



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

А. Д. Меньшиков

«29» августа 2025 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

БЛОКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ВАТТМЕТРОВ Е4417А

Методика поверки

РТ-МП-1351-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки блоков измерительных ваттметров Е4417А (далее по тексту – блоков), используемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает порядок проведения первичной и периодических поверок.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается:

- передача единицы частоты в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 1-2022;

- передача единицы мощности электромагнитных колебаний в волноводных и коаксиальных трактах в диапазоне частот от 0,03 до 37,5 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461, подтверждающей прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 26-2010.

При определении метрологических характеристик используется метод прямых измерений.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Подтверждаемые метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты опорного генератора	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$
Номинальное значение выходной мощности встроенного калибратора переменного тока частотой 50 МГц, мВт	1,0
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки выходной мощности сигнала калибратора, мВт	$\pm 0,012$

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
1	2	3	4
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	10

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора	Да	Да	10.1
Определение абсолютной погрешности установки выходной мощности встроенного калибратора	Да	Да	10.2

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться условия, установленные в ГОСТ 8.395-80 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования» и в технической документации на блок и средства поверки.

- температура окружающей среды, °С.....от 18 до 28
- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускают специалистов, имеющих необходимую квалификацию, изучивших настоящую методику поверки и эксплуатационную документацию на блок и используемые средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки (эталон, средства измерений и вспомогательные технические средства), указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 18 °С до плюс 28 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с погрешностью ± 5 %	Термогигрометры UNITESS THB 1, рег. № 70481-18
10.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора	Эталон единицы частоты и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 3 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта № 2360 от 26.09.2022, частота 10 МГц	Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RG, рег. № 70172-18
	Средство измерений частоты синусоидального сигнала 10 МГц	Частотомер универсальный CNT-90, рег. № 41567-09

Продолжение таблицы 3

1	2	3
10.2 Определение абсолютной погрешности выходной мощности встроенного калибратора	Эталоны единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений, соответствующие требованиям к рабочим эталонам не ниже 2 разряда в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3461 на частоте 50 МГц	Ваттметры поглощаемой мощности СВЧ NRP18T, рег.№ 69958-17
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного 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 Межгосударственного стандарта 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 поверяемого блока и средств поверки.

6.2 К проведению поверки допускаются специалисты, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Межгосударственный стандарт. Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия. с Изменением №1» и ГОСТ IEC 61010-1-2014 «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 Средства поверки должны иметь защитное заземление.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие блоков следующим требованиям:

- внешний вид блоков должен соответствовать фотографиям, приведённым в руководстве по эксплуатации;

- наличие пломб от несанкционированного доступа, установленных в местах согласно руководству по эксплуатации.

- тип коаксиального соединителя выхода калибратора, должен иметь тип – N «розетка»
- наружная поверхность блока не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на его работу;

- разъемы блока должны быть чистыми, без механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) и заусениц на контактных и токонесущих поверхностях;

- комплектность блока должна соответствовать указанной в технической документации изготовителя.

7.2 Результат проверки считается положительным, если выполняются требования п. 7.1.

В случае выявления несоответствий по п. 7.1 результаты внешнего осмотра считать отрицательными, дальнейшие операции поверки не производить.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Контроль условий поверки

Выполнить контроль условий окружающей среды.

Результаты измерений температуры и относительной влажности в помещении должны находиться в пределах, указанных в разделе 3. В случае выявления несоответствий поверка блока приостанавливается до выполнения условий, указанных в разделе 3.

8.2 Подготовка к работе и опробование

Перед проведением операций поверки необходимо выполнить подготовительные работы, установленные в руководствах по эксплуатации на блок и применяемые средства поверки.

Опробование блока выполнить в следующей последовательности.

- Разместить блок на рабочем месте, обеспечив удобство работы и условия естественной вентиляции.

- Подключить блок к сети питания, включить согласно руководству по эксплуатации (далее – РЭ).

- Нажать клавишу «Preset» на передней панели блока и в открывшемся меню при помощи функциональных клавиш с правой стороны индикаторного экрана выбрать пункт «Confirm».

- Провести процедуру автоматического тестирования блока:

- нажать клавишу «System» на передней панели блока;

- в открывшемся меню при помощи функциональных клавиш с правой стороны индикаторного экрана выбрать пункт «More», затем «Service», после выбрать пункт «Self Test»;

- запустить автоматическое тестирование блока с помощью функциональной клавиши «Instrument Self Test».

- Убедиться в возможности установки режимов измерений и настройки основных параметров и режимов работы блока согласно РЭ.

- Проверить возможность переключения блока в режимы коррекции нелинейности. Для этого:

- нажать клавишу «System» на передней панели блока, в открывшемся меню при помощи функциональных клавиш с правой стороны индикаторного экрана выбрать «Tables», затем «Linearity», далее «Atyp», а затем «Dtyp».

Результат опробования считать положительным, если:

- устанавливаются все режимы коррекции нелинейности;

- в отображаемой на индикаторном экране таблице результатов тестирования отсутствуют строки с надписью «Failed»;

- установки режимов измерений и настройки основных параметров на индикаторном экране блока не отображается сообщение об ошибке или сбое.

