



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

«07» июля 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ИЗМЕРИТЕЛИ ПИКОВОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ АКМЕТЕХ АТ87234

Методика поверки

РТ-МП-990-441-2025

г. Москва
2025 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки измерителей пиковой и средней мощности АКМЕТЕХ АТ87234 (далее по тексту – измерители), 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 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, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ26-2010;

- единицы мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 118,1 ГГц в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 09 ноября 2022 г. № 2813, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 167-2021.

Для определения 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
1	2
КСВН входа в диапазоне частот, не более:	
- модификация АТ87234D	
от 0,05 до 2 ГГц включ.	1,20
св. 2 до 18 ГГц	1,26
- модификация АТ87234Е	
от 0,05 до 2 ГГц включ.	1,20
св. 2 до 18 ГГц включ.	1,26
св. 18 до 26,5 ГГц	1,35
- модификация АТ87234F	
от 0,05 до 2 ГГц включ.	1,20
св. 2 до 18 ГГц включ.	1,26
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	1,35
св. 26,5 до 40 ГГц	1,50
- модификация АТ87234L	
от 0,5 до 2 ГГц включ.	1,20
св. 2 до 18 ГГц включ.	1,26
св. 18 до 26,5 ГГц включ.	1,35
св. 26,5 до 40 ГГц включ.	1,50
св. 40 до 50 ГГц включ.	1,70

Продолжение таблицы 1

1		2
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений на опорном уровне мощности 1 мВт, %, в диапазоне частот: - модификация АТ87234D от 0,05 до 10 ГГц включ. св. 10 до 18 ГГц - модификация АТ87234Е от 0,05 до 1 ГГц включ. св. 1 до 18 ГГц включ. св. 18 до 26,5 ГГц - модификация АТ87234F от 0,05 до 1 ГГц включ. св. 1 до 18 ГГц включ. св. 18 до 26,5 ГГц включ. св. 26,5 до 40 ГГц - модификация АТ87234L от 0,5 до 18 ГГц включ. св. 18 до 26,5 ГГц включ. св. 26,5 до 40 ГГц включ. св. 40 до 50 ГГц включ.		±4,0 ±4,5 ±4,2 ±5,5 ±6,0 ±4,2 ±5,5 ±6,0 ±6,5 ±4,5 ±5,5 ±6,5 ±7,0
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности от -15 до +20 дБ относительно 1 мВт, без учета погрешности рассогласования, %	АТ87234D	±5,0
	АТ87234Е	± 6,5
	АТ87234F	± 12,0
	АТ87234L	± 12,0
Минимальное детектируемое время нарастания/спада импульса в режиме пиковой мощности, нс		15

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений			8
Контроль условий поверки	Да	Да	8.1
Опробование	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений			10
Определение КСВН входа измерителя	Да	Да	10.1
Определение относительной погрешности измерений мощности	Да	Да	10.2
Определение минимально детектируемого времени нарастания/спада импульса в режиме пиковой мощности	Да	Нет	10.3
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

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 измеритель и средства поверки.

- температура окружающей среды, °С.....от 20 до 30

- относительная влажность воздуха, %.....от 30 до 80

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускают специалистов, имеющих необходимую квалификацию, изучивших настоящую методику поверки, требования безопасности по ГОСТ 22261-94 «Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия» и ГОСТ ИЕС 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, изучивших эксплуатационную документацию на измеритель и используемые средства поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Средства поверки и вспомогательные устройства

