

УТВЕРЖДАЮ

Начальник ГЦИ СИ «Воентест»

32 ГНИИ МО РФ

В.Н. Храменков

«15» сентября 2005 г.



Инструкция

Блок ваттметра 4421 с преобразователями проходящей мощности 4024, 4025
и поглощающей нагрузкой 8890-300

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи, 2005 г.

1 Введение

1.1 Данная методика распространяется на блок ваттметра 4421 (зав. № 3547) с преобразователями проходящей мощности 4024, 4025 (зав. № 7867, 7794 соответственно) и поглощающей нагрузкой 8890 (зав. № 2719) (далее по тексту – ваттметр), и устанавливает порядок проведения его первичной и периодической поверки.

1.2 Межповерочный интервал - 1 год.

2 Операции поверки

2.1 Перед проведением поверки ваттметр должен быть прогрет в течение не менее 30 минут. Время прогрева испытательного оборудования установлено в соответствующих эксплуатационных документах.

2.2 При поверке выполняют операции, представленные в табл. 1.

Таблица 1.

Операции поверки	Номер пункта методики	Обязательность поверки параметров	
		первичная поверка	периодическая поверка
1 Внешний осмотр	8.1	да	да
2 Опробование	8.2	да	да
3 Определение метрологических характеристик	8.3	да	да
3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей	8.3.1	да	да
3.2 Определение КСВН входа измерительных преобразователей	8.3.2	да	да
3.3 Определение КСВН входа поглощающей нагрузки	8.3.3	да	да
3.4 Определение погрешности измерения проходящей мощности	8.4	да	да

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, представленное в табл. 2.

Таблица 2.

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.1	Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7
8.3.2	Измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-37 диапазон частот от 0,001 до 1,26 ГГц, погрешность измерения КСВН $\pm 2,4 K_{\text{ст.и}} \%$
8.3.3	
8.3.2	Нагрузка Э9-159 (из комплекта ВЭ-25)
8.4	Генератор стабильного тока ГСТ-1 диапазон частот от 0,1 до 100 мГц, нестабильность силы тока не более $\pm 0,4 \%$ за 2 минуты, нестабильность частоты за 10 минут не более $\pm 0,1 \%$
8.4	Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-56 диапазон частот от 0,1 до 18 ГГц, диапазон измерений от 10^{-2} до 20 Вт, погрешность измерения $\pm 4 \%$
8.4	Ваттметр поглощаемой мощности МКЗ-69 диапазон частот от 0,001 до 3 ГГц, диапазон измерений от 10 до 6000 Вт, погрешность измерения $\pm 5 \%$
8.4	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 пределы измерения от 0,005 до 1×10^9 Гц, погрешность измерения $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ /год

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

3.3 Все средства поверки должны быть утвержденного типа, исправны, проверенны иметь свидетельства о поверке.

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки ваттметра допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющим опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющие право на поверку (аттестованными в качестве поверителей по ГОСТ 50.2.012-94).

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности в соответствии с ГОСТ 12.3.019-80.

5.2 К работе с ваттметром допускаются лица, изучившие требования безопасности по ГОСТ 22261-94, ГОСТ Р 51350-99, инструкцию по правилам и мерам безопасности и прошедшие инструктаж на рабочем месте.

5.3 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

6 Условия поверки

Поверка должна осуществляться при следующих условиях:

Температура окружающей среды, °С	20 ± 5 .
Относительная влажность воздуха, %	65 ± 15 .
Атмосферное давление, кПа	100 ± 4 (750 ± 30 мм рт. ст.).
Питание от сети переменного тока	
- напряжение, В	220 ± 5 ;
- частота, Гц	$50 \pm 0,5$.

7 Подготовка к поверке

При подготовке к поверке выполнить следующие операции:

- проверить комплектность поверяемого ваттметра (СВЧ кабеля и пр.);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима).

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр.

Внешним осмотром установить соответствие ваттметра требованиям технической документации фирмы-изготовителя. Проверить отсутствие механических повреждений и ослабления элементов конструкции, сохранность механических органов управления и четкость фиксации их положения, четкость обозначений, чистоту и исправность разъемов и гнезд, наличие предохранителей, наличие и целостность печатей и пломб.