В противном случае результаты поверки по пункту опробование считать отрицательными и последующие операции испытаний не проводить.

9 Проверка программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения блока осуществляется путем вывода на дисплей информации о версии программного обеспечения (ПО).

Для этого нажать клавишу «System» на передней панели блока, в открывшемся меню выбрать пункт «More», далее «Service», затем «Version».

При этом на дисплее блока в строке «Main F/W Rev» будет отображаться версия ПО.

Результаты считать положительными, если версия программного обеспечения соответствует данным, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Power Meter Firmware Upgrade
Номер версии (идентификационный номер) ПО, не ниже	A2.05.03

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора

Определение относительной погрешности установки частоты опорного генератора блока проводить в следующей последовательности.

- Подключить блок к сети питания.
- Собрать схему, представленную на рисунке 1

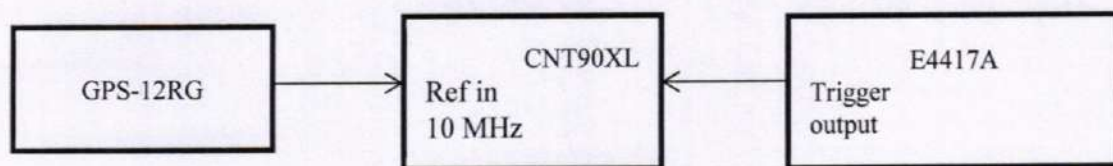


Рисунок 1 – Структурная схема соединения СИ для определения относительной погрешности установки частоты опорного генератора

- Включить блок согласно РЭ.
- Нажать клавишу «Preset» на передней панели блока и в открывшемся меню при помощи функциональных клавиш с правой стороны индикаторного экрана выбрать пункт «Confirm».
- Установить режим выдачи сигнала 10 МГц опорного генератора на выходе «Trigger Output». Для этого нажать на клавишу «More» на передней панели блока, затем в открывшемся меню выбрать пункт «Time Base», затем «Enable 10 MHz».
- Измерить частоту выходного сигнала опорного генератора $F_{изм}$, МГц, с помощью частотомера электронно-счетного CNT90XL. Рассчитать относительную погрешность установки частоты δ по формуле

$$\delta = \frac{F_{ном} - F_{изм}}{F_{ном}}, \quad (1)$$

где $F_{ном}$ - Номинальное значение частоты опорного генератора равно 10 МГц

- Зафиксировать результаты измерений

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если значение относительной погрешности частоты опорного генератора находится в пределах $\pm 1 \cdot 10^{-4}$.

10.2 Определение абсолютной погрешности установки выходной мощности встроенного калибратора

Определение действительного значения установки выходной мощности встроенного калибратора блока проводить в следующей последовательности.

- Собрать схему, представленную на рисунке 2

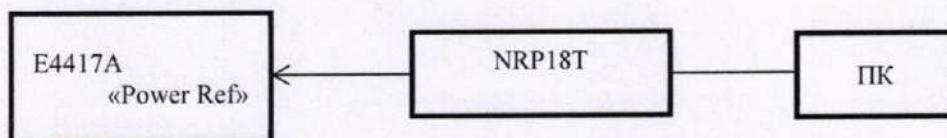


Рисунок 2 - Структурная схема соединения СИ для определения действительного значения установки выходной мощности встроенного калибратора блока

- Ваттметр поглощаемой мощности NRP18T подключить к выходу калибратора «Power

- Ref»
- Установить на нем частоту 50 МГц
 - На блоке последовательно нажать кнопки PRESET/LOCAL, затем Confirm, Zero/Cal, Cal. More, Power Ref Off.
 - Ваттметром поглощаемой мощности NRP18T измерить значение мощности P_0 , мВт, при выключенном калибраторе.
 - Включить калибратор блока, нажимая кнопки Power Ref - On (рядом с выходом калибратора должен загореться индикатор), ваттметром поглощаемой мощности NRP18T измерить мощность P_1 , мВт.
 - Выключить калибратор мощности блока, и через 30 с ваттметром поглощаемой мощности NRP18T измерить мощность P_2 , мВт.
 - Вычислить действительное значение выходной мощности $P_{изм}$, мВт, калибратора блока по формуле

$$P_{изм} = P_1 - \frac{P_0 + P_2}{2}. \quad (2)$$

- Зафиксировать результаты измерений $P_{изм}$
- Вычислить абсолютную погрешность выходной мощности встроенного калибратора по формуле

$$\Delta = P_{ном} - P_{изм}, \quad (3)$$

где $P_{ном}$ – номинальное значение выходной мощности встроенного калибратора равное 1 мВт.

4.4.5 Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если абсолютная погрешность мощности калибратора находится в пределах $\pm 0,012$ мВт.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты проверки внешнего осмотра, опробования, условий поверки и окончательные результаты измерений (расчетов), полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах и объеме проведенной поверки средства измерений в целях ее 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 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, при отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. Н. Гольшак

Инженер по метрологии II категории
лаборатории № 441 ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. С. Кучеренко