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +20 °С до +30 °С, с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры $\pm 0,5$ °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений относительной влажности воздуха $\pm 3,0$ %	Термогигрометр UNITESS THB 1, рег. № 70481-18
10.1 Определение КСВН входа измерителя	Средства измерений модуля коэффициента отражения (КО) в диапазоне частот от 50 МГц до 50 ГГц, диапазон измерений модуля КО от 0 до 1, погрешность измерений не более $\pm 5\%$	Анализатор электрических цепей векторный ZVA50, рег. № 48335-11
10.2 Определение относительной погрешности измерений мощности	Эталон единицы мощности электромагнитных колебаний и средства измерений соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 30.12.2019 № 3461 и приказом Росстандарта от 09.11.2022 № 2813, в диапазоне частот от 0,05 до 50 ГГц пределы допускаемой систематической относительной погрешности измерений от 0,5 до 2,5 %.	Калибраторы мощности СВЧ NRPC18, NRPC40, NRPC50, рег. № 54535-13
10.3 Определение минимально детектируемого времени нарастания/спада импульса в режиме пиковой мощности	Средство воспроизведения синусоидального сигнала в диапазоне частот от 0,05 до 50 ГГц, уровнем выходной мощности от плюс 27 до минус 50 дБ (1 мВт), импульсная модуляция с минимальной длительностью импульсов не более 20 нс, время нарастания/спада импульсов не более 10 нс	Генератор сигналов SMA100B с опциями B167, K22, K23, рег. № 68980-20
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 ГОСТ 12.2.003 «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, указанные в соответствующих эксплуатационных документах применяемых приборов.

6.2 На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра установить соответствие измерителей следующим требованиям:

- внешний вид измерителей должен соответствовать фотографиям, приведённым в описании типа на данное средство измерений;
- наличие маркировки, подтверждающей тип, и заводской номер;
- наружная поверхность не должна иметь следов механических повреждений, которые могут влиять на работу измерителя;
- разъемы должны быть чистыми;
- комплектность измерителя должна соответствовать указанной в эксплуатационных документах.

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 производят.

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 измерителя 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 измеритель и применяемые средства поверки.

Подключить измеритель к персональному компьютеру (ПК) через интерфейс USB. Запустить на ПК программу Power Meter Panel. В диалоговом окне программы нажать виртуальную клавишу «Подкл.» и выбрать подключенный измеритель.

Результаты опробования считать положительным, если ПО загружается, подключение измерителя выполнено успешно, серийный номер и модификация измерителя, отображаемые в окне программы, соответствуют указанным на его корпусе, индикатор на измерителе светится и не моргает.

В случае выявления несоответствий результат опробования считается отрицательным, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (ПО) измерителей проводить путем вывода на экран монитора персонального компьютера информации о версии программного обеспечения. Для отображения версии ПО в меню программного обеспечения нажать Помощь>О программе.

9.2 Результат проверки считается положительным, если идентификационные данные соответствуют указанным в таблице 4.

Таблица 4 - Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Power Meter Panel
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.2.1
Цифровой идентификатор ПО	-

В случае выявления несоответствий результат проверки считается отрицательным, дальнейшие операции поверки не производят.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение КСВН входа измерителя

Определение КСВН входа измерителя проводят методом прямых измерений с помощью векторного анализатора цепей ZVA50.

Провести калибровку анализатора цепей векторного в диапазоне частот соответствующем диапазону поверяемого измерителя в соответствующем СВЧ тракте.

Собрать схему измерений в соответствии с рисунком 1 и включить ваттметр.

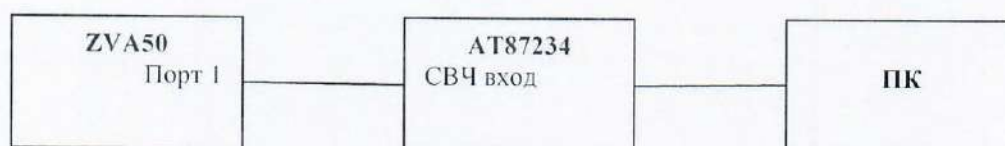


Рисунок 1

Измерить и зафиксировать значения модуля и фазы КСВН в диапазоне частот измерителя на частотах:

- для модификации AT87234D: 0,05; 0,25; 0,5; 1 ГГц; далее с шагом 1 ГГц до 18 ГГц.
- для модификации AT87234E: 0,05; 0,25; 0,5; 1 ГГц; далее с шагом 1 ГГц до 18 ГГц; далее с шагом 2 ГГц до частоты 26 ГГц; 26,5 ГГц.
- для модификации AT87234F: 0,05; 0,25; 0,5; 1 ГГц; далее с шагом 1 ГГц до частоты 18 ГГц; далее с шагом 2 ГГц до частоты 40 ГГц.
- для модификации AT87234L: 0,5; 1 ГГц; далее с шагом 1 ГГц до частоты 18 ГГц; далее с шагом 2 ГГц до частоты 50 ГГц.