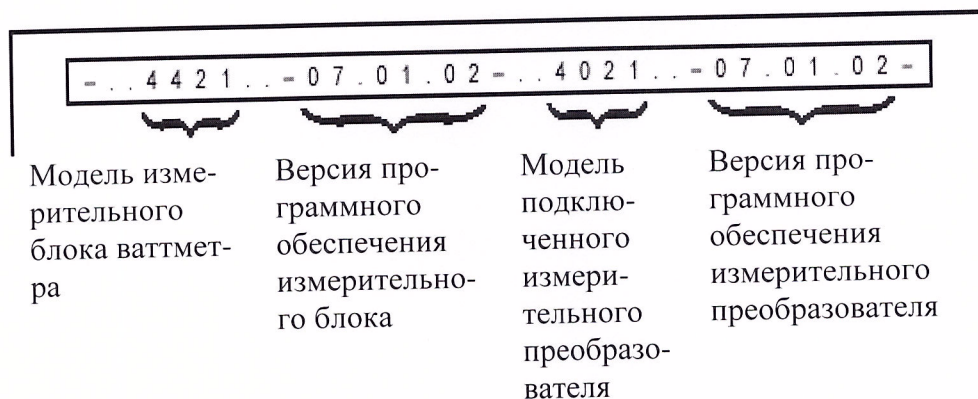
Ваттметр, имеющий дефекты (механические повреждения), дальнейшей поверке не подвергается, бракуется и направляется в ремонт.

8.2 Опробование.

8.2.1 Подключить преобразователь 4024 к блоку ваттметра 4421 (блок ваттметра 4421 должен быть предварительно подготовлен к работе в соответствии с документацией).

Включить ваттметр кнопкой «ON/OFF» на задней панели прибора.

Одновременно удерживая нажатыми кнопки «FWD» и «SWR» нажать кнопку «ON/OFF» на передней панели ваттметра. На табло прибора должно появиться сообщение в виде последовательно включающихся кодовых комбинаций:



В случае, если на табло индицируется « - » хотя бы в одной из указанных позиций ваттметр бракуется и направляется в ремонт.

Выключить ваттметр.

Отсоединить измерительный преобразователь от блока 4421.

Включить ваттметр. После включения на табло должно индицироваться три « - »

Подключить измерительный преобразователь к блоку 4421.

На табло должно индицироваться «AUTO» и «FWD». Показания ваттметра должны быть «0.00 W»

Нажать кнопку «RFL.». На табло режим «FWD» должен смениться на режим «RFL.». Показания ваттметра должны остаться «0.00 W».

Нажать кнопку «SWR». На табло режим «RFL.» должен смениться на режим «SWR». Показания ваттметра должны измениться с «0.00 W» на «ЦЦ» (ниже диапазона).

Нажать и удерживать кнопку «MIN» Показания ваттметра должны измениться с «ЦЦ» на «ПП» (выше диапазона).

Отпустить кнопку «MIN» Показания ваттметра должны измениться с «ПП» на «ЦЦ».

Нажать кнопку «MAX.». Показания ваттметра должны измениться с «ЦЦ» на «0.00».

Отпустить кнопку «MAX.». Показания ваттметра должны измениться с «0.00» на «ЦЦ».

Нажать кнопку «dBm.». На табло режим «SWR» должен смениться на режим «dBm».

Нажать кнопку «dBm.». На табло режим «dBm» должен смениться на режим «SWR».

Нажать кнопку «FWD». На табло режим «SWR» должен смениться на режим «FWD».

Показания ваттметра должны измениться с «ЦЦ» на «0.00 W».

Нажать кнопку «LIGHT». Должна включиться подсветка табло прибора.

Повторно нажать кнопку «LIGHT». Подсветка табло прибора должна выключиться.

Нажать кнопку «▲». Ваттметр должен изменять поддиапазон измерений в сторону увеличения до достижения поддиапазона «0.00 KW».

Нажать кнопку «▼». Ваттметр должен изменять поддиапазон измерений в сторону уменьшения до достижения поддиапазона «.000 W».

Повторить проверку работоспособности с преобразователем 4025.

Результаты опробования считать удовлетворительными, если показания ваттметра соответствуют указанным выше.

8.3 Определение метрологических характеристик.

8.3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей.

