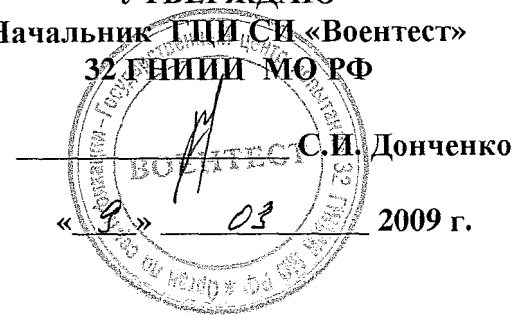


УТВЕРЖДАЮ
Начальник ГЦИ СИ «Воентест»
32 ГНИИ МО РФ



ИНСТРУКЦИЯ

**ВАТТМЕТРЫ С БЛОКОМ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ NRVS
И ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ NRV-Z52, NRV-Z54
ФИРМЫ «RONDE & SCHWARZ GmbH & Co. KG, ГЕРМАНИЯ**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

г. Мытищи,
2009 г.

1 Общие сведения

1.1 Данная методика распространяется на разовую партию ваттметров с блоком измерительным NRVS и преобразователями измерительными NRV-Z52, NRV-Z54 (далее – ваттметр) фирмы «Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG», Германия (заводские номера: NRVS – 100708-100710, 100712, 100713, 100715, 100716, 100719, 100721, 101333, 101425-101430, 101574, 101575, ; NRV-Z52 – 100084-100086, 100093-100096, 100098, 100099, 100165, 100174, 100176-100178, 100180, 100181, 100193, 100195; NRV-Z54 – 100176-100178, 100181, 100184-100186, 100188, 100189, 100346, 100354, 100356-100360, 100388, 100390), и устанавливает порядок проведения первичной и периодических поверок.

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 поверяемого оборудования установлено в соответствующих эксплуатационных документах.

2.2 При поверке выполняют операции, представленные в таблице 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		
3.1 Определение присоединительных размеров коаксиальных соединителей	8.3.1	да	да
3.2 Определение КСВН входа преобразователей измерительных	8.3.2	да	да
3.3 Определение погрешности установки нуля	8.3.3	да	да
3.4 Определение погрешности измерений мощности ваттметра	8.3.4	да	да
4 Определение, электрического сопротивления и электрической прочности изоляции	8.4	да	нет

3 Средства поверки

3.1 При проведении поверки использовать средства измерений и вспомогательное оборудование, представленные в таблице 2.

3.2 Допускается применение других средств измерений и вспомогательного оборудования, имеющих характеристики не хуже характеристик приборов, приведенных в таблице 2.

3.3 Все средства измерений применяемые при поверке должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства о поверке или оттиск поверительного клейма на приборе или технической документации.

Таблица 2

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
8.3.1	Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7 (пределы допускаемой абсолютной погрешности калибров-пробок $\pm 0,008$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности индика-

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
	<p>торов часового типа $\pm 0,02$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности устройств измерения несоосности $\pm 0,03$ мм).</p> <p>Комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-3,5 (пределы допускаемой абсолютной погрешности калибров-пробок $\pm 0,008$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности индикаторов часового типа $\pm 0,02$ мм, пределы допускаемой абсолютной погрешности устройств измерения несоосности $\pm 0,03$ мм)</p>
8.3.2	<p>Генератор E8257D опция 540 (диапазон частот от 250 кГц до 40,0 ГГц, выходная мощность до 10 мВт).</p> <p>Измеритель КСВН панорамный P2-73 (диапазон частот от 0,01 до 1,25 ГГц; диапазон измерений КСВН от 1,03 до 5; пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm(3K_{ст} + 1) \%$).</p> <p>Измеритель КСВН панорамный P2-83 (диапазон частот от 0,1 до 18 ГГц; диапазон измерений КСВН от 1,03 до 5; пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm(3K_{ст} + 1) \%$).</p> <p>Линия измерительная P1-46 (диапазон частот от 18,0 до 37,5 ГГц, пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН $\pm(3K_{ст} + 1) \%$).</p> <p>Измеритель отношения напряжения В8-7 (диапазон измеряемых напряжений 60 дБ, погрешность декадного делителя 1,5 %).</p> <p><i>Вспомогательное оборудование:</i> переход III – N переход 3,5/1,5 мм – APC-3,5.</p>
8.3.3	<p>Синтезатор частот Г7-15 (диапазон частот от 0,02 до 78,33 ГГц, выходная мощность до 50 мВт).</p> <p>Ваттметр проходной образцовый ВПО-1 (диапазон частот от 0,15 до 1 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5 \%$).</p> <p>Ваттметр проходной образцовый ВПО-2 (диапазон частот от 1 до 3 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5 \%$).</p> <p>Ваттметр проходной образцовый ВПО-3 (диапазон частот от 3 до 5,5 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5 \%$).</p> <p>Ваттметр проходной образцовый ВПО-4 (диапазон частот от 5,5 до 10 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5 \%$).</p> <p>Ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1-8Б (диапазон частот от 8,24 до 12 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5 \%$ в диапазоне измерений от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5 \%$ в диапазоне измерений от 0,1 до 1 и от 30 до 100 мВт).</p> <p>Ваттметр образцовый проходной падающей мощности М1-9Б (диапазон частот от 12 до 18 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-1}, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5 \%$ в диапазоне измерений от 1 до 30 мВт, $\pm 2,5 \%$ в диапазоне измерений от 0,1 до 1 и от 30 до 100 мВт).</p> <p>Калибратор мощности волноводный М1-10 (диапазон частот от 16,7</p>

