, приведенную на рисунке 4.



1 – генератор сигналов из состава ГЭТ 160-2006

2 – ответвитель

3 – излучатель из состава ГЭТ 160-2006

4 – приемный преобразователь из состава ГЭТ 160-2006

5 – измеритель мощности из состава ГЭТ 160-2006

6 – антенный модуль NRPM-A90 (NRPM-A90D)

7 – датчик NRPM3

8 – ПК

NRPM-ОТА – испытываемый измеритель NRPM-ОТА, собранный в соответствии с п. 2.4.2

Рисунок 4

В качестве излучателя использовать антенны из состава Государственного первичного эталона единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот (0,3-178,0) ГГц ГЭТ160-2006 (далее – ГЭТ 160-2006).

В зависимости от частоты, на которой будут проводиться измерения, антенны и испытательное оборудование выбирать в соответствии с таблицей 3.

Наблюдать изменяющиеся показания на экране ПК.

После установки нуля показания прибора не должны превышать «-60 dBm».

Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.10 Результаты опробования в считать положительными, если:

– измеритель NRPM-ОТА собран в соответствии с рисунком 1;

– после включения питания ПК светодиодный индикатор состояния модулю датчика

NRPMЗ имеет зеленый цвет;

– заводской номер NRPMЗ на экране ПК соответствует номеру на его корпусе;

– результаты проверки идентификационных данных (признаков) программного обеспечения положительные;

– заводской номер NRPMЗ на экране ПК соответствует номеру на его корпусе;

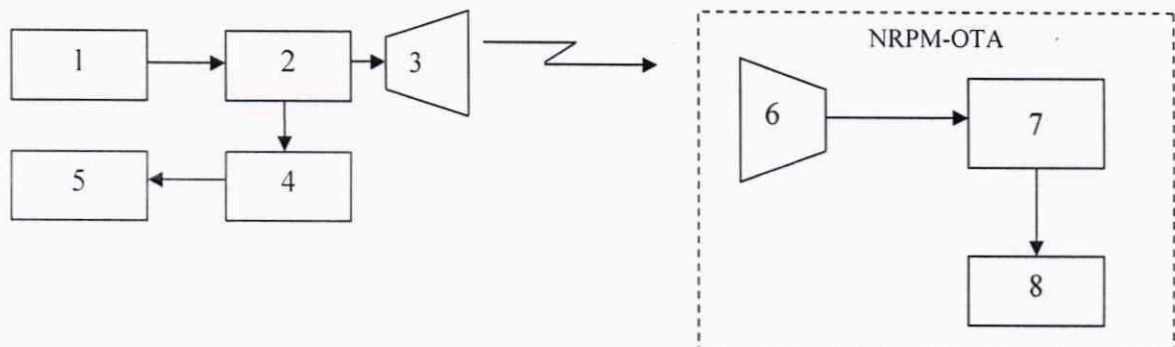
– после выполнения команды «установка нуля» показания измерителя NRPM-ОТА не более «-60 dBm».

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

8.3 Определение относительной погрешности измерений плотности потока энергии

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений ППЭ проводить на частотах f : 18,0; 20,0; 25,86; 30,00; 37,50; 40,0; 44,00; 53,57; 60,00; 65,00; 70,00; 75,00; 78,33; 80,00; 90,00 ГГц и ППЭ в месте расположения антенного модуля поверяемого измерителя NRPM-ОТА от 5 до 20 мкВт·см⁻².

8.3.2 Для проведения измерений собрать схему, приведенную на рисунке 4.



1 – генератор сигналов из состава ГЭТ 160-2006

2 – ответвитель

3 – излучатель из состава ГЭТ 160-2006

4 – приемный преобразователь из состава ГЭТ 160-2006

5 – измеритель мощности из состава ГЭТ 160-2006

6 – антенный модуль NRPM-A90 (NRPM-A90D)

7 – датчик NRPMЗ

8 – ПК

NRPM-ОТА – испытываемый измеритель NRPM-ОТА, собранный в соответствии с п. 2.4.2

Рисунок 4

В качестве излучателя использовать антенны из состава Государственного первичного эталона единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот (0,3-178,0) ГГц ГЭТ160-2006 (далее – ГЭТ 160-2006).

