

Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А

**Назначение средства измерений**

Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А предназначены для измерений модуля коэффициента передачи, модуля коэффициента отражения, коэффициента стоячей волны по напряжению (далее - КСВН), мощности в коаксиальном волноводе с диаметрами поперечных сечений 7,0/3,04 мм и для генерирования электрических синусоидальных колебаний.

**Описание средства измерений**

Принцип действия анализаторов цепей скалярных Р2М-04А основан на выделении высокочастотных электромагнитных волн (падающей, прошедшей через исследуемое устройство и отраженной от его входов), преобразовании их в низкочастотные напряжения, пропорциональные мощности этих волн, измерении напряжений и расчете модуля коэффициента отражения, КСВН, модуля коэффициента передачи. Выделение и преобразование производится с помощью головок детекторных и датчиков коэффициента стоячей волны (далее – КСВ).

Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А состоят из блока генераторно-измерительного, головок детекторных, датчиков КСВ, нагрузок комбинированных и кабелей сверхвысоких частот (далее – СВЧ).

Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А имеют 4 модификации. Модификации характеризуются опциями, представленными в таблице 1, и отличаются типами соединителя выхода СВЧ блока генераторно-измерительного и возможностью расширения диапазонов установки уровня выходной мощности и измерений модуля коэффициента передачи:

- «Р2М-04А-01Р» (далее - «01Р») – тип III, розетка по ГОСТ РВ 51914-2002;
- «Р2М-04А-11Р» (далее - «11Р») – тип N, розетка по ГОСТ РВ 51914-2002;
- «Р2М-04А-АТА/70» (далее - «АТА/70») – наличие ступенчатого аттенюатора на выходе блока генераторно-измерительного.

Таблица 1

№	Наименование модификаций	Опции
1	Анализатор цепей скалярный Р2М-04А/1	«01Р»
2	Анализатор цепей скалярный Р2М-04А/2	«11Р»
3	Анализатор цепей скалярный Р2М-04А/3	«01Р», «АТА/70»
4	Анализатор цепей скалярный Р2М-04А/4	«11Р», «АТА/70»

Внешний вид анализаторов цепей скалярных Р2М-04А представлен на рисунке 1, место пломбировки от несанкционированного доступа - на рисунке 2.



Рисунок 1 – Внешний вид анализаторов цепей скалярных Р2М-04А

Архангельск (8182)63-90-72  
 Астана (7172)727-132  
 Астрахань (8512)99-46-04  
 Барнаул (3852)73-04-60  
 Белгород (4722)40-23-64  
 Брянск (4832)59-03-52  
 Владивосток (423)249-28-31  
 Волгоград (844)278-03-48  
 Вологда (8172)26-41-59  
 Воронеж (473)204-51-73  
 Екатеринбург (343)384-55-89  
 Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
 Иркутск (395)279-98-46  
 Казань (843)206-01-48  
 Калининград (4012)72-03-81  
 Калуга (4842)92-23-67  
 Кемерово (3842)65-04-62  
 Киров (8332)68-02-04  
 Краснодар (861)203-40-90  
 Красноярск (391)204-63-61  
 Курск (4712)77-13-04  
 Липецк (4742)52-20-81  
 Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
 Москва (495)268-04-70  
 Мурманск (8152)59-64-93  
 Набережные Челны (8552)20-53-41  
 Нижний Новгород (831)429-08-12  
 Новокузнецк (3843)20-46-81  
 Новосибирск (383)227-86-73  
 Омск (3812)21-46-40  
 Орел (4862)44-53-42  
 Оренбург (3532)37-68-04  
 Пенза (8412)22-31-16  
 Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
 Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
 Рязань (4912)46-61-64  
 Самара (846)206-03-16  
 Санкт-Петербург (812)309-46-40  
 Саратов (845)249-38-78  
 Севастополь (8692)22-31-93  
 Симферополь (3652)67-13-56  
 Смоленск (4812)29-41-54  
 Сочи (862)225-72-31  
 Ставрополь (8652)20-65-13  
 Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
 Тверь (4822)63-31-35  
 Томск (3822)98-41-53  
 Тула (4872)74-02-29  
 Тюмень (3452)66-21-18  
 Ульяновск (8422)24-23-59  
 Уфа (347)229-48-12  
 Хабаровск (4212)92-98-04  
 Челябинск (351)202-03-61  
 Череповец (8202)49-02-64  
 Ярославль (4852)69-52-93



Рисунок 2 – Место на задней панели для пломбирования от несанкционированного доступа

### Программное обеспечение

Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А работают под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением (далее – ПО), которое обрабатывает измерительную информацию, выполняет вычисления и обеспечивает отображение результатов измерений. Информационный обмен между анализатором цепей скалярным Р2М-04А и персональным компьютером осуществляется по интерфейсу Ethernet.