№ пункта методики поверки	Эталонные СИ, испытательное оборудование и вспомогательная аппаратура
	до 25,86 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 10^{-2} , пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5\%$. <i>Вспомогательное оборудование:</i> переход III – N, КВП 11 x 5,5 - APC-3,5.
8.3.4	Синтезатор частот Г7-15 Ваттметры проходные образцовые ВПО-1, ВПО-2, ВПО-3, ВПО-4. Ваттметры образцовые проходные падающей мощности М1-8Б, М1-9Б. Калибратор мощности волноводный М1-10. Генератор сигналов высокочастотный Г4-160 (диапазон частот от 700 до 1000 МГц пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты $\pm 1,5\%$). Частотомер электронно-счетный ЧЗ-66 (диапазон частот от 10 Гц до 37,5 ГГц, пределы допускаемой погрешности измерений частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$) Ваттметр поглощаемой мощности МЗ-90 (диапазон частот от 20 МГц до 17,85 ГГц, диапазон измерений от 10^{-7} до 10^{-2} Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5\%$), ваттметр поглощаемой мощности МЗ-93 (диапазон частот от 0 МГц до 17,85 ГГц, диапазон измерений от 10^{-4} до 1 Вт, пределы допускаемой относительной погрешности измерений $\pm 1,5\%$). <i>Вспомогательное оборудование:</i> направленный ответвитель из состава ВЭ-25; переход III – N, III – APC-3,5, КВП 11 x 5,5 - APC-3,5.
8.4	Установка для испытаний на электробезопасность модели S3301 (диапазон напряжений от 0 до 2000 В, пределы допускаемой относительной погрешности измерений сопротивления $\pm 1,5\%$).

4 Требования к квалификации поверителей

4.1 К проведению поверки ваттметра допускается инженерно-технический персонал со среднетехническим или высшим радиотехническим образованием, имеющий опыт работы с радиотехническими установками, ознакомленный с руководством по эксплуатации и документацией по поверке и имеющий право на поверку.

5 Требования безопасности

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

5.2 Запрещается проведение измерений при отсутствии или неисправности заземления аппаратуры.

6 Условия поверки

6.1 Поверку проводить при следующих условиях:

температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5 ;
относительная влажность воздуха, %	65 ± 15 ;
атмосферное давление, кПа	100 ± 4 (750 ± 30 мм рт. ст.);
напряжение питания от сети переменного тока частотой ($50 \pm 0,5$) Гц, В	220 ± 5 .

7 Подготовка к поверке

7.1 Подготовить средства измерений и испытательное оборудование к работе в соответствии с руководствами по эксплуатации.

7.2 Поверитель должен изучить техническую документацию фирмы-изготовителя поверяемого ваттметра и инструкции по эксплуатации используемых средств поверки.

7.3 Перед проведением операций поверки необходимо:

- проверить комплектность поверяемого ваттметра для проведения поверки (наличие комплекта кабелей);
- проверить комплектность рекомендованных (или аналогичных им) средств поверки, заземлить (если это необходимо) необходимые рабочие эталоны, средства измерений и включить питание заблаговременно перед очередной операцией поверки (в соответствии с временем установления рабочего режима, указанным в эксплуатационной документации).