10.2 Определение относительной погрешности измерений мощности

Определение относительной погрешности измерений мощности проводить методом прямых измерений при помощи калибратора мощности СВЧ NRPC.

Подготовить генератор сигналов SMA100B и калибратор мощности NRPC (NRPC18 (для AT87234D), NRPC40 (для AT87234E), NRPC50 (для AT87234F, AT87234L), в соответствии с руководствами по эксплуатации на них.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2.

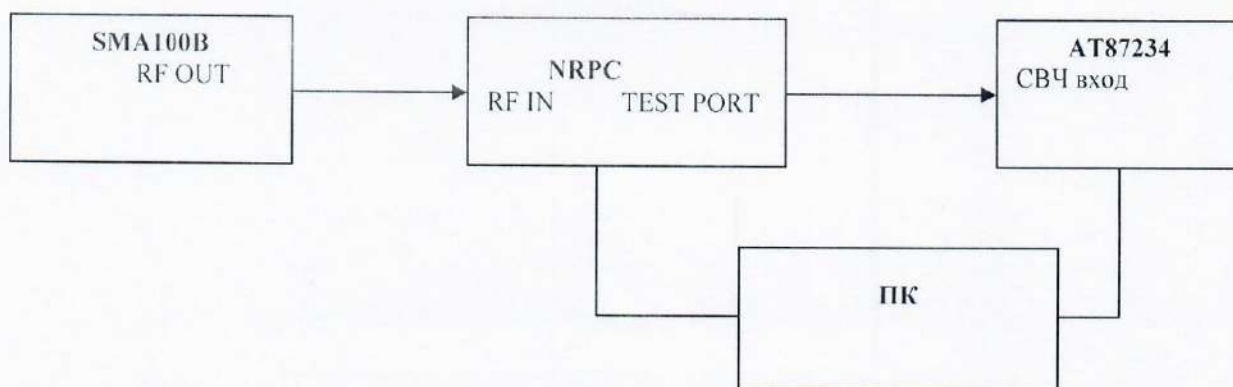


Рисунок 2

Установить на генераторе значение частоты соответствующее начальной частоте поверяемого измерителя, выходной уровень мощности 6 дБ (1 мВт).

Ввести на измерителе и калибраторе значение частоты соответствующее начальной частоте поверяемого измерителя и единицы измерений мВт.

Подстроить уровень выходной мощности на генераторе, чтобы показания калибратора установились в пределах $(1,000 \pm 0,020)$ мВт.

Включить на калибраторе режим Г-коррекции и ввести измеренные в соответствии с п. 10.1 значения модуля и фазы КСВН измерителя на данной частоте.

Зафиксировать показания измерителя Ризм и калибратора Рэт.

Повторить измерения, поочередно устанавливая на генераторе, калибраторе и измерителе частоты:

- для модификации AT87234D: 0,05; 0,25; 0,5; 1 ГГц; далее с шагом 1 ГГц до 18 ГГц.
- для модификации AT87234E: 0,05; 0,25; 0,5; 1 ГГц; далее с шагом 1 ГГц до 18 ГГц; далее с шагом 2 ГГц до частоты 26 ГГц; 26,5 ГГц.
- для модификации AT87234F: 0,05; 0,25; 0,5; 1 ГГц; далее с шагом 1 ГГц до частоты 18 ГГц; далее с шагом 2 ГГц до частоты 40 ГГц.
- для модификации AT87234L: 0,5; 1 ГГц; далее с шагом 1 ГГц до частоты 18 ГГц; далее с шагом 2 ГГц до частоты 50 ГГц.