Соответствие присоединительных размеров коаксиальных соединителей определить сличением размеров входного коаксиального соединителя с указанными в ГОСТ РВ 51914-2002 (с использованием комплекта КИСК-7). Присоединительные размеры должны соответствовать типу N.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если присоединительные размеры коаксиального соединителей соответствуют типу N по ГОСТ РВ 51914-2002.

8.3.2 Определение КСВН входа измерительных преобразователей.

Измерения КСВН измерительного преобразователя 4025 произвести в диапазоне частот от 1 МГц до 2,5 МГц, а преобразователя 4024 в диапазоне частот от 1,5 МГц до 32 МГц. Измерения преобразователей 4025, 4024 в диапазоне частот от 1 МГц до 32 МГц провести по схеме, представленной на рис. 1.

Подготовить преобразователи 4025 и 4024 к работе в составе ваттметра 4421 в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя.

Провести измерения КСВН входов (в прямом и в обратном направлении) в соответствии с ТО и ИЭ на измеритель комплексных коэффициентов передачи Р4-37 (свободный разъем преобразователя нагружать на согласованную нагрузку Э9-159 из комплекта ЭК9-140).

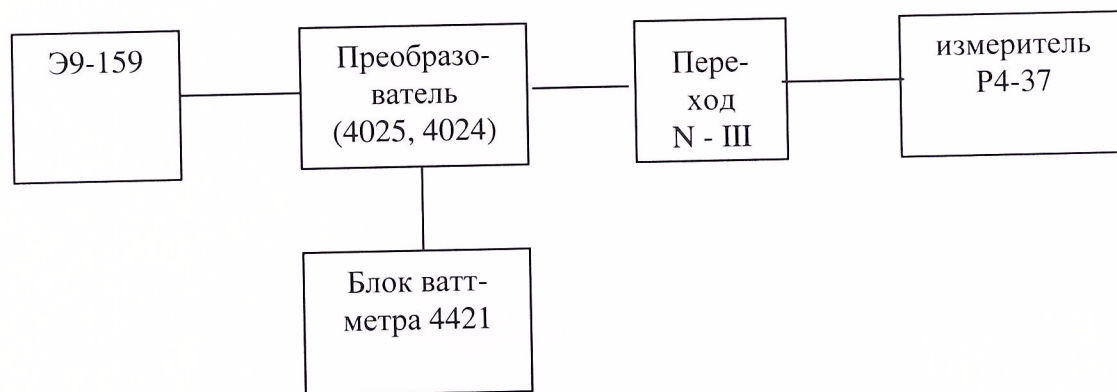


Рис. 1.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения КСВН входов измерительных преобразователей не более 1,05.

8.3.3 Определение КСВН входа поглощающей нагрузки 8890-300.

Измерение КСВН входа поглощающей нагрузки 8890-300 в диапазоне частот от 1 МГц до 32 МГц провести по схеме, изображенной на рис. 2.

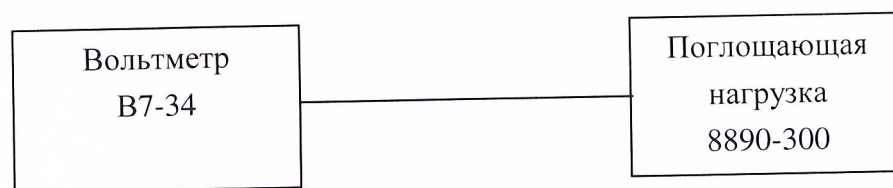


Рис. 2.

Результаты поверки считать удовлетворительными, если значения КСВН входа нагрузки при всех условиях не более значения 1,1.

8.4 Определение погрешности измерений проходящей мощности.

Погрешность определить на частотах:

100 кГц, 0,5 МГц, 1 МГц, для преобразователя 4025;

5 МГц, 10 МГц, 30,0 МГц для преобразователя 4024;

непосредственным сличением с ваттметром поглощаемой мощности по схеме приведенной на рис. 3.

Ваттметр подготовить к измерениям значений проходящей мощности в соответствии с документацией.

В диапазоне измеряемых величин от 3,0 до 20,0 Вт в качестве рабочего эталона использовать ваттметр поглощаемой мощности М3-56.