В зависимости от частоты, на которой будут проводиться измерения, антенны и испытательное оборудование выбирать в соответствии с таблицей 3.

Наблюдать изменяющиеся показания на экране ПК.

После установки нуля показания прибора не должны превышать «-60 dBm».

Результат наблюдения зафиксировать в рабочем журнале.

8.2.10 Результаты опробования в считать положительными, если:

– измеритель NRPM-ОТА собран в соответствии с рисунком 1;

– после включения питания ПК светодиодный индикатор состояния модуля датчика NRPM3 имеет зеленый цвет;

– заводской номер NRPM3 на экране ПК соответствует номеру на его корпусе;

– результаты проверки идентификационных данных (признаков) программного обеспечения положительные;

– заводской номер NRPM3 на экране ПК соответствует номеру на его корпусе;

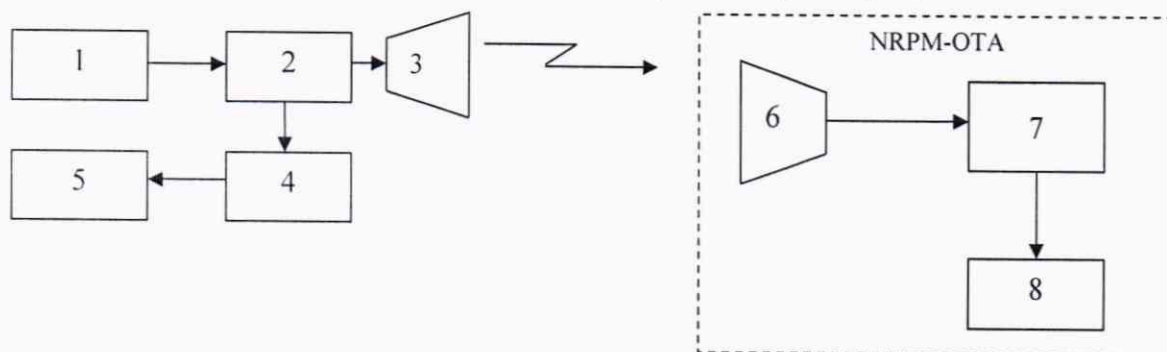
– после выполнения команды «установка нуля» показания измерителя NRPM-ОТА не более «-60 dBm».

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

8.3 Определение относительной погрешности измерений плотности потока энергии

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений ППЭ проводить на частотах f : 18,0; 20,0; 25,86; 30,00; 37,50; 40,0; 44,00; 53,57; 60,00; 65,00; 70,00; 75,00; 78,33; 80,00; 90,00 ГГц и ППЭ в месте расположения антенного модуля поверяемого измерителя NRPM-ОТА от 5 до 20 мкВт·см⁻².

8.3.2 Для проведения измерений собрать схему, приведенную на рисунке 4.



1 – генератор сигналов из состава ГЭТ 160-2006

2 – ответвитель

3 – излучатель из состава ГЭТ 160-2006

4 – приемный преобразователь из состава ГЭТ 160-2006

5 – измеритель мощности из состава ГЭТ 160-2006

6 – антенный модуль NRPM-А90 (NRPM-А90D)

7 – датчик NRPM3

8 – ПК

NRPM-ОТА – испытываемый измеритель NRPM-ОТА, собранный в соответствии с п. 2.4.2

Рисунок 4

В качестве излучателя использовать антенны из состава Государственного первичного эталона единицы плотности потока энергии электромагнитного поля в диапазоне частот (0,3-178,0) ГГц ГЭТ160-2006 (далее – ГЭТ 160-2006).

В зависимости от частоты, на которой будут проводиться измерения, антенны и испытательное оборудование выбирать в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3

Диапазон частот, ГГц	Генератор сигналов	Излучатель	Измеритель мощности	Приемный преобразователь
от 18 до 25,86 ГГц включ.	Г4-155	П6-30/1	М3-22А	М5-44
от 26,5 до 37,5 ГГц включ.	Г4-156	П6-10А	М3-22А	М5-45
от 39,0 до 53,57 ГГц включ.	Г4-141	ДУЛ.2.Э008.000	М3-22А	М5-49
от 54,0 до 78,33 ГГц включ.	Г4-142	ДУЛ.2.Э008.000-01	М3-22А	М5-50
от 80,0 до 90,0 ГГц включ.	РГ4-14	ДУЛ.2.Э008.001	Я2М-66	ПП-12

Антенный модуль измерителя NRPM-ОТА устанавливать так, чтобы центр антенны находился в центре апертуры излучателя.