ПО реализовано без выделения метрологически значимой части.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО
Программный комплекс Р2М	Graphit Р2М	2.3	Для файла «launcher.exe»: b5ff8fa0d9f7b56fae15003b8597b891	md5

Метрологические характеристики анализаторов цепей скалярных Р2М-04А нормированы с учетом влияния ПО.

Уровень защиты программного обеспечения от непреднамеренных и преднамеренных изменений соответствует уровню «С» по классификации МИ 3286-2010.

Для работы программного обеспечения необходимо, чтобы персональный компьютер удовлетворял следующим минимальным требованиям:

- процессор Intel® Pentium II® 600 МГц (или аналог);
- наличие адаптера локальной сети – Ethernet;
- оперативная память 512 Мб;
- разрешение экрана 1024 × 768.

Программное обеспечение работает в следующих операционных системах: Windows® XP, Windows® Vista, Windows® 7. Персональный компьютер не входит в комплект поставки.

### Метрологические и технические характеристики

Диапазон рабочих частот, МГц от 10 до 4000.

Диапазоны измерений:

- |                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| модуля коэффициента передачи, дБ  |                    |
| – анализаторов без опции «АТА/70» | от минус 70 до 35; |
| – анализаторов с опцией «АТА/70»  | от минус 70 до 70; |
| модуля коэффициента отражения     | от 0 до 1;         |
| КСВН                              | от 1,02 до 5,00;   |
| мощности, дБм                     | от минус 55 до 15. |

Диапазон установки уровня выходной мощности, дБм:

- |                                   |                    |
|-----------------------------------|--------------------|
| – анализаторов без опции «АТА/70» | от минус 20 до 15; |
| – анализаторов с опцией «АТА/70»  | от минус 90 до 15. |

Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты при работе от внутреннего опорного генератора в течение одного года	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$ .
Дискретность установки частоты, Гц	1.
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи, дБ <sup>1)</sup>	$\pm (0,02 \cdot  A  + 0,2)$ .
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения <sup>1)</sup>	$\pm (0,09 \cdot \Gamma^2 + 0,02)$ .
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН при $K_{cmU} \leq 2$ , % <sup>1)</sup>	$\pm (3 \cdot K_{cmU} + 1)$ .
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений КСВН при $2 < K_{cmU} \leq 5$ , % <sup>2)</sup>	$dK_+ = [(K_{cmU}(\Gamma + D\Gamma)/K_{cmU}(\Gamma)) - 1] \times 100$ ; $dK_- = [(K_{cmU}(\Gamma - D\Gamma)/K_{cmU}(\Gamma)) - 1] \times 100$ .
Пределы допускаемой погрешности измерений мощности, дБ	$\pm 1$ .
Пределы допускаемой погрешности установки уровня выходной мощности в диапазоне мощностей, дБ <sup>3)</sup>	
от минус 55 до менее минус 20 дБм	$\pm 1,5$ ;
от минус 20 до 15 дБм	$\pm 1,0$ .
КСВН выхода СВЧ, не более	1,7.
Период обновления измерений в полном диапазоне рабочих частот при количестве точек 501 и усреднении 3, мс, не более	400.
Количество измерительных входов	3.
Напряжение питания от сети переменного тока частотой $(50 \pm 1)$ Гц, В от 198 до 242.	
Потребляемая мощность, В·А, не более	60.
Время установления рабочего режима, ч, не более	0,5.
Время непрерывной работы, ч, не менее	16.
Габаритные размеры блока генераторно-измерительного (высота×ширина×длина), мм, не более	170×280×335.
Масса блока генераторно-измерительного, кг, не более	8.
Рабочие условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 35;
относительная влажность воздуха, при плюс 25 °С, %, не более	80;
атмосферное давление кПа (мм рт. ст.)	от 70 до 106,7 (от 537 до 800).
Тип соединителей выхода СВЧ:	
анализаторов с опцией «01Р»	Ш, розетка;
анализаторов с опцией «11Р»	Н, розетка.