В диапазоне измеряемых величин от 20,0 до 100 Вт в качестве рабочего эталона использовать ваттметр поглощаемой мощности МК3-69.

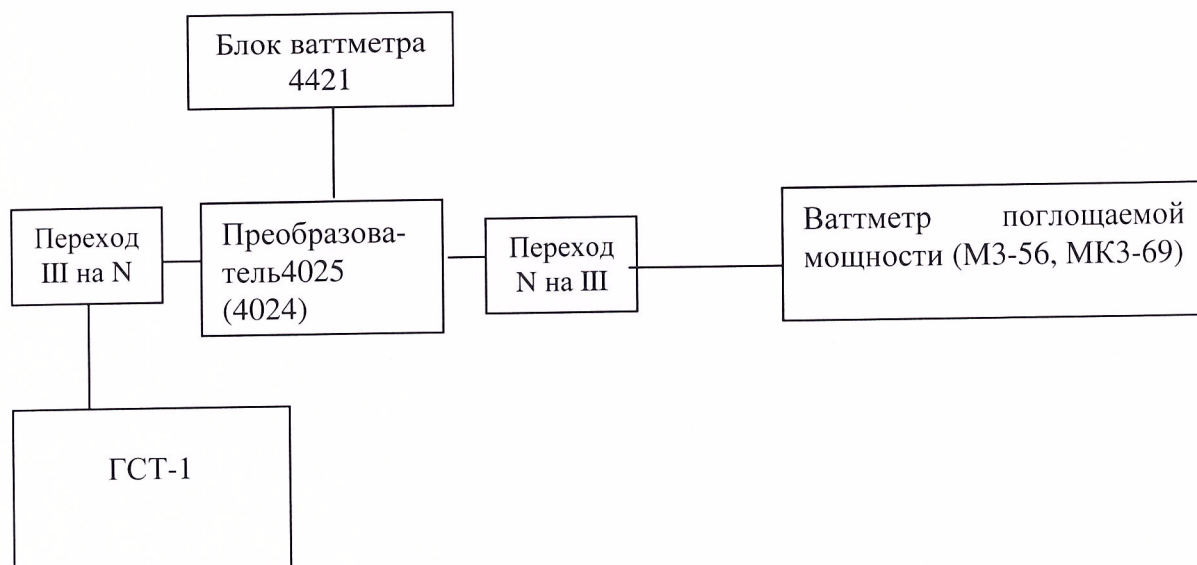


Рис. 3.

При определении погрешности необходимо выполнить следующие операции:

- установить требуемую частоту (при использовании генератора ГСТ-1 установку требуемой частоты произвести путем смены заменяемых блоков настроенных на соответствующую частоту) и уровень мощности генератора СВЧ;
- установить нулевые показания поверяемого ваттметра и рабочего эталона;
- включить мощность СВЧ, установить уровень мощности 3 Вт и после установлений показаний рабочего эталона М3-56 одновременно отсчитать показания поверяемого ваттметра и рабочего эталона;
- выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности поверяемым ваттметром P_n и рабочим эталоном P_o (с учетом ослабления в переходе на N тип) Повторить определение отношения P_n/P_o несколько раз (не менее четырех) и рассчитывают среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{cp}$.

Случайную погрешность $\Delta_{сл}$ рассчитать по формуле:

$$\Delta_{сл} = \frac{(P_n / P_o)_{макс} - (P_n / P_o)_{мин}}{(P_n / P_o)_{cp}} * \mu_n,$$

где: μ_n – коэффициент зависящий от числа наблюдений n и определяемый по табл. 3.

Таблица 3.

Обозначение коэффициента	Значение для числа наблюдений n							
	3	4	5	6	8	10	15	25
μ_n	1,0	0,73	0,58	0,48	0,37	0,31	0,22	0,18

Погрешность $\Delta_{сл}$ должна быть не более 2 %.

