

## ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

### Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69

#### Назначение средства измерений

Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 предназначены для измерения модуля и фазы коэффициентов отражения и передачи, коэффициента стоячей волны по напряжению и группового времени запаздывания коаксиальных сверхвысокочастотных устройств с воспроизведением их частотных характеристик и цифровым отсчетом результатов измерения на экране персонального компьютера.

#### Описание средства измерений

Принцип действия измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 основан на выделении СВЧ измерительных сигналов с помощью рефлектометров: падающего, прошедшего через измеряемое устройство и отраженного от входа измеряемого устройства, преобразования их с помощью следящего гетеродина в сигналы промежуточной частоты, формирование напряжений, пропорциональных этим сигналам, и дальнейшего дискретного преобразования этих напряжений с целью цифровой обработки и индикации измеряемых величин.

Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 работают в диапазоне частот от 1 МГц до 1500 МГц.

Основной измерительный канал - коаксиальный волновод с сечением 7/3,04 мм, дополнительные измерительные каналы: 3,5/1,52 мм, 16/6,95 мм и 16/4,6 мм.

В состав измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 входят: генератор качающейся частоты сигнала и гетеродина (блок ГКЧ), преобразователь аналого-измерительный (блок ПАИ), измерительные СВЧ узлы и персональный компьютер. Выделение измерительных сигналов производится с помощью внешних измерительных СВЧ узлов – направленного ответвителя и смесителя, конструктивно расположенных вне блоков ГКЧ и ПАИ.

Измерители работают под управлением программного обеспечения на персональном компьютере (ПК) с операционной системой *MS DOS* или *Windows*. Связь измерителя с ПК осуществляется через интерфейсную плату, либо по интерфейсу *COM* или *USB*.

В измерителях комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 реализована векторная коррекция составляющих систематической погрешности измерений.

Для калибровки измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 используются меры короткого замыкания и нагрузки согласованные, входящие в комплект поставки.

Внешний вид измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 представлен на рисунке 1. На рисунке 2 представлен вид задней панели и показаны места пломбирования.



Рисунок 1 – Внешний вид измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69



Рисунок 2 – Задняя панель и места для пломбирования (показаны стрелками) измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69

## Программное обеспечение

Идентификационные данные программного обеспечения приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения (ПО)

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления идентификатора ПО
Исполняемый файл ПО (версия для DOS)	r4_69.exe	ver 1.07	e2f5e3638e5b5aebc c3d7ece30d74f4d	MD5
Исполняемый файл ПО (версия для COM порта)	r4_69a.exe	ver 2.26	b8680cb9883305a1 769c18a19e99bbae	MD5
Исполняемый файл ПО (версия для USB порта)	r4_69b.exe	ver 2.36	a6206702c8bee6a98 c74ecf1496341db	MD5

Программное обеспечение реализовано без выделения метрологически значимой части. Влияние программного обеспечения не приводит к выходу метрологических характеристик анализаторов цепей векторных за пределы допускаемых значений.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений согласно Р 50.2.077-2014 – «низкий».

## Метрологические и технические характеристики

Диапазон рабочих частот, МГц от 1 до 1500

Полоса перестройки частоты, МГц

максимальная, не менее 1499

минимальная, не более:

- при  $f_{\text{макс}}$  от 1 до 11 МГц включ. 0,1
- при  $f_{\text{макс}}$  св. 11 до 132 МГц включ. 0,3
- при  $f_{\text{макс}}$  св. 132 до 1500 МГц включ. 3,0

где  $f_{\text{макс}}$  – максимальная частота установленной полосы перестройки

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты, МГц  $\pm (3 \times 10^{-4} f + 0,05 \Delta F)$ ,

где  $f$  – измеряемая частота, МГц,  $\Delta F$  - полоса перестройки частоты, МГц

Уровень выходного сигнала, мВт, не более:

- на измерительном выходе «СВЧ» 4
- на измерительном выходе «Zx» 1

Диапазоны измерения:

- КСВН от 1 до 2
- модуля коэффициента отражения (Г) от 0 до 1
- модуля коэффициента передачи  $|A|$ , дБ от минус 80 до 30
- фазы коэффициентов передачи и отражения, ° от 0 до  $\pm 180$
- группового времени запаздывания (ГВЗ), нс (в полосе перестройки частоты  $\Delta F$ , МГц) от 0 до  $10^{-4}/\Delta F$