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.

Ваттметры, имеющие дефекты (механические повреждения), дальнейшей поверке не подвергаются, бракуются и направляются в ремонт.

8.2 Опробование

При опробовании убедиться в положительных результатах самоконтроля прибора при включении питания (сообщение «NRVS V _ _ IEC.ADR _ _... INTERNAL CHECK» и далее «ALL TEST PASSED»), возможности переключения режимов измерений, установки нуля, калибровки, установки калибровочных коэффициентов, а также отображение на индикаторе прибора результатов измерений при подаче мощности СВЧ. Проверку работоспособности проводить на всех возможных пределах измерений.

Результаты поверки считаются положительными, если проверка на работоспособность прошла успешно, в противном случае ваттметр бракуется, и отправляется в ремонт.

8.3 Проверка метрологических характеристик

8.3.1 Определение присоединительных размеров коаксиального соединителя

Соответствие присоединительных размеров коаксиальных соединителей определить сличением основных размеров с указанными в ГОСТ РВ 51914-2002 (с использованием КИСК-7, КИСК-3,5). Присоединительные размеры коаксиального соединителя преобразователя измерительного NRV-Z52 должны соответствовать типу APC-3,5 и присоединительные размеры коаксиального соединителя преобразователя измерительного NRV-Z52 должны соответствовать типу N в соответствии с ГОСТ РВ 51914-2002.

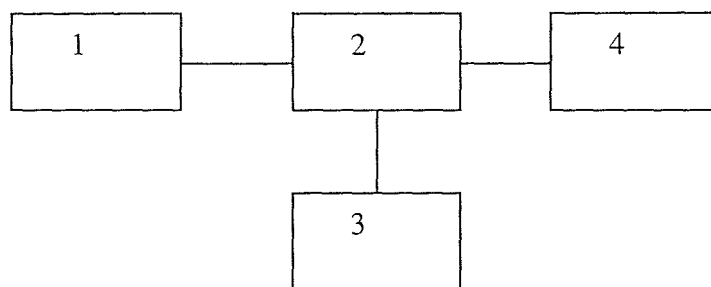
Результаты поверки считаются удовлетворительными, если присоединительные размеры коаксиальных соединителей преобразователя измерительного NRV-Z52 соответствуют типу APC-3,5 и присоединительные размеры коаксиальных соединителей преобразователя измерительного NRV-Z54 соответствуют типу N в соответствии с ГОСТ РВ 51914-2002.

8.3.2 Проверка КСВН входа преобразователей измерительных

Измерения КСВН входа ваттметра с преобразователем измерительным NRV-Z52 в диапазоне частот до 26,0 ГГц проводить в следующей последовательности:

собрать схему, представленную на рисунке 1а;

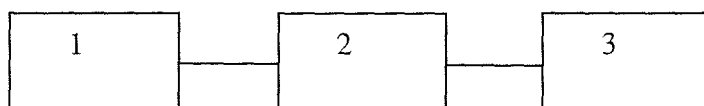
проводить измерения в соответствии с ТО и ИЭ на линию измерительную P1-46.



Где 1 - генератор E8257D (опция 540).
 2 – линия измерительная P1-46.
 3 – измеритель отношения напряжения В8-7.
 2 – переход 3,5/1,5 мм - APC-3,5.
 4 - испытываемый ваттметр.

Рисунок 1а

Измерения КСВН входа ваттметра с преобразователем измерительным NRV-Z54 в диапазоне частот до 18,0 ГГц проводить в следующей последовательности:
 собрать схему, представленную на рисунке 1б;
 проводить измерения в соответствии с ТО и ИЭ на измеритель КСВН панорамный P2-73, (P2-83).



Где 1 - измеритель КСВН панорамный P2-73 (P2-83).
 2 – переход III - N.
 3 – испытываемый ваттметр.

Рисунок 1б

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если полученные значения КСВН входа преобразователей измерительных NRV-Z52, NRV-Z54 соответствуют указанным в таблице 3.