Определить составляющую погрешность ваттметра $\delta_{i1}\%$, зависящую от уровня мощности (испытания проводят в динамическом диапазоне от 3 до 100 Вт), для каждого из двух ваттметров М3-56 и МК3-69 (от 3 до 19,99 Вт и от 18 до 100 Вт) на двух уровнях мощности, соответствующих приблизительно 0,95 и 0,1 предела измерения. Получить ряд, состоящий из 4-х значений δ_i .

$$\delta_{i1} = [(P_n / P_o)_{срi} - 1] \times 100,$$

где: $(P_n/P_o)_{срi}$ - среднее арифметическое значение отношений результатов измерений мощности поверяемым ваттметром и рабочим эталоном на каждом из 4-х уровней мощности (для получения $(P_n/P_o)_{срi}$ провести не менее 4-х измерений P_n и P_o).

Измерения на всех пределах провести на одной (опорной) частоте 1,0 МГц для преобразователя 4025.

Измерения на всех пределах провести на одной (опорной) частоте 10 МГц для преобразователя 4024.

Погрешность рассогласования Δ_r , %, рассчитать по формуле:

$$\Delta_r = 2 \cdot |\Gamma_o| \cdot |\Gamma_n| \cdot 100,$$

где: $|\Gamma_o|$ - значение модуля эффективного коэффициента отражения входа образцового ваттметра с подключенным на его вход переходом,

$|\Gamma_n|$ - модуль коэффициента отражения выхода испытываемого ваттметра;

$$|\Gamma_n| = \frac{K - 1}{K + 1},$$

где: K – КСВН входа поверяемого ваттметра.

Определить составляющую погрешности ваттметра δ_{ij} , %, зависящую от частоты, на одном и том же (опорном) уровне мощности 19 Вт (уровень мощности соответствует 0,95 первого предела измерения) на частотах f_i :

100 кГц, 0,5 МГц, 1 МГц для преобразователя 4025;

5 МГц, 10 МГц, 30,0 МГц для преобразователя 4024;

$$\delta_{ij} = [(P_n / P_o)_{срi} - 1] \times 100,$$

где: $(P_n/P_o)_{срi}$ - среднее арифметическое значение отношения результатов измерений мощности поверяемым ваттметром и рабочим эталоном на каждой из 3-х частот f_i (для получения $(P_n/P_o)_{срi}$ проводить не менее 4-х измерений P_n и P_o).

Получить ряд состоящий из 3-х значений δ_j .

Для каждого из (7) результатов определить погрешность поверки Δ , %, по формуле:

$$\Delta = \pm (\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2} + \gamma \Delta_p),$$

где: $\Delta_{сл}$ - случайная погрешность поверки;

Δ_1 - предел допускаемой погрешности рабочего эталона;

γ - коэффициент, зависящий от соотношения

$$\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2}}$$

и определяемый по табл. 4.

Таблица 4.

Значение параметра	При значении параметра							
	$\frac{3\Delta_p}{\sqrt{\Delta_{сл}^2 + \Delta_1^2}}$							
	0	1	2	4	6	8	10	∞
γ	0	0,53	0,70	0,85	0,93	0,97	0,98	1

Расчетное значение погрешности не должно быть более 0,8 класса поверяемого ваттметра.

Значения погрешности δ_{ij} , %, для каждой j-й из 3-х частот и на каждом i-м из 4-х уровней мощности рассчитать по формуле:

$$\delta_{ij} = \delta_{i1} + \delta_{1j} - \delta_{11},$$

где: δ_{11} – значение погрешности на опорном уровне мощности при опорной частоте сигнала (уровень мощности 19 Вт и частота 1 и 10 МГц для преобразователя 4025 и 4024 соответственно);

Для каждого преобразователя определить 12 значений погрешности δ_{ij} .

Результаты поверки считать удовлетворительными, если ни одно из значений $|\delta_{ij}|$ не более 0,8 предела допускаемой погрешности (± 8 %, определяемой по эксплуатационно-технической документации для соответствующих уровней мощности, частот и пределов измерения поверяемого ваттметра).

9 Оформление результатов поверки

9.1 Положительным результатом поверки считают соответствие полученных метрологических и технических характеристик ваттметра характеристикам, приведенным в документации на ваттметр.

9.2. При положительных результатах поверки оформляется Свидетельство о поверке с указанием полученных метрологических и технических характеристик, которое выдается владельцу ваттметра.

9.3 При отрицательных результатах поверки применение ваттметра запрещается, на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин.

Начальник отдела
ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ

Старший научный сотрудник ГЦИ СИ
«Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ



В.Л. Воронов

А.А. Трещин