Провести измерения для уровней мощности 100 мВт (плюс 20 дБ (1 мВт)) и 31,6 мкВт (минус 15 дБ (1 мВт)) на частоте 1 ГГц.

10.3 Определение минимально детектируемого времени нарастания/спада импульса в режиме пиковой мощности

Определение минимально детектируемого времени нарастания/спада импульса, проводят методом прямых измерений с помощью генератора сигналов SMA100B.

Выполнить соединение средств измерений в соответствии со схемой, приведённой на рисунке 3.

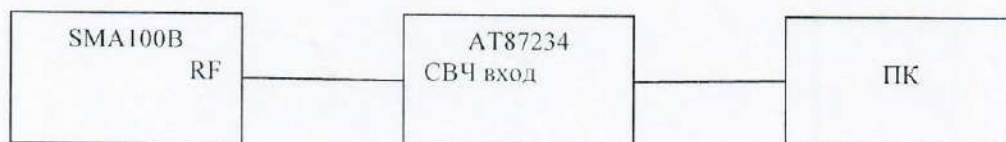


Рисунок 3

Для определения минимально детектируемого времени нарастания и спада импульса, подключить измеритель к выходу генератора SMA100B. Установить на генераторе частоту 1 ГГц, уровень выходной мощности плюс 5 дБ (1 мВт), включить режим импульсной модуляции с периодом импульса 1 мкс и длительностью импульса 50 нс и включить выходной сигнал.

В окне программы измерителя, включить режим отображения импульсной мощности установить частоту 1 ГГц, горизонтальную шкалу 1 мкс/дел. Зафиксировать результаты измерений времени нарастания/спада импульса T_R .

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Результат операции поверки по п. 10.1 считается положительным, если измеренные значения КСВН входа измерителя не превышают значений, указанных в таблице 1.

11.2 Для полученных в п. 10.2 результатов измерений $P_{изм}$, рассчитать относительную погрешность измерений мощности δP , %, по формуле

$$\delta P = ((P_{изм} - P_{эт}) / P_{эт}) \cdot 100, \quad (1)$$

где $P_{изм}$ – значение мощности, измеренное на измерителе, мВт;

$P_{эт}$ – значение мощности на калибраторе, мВт.

Результат операции поверки по п. 10.2 считается положительным, если значения относительной погрешности измерений мощности не превышают значений, указанных в таблице 1.

11.3 Для полученных в п. 10.3 результатов измерений T_R , рассчитать действительное значение времени нарастания/спада импульса T_g , нс, измерителя по формуле

$$T_g = \sqrt{T_R^2 + T_S^2}, \quad (2)$$

где T_R – значение времени нарастания/спада импульса, измеренное на измерителе, нс;

T_S – значение времени нарастания/спада импульса генератора, нс.

Результат операции поверки по п. 10.3 считается положительным, если рассчитанные значения времени нарастания и спада импульса T_g не превышают значений, указанных в таблице 1.

11.4 Критерием принятия специалистом, проводившим поверку, решения по подтверждению соответствия средства измерений метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, является обязательное выполнение всех процедур, перечисленных в разделах 8.2; 9; 10, и соответствие действительных значений метрологических характеристик измерителей требованиям, приведенным в таблице 1.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты измерений, полученные в процессе поверки, заносят в протокол поверки. Протокол должен наглядно отображать полученные результаты измерений в поверяемых точках и диапазонах частот, которые указаны в соответствующих пунктах настоящей методики поверки, а также сравнение полученных действительных и допустимых значений нормируемых погрешностей. Протокол поверки оформляется в произвольной форме в соответствии с требованиями аккредитованного на поверку лица, проводившего поверку.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений.

12.3 Нанесение знака поверки на измеритель не предусмотрено. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

12.4 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности, оформленные в соответствии с действующими нормативными правовыми документами, выдаются по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку.

Начальник лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



С. Н. Гольшак

Начальник сектора лаборатории № 441
ФБУ «НИЦ ПМ – Ростест»



А. С. Каледин