Все измерения проводить при расстоянии между излучателем и фазовым центром антенного модуля NRPM-A90 равным 100 см.

8.3.3 Включить питание ПК, загорание зеленого светодиодного индикатора состояния датчика NRPM3 означает готовность поверяемого измерителя NRPM-ОТА к работе.

Запустить на ПК программу R&S Power Viewer Plus и на экране ПК наблюдать виртуальную панель управления (рисунок 2).

Установить в открывшемся окне режим измерений ППЭ в дБ ($1 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$) (для чего следует открыть меню программы PowerViewer Configure – Preferences – Debug и задать следующие команды:

`otasingle.cmd=SENSe:CHAnnel1:ENABle 1`

`otasingle.cmd=CALC:MATH "PDEN").`

8.3.4 Включить генератор сигналов, измеритель мощности, установить на генераторе сигналов частоту измерений и уровень ППЭ в соответствии с п. 8.3.1.

8.3.5 С помощью опорно-поворотного устройства добиться максимального значения принимаемого сигнала (по показаниям на ПК в окне индикации) поверяемым измерителем NRPM-ОТА, определяемого ориентацией антенного модуля NRPM-A90 (NRPM-A90D) относительно падающей волны от излучателя.

8.3.6 Одновременно произвести отсчет и зарегистрировать в рабочем журнале:

– показания поверяемого измерителя NRPM-ОТА $\Pi_A(f_i)$, в дБ ($1 \text{ Вт} \cdot \text{см}^{-2}$);

– показания измерителя мощности в боковом плече ответвителя на входе излучателя $P_3(f_i)$, в мВт.

8.3.7 Рассчитать значение ППЭ эталонного $\Pi_3(f_i)$ по формуле:

$$\Pi_3(f_i) = K_3(f_i) \cdot P_3(f_i), \quad (1)$$

где $K_3(f_i)$ – коэффициент калибровки излучающего модуля в см^{-2} .

Результат вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

8.3.8 Рассчитать эталонное значение ППЭ в дБ ($1 \text{ мкВт} \cdot \text{см}^{-2}$) по формуле:

$$\Pi_{\text{ЭОБ}}(f_i) = 10 \cdot \lg(\Pi_3(f_i)).$$

8.3.9 Для всех полученных $P_{\text{ЭдБ}}(f_i)$ и $P_A(f_i)$ вычислить значения относительной погрешности измерений ППЭ $\delta_{\text{ППЭ}}$, в дБ, по формуле:

$$\delta_{\text{ППЭ}} = P_A(f_i) - P_{\text{ЭдБ}}(f_i). \quad (2)$$

Результат вычислений зафиксировать в рабочем журнале.

8.3.10 Результаты поверки считать положительными, если значения $\delta_{\text{ППЭ}}$ находятся:

- для антенного модуля NRPM-A90 в пределах $\pm 1,0$ дБ;
- для антенного модуля NRPM-A90 D в пределах $\pm 1,3$ дБ.

В противном случае результаты поверки считать отрицательными.

9 ФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Измеритель NRPM-ОТА признается годным, в комплекте с антеннами модулями, для которых все результаты поверки положительные.

9.2 На измеритель NRPM-ОТА, который признан годным, выдается свидетельство о поверке по установленной форме с указанием антенного модуля и модуля датчика (наименование, заводской номер).

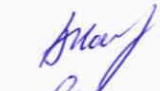

Знак поверки наносить в виде наклейки или оттиска клейма поверителя на свидетельство о поверке.

9.3 При выполнении сокращенной поверки (на основании решения или заявки на проведение поверки, эксплуатирующей организации) в свидетельстве о поверке указывать диапазон частот на котором выполнена поверка.

9.4 При отрицательных результатах поверки измеритель NRPM-ОТА к применению не допускается и на него выдается извещение о непригодности с указанием причин забракования.

Начальник НИО-1 ФГУП «ВНИИФТРИ»

Начальник лаборатории 132 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 О.В.Каминский
 С.А. Колотыгин