Таблица 3

Диапазон частот	Значение КСВН, не более
NRV-Z52	
от 0,05 до 2 ГГц	1,10;
от 2 до 12,4 ГГц	1,15;
от 12,4 до 18 ГГц	1,20;
от 18 до 26 ГГц	1,25.
NRV-Z54	
от 0,05 до 2 ГГц	1,11
от 2 до 8 ГГц	1,22
от 8 до 12,4 ГГц	1,27
от 12,4 ГГц до 18 ГГц	1,37

8.3.3 Проверка погрешности установки нуля

Проверка абсолютной погрешности установки нуля проводить в следующей последовательности:

собрать схему в соответствии с рисунком 2;



Где 1 - синтезатор частот Г7-15.

2 - ваттметр ВПО-1 (ВПО-2, ВПО-3, ВПО-4, М1-8Б, М1-9Б, М1-10).

4 - переход III – N (КВП 11 x 5,5 - АРС-3,5).

5 – испытываемый ваттметр.

Рисунок 2

дождаться пока показания ваттметра стабилизируются.

провести установку нуля ваттметра в соответствии с технической документацией фирмы-изготовителя.

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значения абсолютной погрешности установки нуля ваттметра находится в пределах с преобразователем измерительным NRV-Z52 - $\pm 0,06$ мкВт и с преобразователем измерительным NRV-Z54 - ± 20 мкВт.

8.3.4 Проверка погрешности измерений мощности

Проверку относительной погрешности измерений мощности ваттметра проводить в следующем порядке:

собрать схему в соответствии с рисунком 2;

установить частоту $f_{on} = 1$ ГГц и уровень мощности синтезатора Г7-14 $P_{on} = 5$ мВт;

установить нулевые показания поверяемого ваттметра и ваттметра ВПО-1 (ВПО-2, ВПО-3, ВПО-4, М1-8Б, М1-9Б, М1-10);

включить мощность СВЧ и после установления показаний одновременно отсчитать показания испытываемого ваттметра и ваттметра ВПО-1 (ВПО-2, ВПО-3, ВПО-4, М1-8Б, М1-9Б, М1-10);

выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности испытываемым ваттметром P_n и ваттметром ВПО-1 (ВПО-2, ВПО-3, ВПО-4, М1-8Б, М1-9Б, М1-10) P_o (с учетом ослабления перехода).

Повторить определение отношения P_n/P_o несколько раз (не менее четырех) и рассчитать среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{cp}$.

Рассчитать случайную погрешность $\delta_{сл}$ по формуле (1):

$$\delta_{сл} = \frac{(P_n / P_o)_{\max} - (P_n / P_o)_{\min}}{(P_n / P_o)_{cp}} * \mu_n, \quad (1)$$

где μ_n – коэффициент, зависящий от числа наблюдений n и определяемый по таблице 4.

Таблица 4

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

Погрешность $\delta_{сл}$ не должна превышать 0,2 от класса точности ваттметра (с измеритель-

ным преобразователем NRV-Z52 кл.т. 8; с измерительным преобразователем NRV-Z54 кл.т. 6).

Определить составляющую погрешности измерений мощности ваттметра δ_{1j} , зависящую от частоты, на опорном значении мощности $P_{on} = 5$ мВт и частотах f_i (0,05; 0,1; 0,15; 0,25; 0,5; 0,75; 1,0; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 2,5; 2,75; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0; 8,5; 9,0; 9,5; 10; 10,5; 11; 11,5; 12; 12,5; 13; 13,5; 14; 14,5; 15; 15,5; 16; 16,5; 17; 17,5; 18,0; 20,0; 22,0; 24,0; 25,86) ГГц по формуле (2):

$$\delta_{1j} = [(P_n / P_o)_{cpi} - 1] \times 100, \% \quad (2)$$

где $(P_n/P_o)_{cpi}$ - среднее арифметическое значение отношения (P_n/P_o) для m частот f_i (m значений).

Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{i1} , зависящую от уровня мощности, на уровнях мощности 5, 10, 50 мВт для измерительного преобразователя NRV-Z52 и 5, 10, 30 Вт для измерительного преобразователя NRV-Z54 в следующей последовательности:

собрать схему в соответствии с рисунком 3;

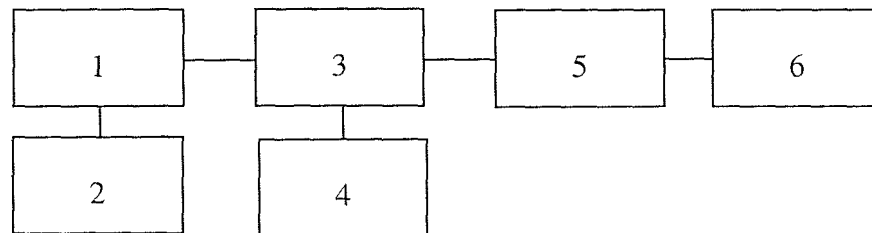
установить частоту генератора Г4-160 $f_{on} = 1$ ГГц;