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения КСВН	$\pm 2,5 \times \text{КСВН}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения	$\pm (0,014 + 0,07 \times \Gamma^2)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения, °:	
- для модуля коэффициента отражения $\Gamma$ от 0,1 до 1	$\pm (1 + 4 \times \Gamma + 0,5/\Gamma)$
- для значений КСВН от 1,2 до 2	$\pm (3,2 + 0,7/(\text{КСВН} - 1))$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи <sup>1)</sup> , дБ	$\pm (0,3 + 0,01 \times A)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи, °	$\pm (2 + 0,05 \times A)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ГВЗ, нс	$\pm (300/\Delta F)$
Тип соединителей измерительных портов по ГОСТ РВ 519914	II; III; VIII; IX
Напряжение питания от сети переменного тока частотой $(50 \pm 1)$ Гц, В	от 198 до 242
Потребляемая мощность, В×А, не более:	300
Время установления рабочего режима, мин, не более	15
Время непрерывной работы, ч, не менее	16
Габаритные размеры, мм, не более:	
- блока ГКЧ	486 ´ 173 ´ 505
- блока ПАИ	310 ´ 173 ´ 310
Масса, кг, не более:	
- блока ГКЧ	24
- блока ПАИ	12
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающей среды, °С	от +5 до +45
относительная влажность воздуха, при 25 °С, %, не более	90
атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 800
Средняя наработка на отказ, ч, не менее:	10000

<sup>1)</sup> Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля и фазы коэффициента передачи нормированы для измерения коэффициента передачи четырехполюсников с КСВН входа и выхода не более 1,2.

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации типографским способом (в верхнем правом углу) и маркируется на передней панели измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 методом шелкографии (справа, снизу).

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69 приведён в таблице 2.

Таблица 2 - Комплект поставки измерителей комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69

Наименование, тип	Обозначение	Количество	Примечание
Измеритель комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69	ТНЯИ.411223.003	1	блоки ГКЧ, ПАИ
Комплект комбинированный	ТНЯИ.305658.008	1	СВЧ узлы
	ТНЯИ.305658.009	1	
Методика поверки	-	1	
Руководство по эксплуатации	ТНЯИ.411223.003 РЭ	1	
Формуляр	ТНЯИ.411223.003 ФО	1	
Приложение РЭ1. Альбом схем	ТНЯИ.411223.003 РЭ1	1	поставляется по требованию заказчика
Приложение РЭ2. Поиск неисправностей и ремонт	ТНЯИ.411223.003 РЭ2	1	поставляется по требованию заказчика

### Поверка

Поверка осуществляется по документу МП 60137-15 «Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69. Методика поверки», утвержденной ГЦИ СИ ФГУП «СНИИМ» 28.11.2014 г.

Основные средства поверки:

- а) комплект для измерения соединителей коаксиальных КИСК-3,5, КИСК-7, КИСК-16, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений присоединительных размеров  $\pm 0,01$  мм;
- б) частотомер электронно-счётный ЧЗ-66, относительная погрешность по частоте кварцевого генератора за один год  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ ;
- в) меры с соединителями тип II; III; VIII; IX из состава наборов мер НЗ-1, НЗ-2, НЗ-3, НЗ-4, НЗ-7, диапазон частот от 1 МГц до 1,5 ГГц:
  - нагрузки коаксиальные:
    - КСВН 1.0, пределы допускаемой погрешности не более  $\pm 1$  % (тип II, III, VIII),  $\pm 1,5$  % (тип IX);
    - КСВН 2.0, пределы допускаемой погрешности не более  $\pm 1,5$  % /  $0,7^\circ$  (тип III),  $\pm 2,0$  % /  $\pm 2^\circ$  (тип II, VIII),  $\pm 2,5$  % /  $\pm 2^\circ$  (тип IX);
    - $\Gamma=1$ ; пределы допускаемой погрешности не более  $\pm 0,01$  /  $\pm 0,7^\circ$ ;
  - аттенюаторы с соединителями тип III:
    - 10 дБ, пределы допускаемой погрешности не более  $\pm 0,15$  дБ /  $\pm 1,5^\circ$ ;
    - 20 дБ, 30 дБ, пределы допускаемой погрешности не более  $\pm 0,23$  дБ /  $\pm 2,0^\circ$ .

### **Сведения о методиках (методах) измерений**

Методы измерений приведены в документе: «Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69. Руководство по эксплуатации».

### **Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к измерителям комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69**

1. «Измерители комплексных коэффициентов передачи и отражения Р4-69. Руководство по эксплуатации».

2. ГОСТ Р 8.813 – 2013 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений волнового сопротивления, комплексных коэффициентов отражения и передачи в коаксиальных волноводах в диапазоне частот от 0,01 до 65 ГГц.

### **Рекомендации по областям применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений**

Выполнение работ по обеспечению единства измерений, работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

### **Изготовитель**

ОАО «Курский завод «Маяк», г. Курск  
305016, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 8  
тел.: (4712) 528060 , факс: (4712) 529644,  
эл. почта: [gendir@kursk-mayak.ru](mailto:gendir@kursk-mayak.ru)

### **Испытательный центр**

ГЦИ СИ ФГУП «СНИИМ».  
630004, г. Новосибирск, пр-т Димитрова, 4;  
тел.: (383) 210-08-14;  
факс: (383) 210-13-60;  
сайт: [www.sniim.ru](http://www.sniim.ru);

Аттестат аккредитации ФГУП «СНИИМ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № RA.RU.310556 от 14.01.2015 г.

Заместитель  
Руководителя Федерального  
агентства по техническому  
регулированию и метрологии

С.С. Голубев

М.п.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.