провести установку нуля;

включить мощность СВЧ и после установления показаний одновременно отсчитать показания испытываемого ваттметра и рабочего эталона (ваттметра МЗ-90, МЗ-93);

выключить мощность СВЧ и определить отношение результатов измерений мощности испытываемым ваттметром P_n и рабочим эталоном P_o (с учетом ослабления перехода).

Повторить определение отношения P_n/P_o несколько раз (не менее четырех) и рассчитать среднее арифметическое значение $(P_n/P_o)_{cpi}$.



Где 1 – генератор Г4-160;

2 – частотомер электронно-счетный ЧЗ-66;

3 – направленный ответвитель из состава ВЭ-25;

4 - ваттметр (МЗ-90, МЗ-93);

5 – переход III – N (III – АРС-3,5);

6 – испытываемый ваттметр.

Рисунок 3

Определить составляющую погрешности измерений мощности δ_{i1} , зависящую от мощности по формуле (3):

$$\delta_{i1} = [(P_n / P_o)_{cpi} - 1] \times 100, \% \quad (3)$$

где $(P_n/P_o)_{cpi}$ - среднее арифметическое значение отношения результатов измерений

мощности ваттметром и рабочим эталоном (P_n/P_o).

По результатам расчетов определить максимальные значения составляющих погрешности измерений мощности блока $\delta_{i1} = \delta_{i1max}$ и $\delta_{lj} = \delta_{ljmax}$.

Значения δ_{i1max} и δ_{ljmax} не должны превышать значения погрешности измерений ($\delta_{из}$), определяемого по формуле (4):

$$\delta_{из} = \pm(\sqrt{\delta_{сл}^2 + \delta_1^2} + \gamma\delta_p), \text{ \%}, \quad (4)$$

где $\delta_{сл}$ - случайная погрешность;

δ_1 - предел допускаемой относительной погрешности рабочего эталона;

δ_p - погрешность рассогласования, определяемая по формуле (5):

$$\delta_p = 2 \cdot |\Gamma_o| \cdot |\Gamma_n| * 100, \text{ \%}, \quad (5)$$

где $|\Gamma_o|$ - модуль эффективного коэффициента отражения выхода рабочего эталона (ваттметра проходящей мощности);

$|\Gamma_n|$ - модуль коэффициента отражения испытываемого ваттметра, определяемый по формуле (6):

$$|\Gamma_n| = \frac{K-1}{K+1} \quad (6)$$

где K – КСВН входа измерительных преобразователей NRV-Z52, NRV-Z54 испытываемого ваттметра;

γ - коэффициент, зависящий от соотношения:

$$\frac{3\delta_p}{\sqrt{\delta_{сл}^2 + \delta_1^2}} \quad (7)$$

и определяемый по таблице 5.

Таблица 5

Значение параметра $\frac{3\delta_p}{\sqrt{\delta_{сл}^2 + \delta_1^2}}$	0	1	2	4	6	8	10	∞
Значение коэффициента γ	0	0,53	0,70	0,85	0,93	0,97	0,98	1

Расчетное значение погрешности измерений ($\delta_{из}$) не должно превышать 0,8 класса точности испытываемого ваттметра.

Относительную погрешность измерений мощности ваттметра рассчитать по формуле (8):

$$\delta_{из} = \delta_{i1max} + \delta_{ljmax} - \delta_{l1}, \quad (8)$$

где δ_{l1} – значение погрешности на опорном уровне мощности при опорной частоте;

Результаты поверки считаются удовлетворительными, если значение $|\delta\%|$ не превышает 0,8 от предела допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 6\%$ с измерительным преобразователем NRV-Z54 и $\pm 8\%$ с измерительным преобразователем NRV-Z52.

8.4 Определение электрического сопротивления и электрической прочности изоляции

Определение электрического сопротивления и электрической прочности изоляции проводится с помощью установки модели S3301 в соответствии с ГОСТ Р 51350-99 (МЭК61010).

9 Оформление результатов поверки

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

9.2 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



В.Л. Воронов

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



Д.Н. Голуб