<sup>1)</sup>  $A, \Gamma, K_{cmU}$  – измеренные значения модуля коэффициента передачи, модуля коэффициента отражения и КСВН соответственно.

Погрешность измерений модуля коэффициента передачи нормируется при измерениях согласованных четырехполосников с КСВН входа и выхода не более 1,3. Для рассогласованных четырехполосников допускаемая дополнительная абсолютная погрешность измерений  $DA_{дон}$ , дБ, рассчитывается по формуле:

$$DA_{дон} = 20 \log[(0,9677 - (1+k)0,017) / (1 - 0,183\Gamma_{вх} - 0,064\Gamma_{вых} - (1+k)0,017)],$$

где  $\Gamma_{вх}$  и  $\Gamma_{вых}$  – модули коэффициентов отражения входа и выхода исследуемого четырехполосника;  
 $k$  – модуль коэффициента передачи исследуемого четырехполосника в относительных единицах по напряжению.

<sup>2)</sup> Где  $dK_+$  и  $dK_-$  – верхний и нижний пределы относительной погрешности измерений КСВН;  
 $K_{cmU}(\Gamma)$  – КСВН, равный  $(1+\Gamma)/(1-\Gamma)$ ;  
 $D\Gamma$  – абсолютная погрешность измерений модуля коэффициента отражения.

<sup>3)</sup> Для анализаторов с опцией «АТА/70» пределы допускаемой относительной погрешности установки уровня мощности нормируются в режиме «Максимальное согласование».

Показатели надежности:

средний срок службы, лет 5;  
средняя наработка на отказ, ч, не менее 10000.

### Знак утверждения типа

Наносится на переднюю панель блока генераторно-измерительного и титульный лист руководства по эксплуатации ЖНКЮ.468166.026РЭ типографским способом.

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки анализаторов цепей скалярных Р2М-04А приведен в таблице 3.

Таблица 3

Наименование	Обозначение	Кол., шт.	Примечание
Блок генераторно-измерительный:			
АЦС-04А/1	ЖНКЮ.468151.023	1	опция «01Р»
АЦС-04А/2	ЖНКЮ.468151.023-01		опция «11Р»
АЦС-04А/3	ЖНКЮ.468151.024		опции «01Р», «АТА/70»
АЦС-04А/4	ЖНКЮ.468151.024-01		опции «11Р», «АТА/70»
Головка детекторная Д42-18-01	ЖНКЮ.467732.009-01	1	тип III
Головка детекторная Д42-18-11	ЖНКЮ.467732.009-03	1	тип N
Датчик КСВ ДК1-04-01Р-01Р	ЖНКЮ.467739.002	1	тип III
Датчик КСВ ДК1-04-11Р-11Р	ЖНКЮ.467739.002-01	1	тип N
Нагрузка комбинированная НКХ1-18-01	ЖНКЮ.468518.008	1	тип III
Нагрузка комбинированная НКХ1-18-11	ЖНКЮ.468518.008-01	1	тип N
Кабель СВЧ КСА18А-01-01-600	ЖНКЮ.685675.007	1	тип III, 0,6 м
Кабель СВЧ КСА18А-01-01-1000	ЖНКЮ.685675.007-01	1	тип III, 1,0 м
Кабель СВЧ КСА18А-11-11-600	ЖНКЮ.685675.007-03	1	тип N, 0,6 м
Кабель СВЧ КСА18А-11-11-1000	ЖНКЮ.685675.007-04	1	тип N, 1,0 м
Переход коаксиальный ПК2-18-11Р-01	ЖНКЮ.468562.016-02	1	тип N, розетка – тип III,вилка
Переход коаксиальный ПК2-18-01Р-11	ЖНКЮ.468562.016-01	1	тип III, розетка – тип N, вилка
Кабель Ethernet	ЖНКЮ.685611.077	1	патч-корд Cat.5e или аналог
Кабель питания	ЖНКЮ.685631.067	1	евростандарт, с заземляющим проводником
Руководство по эксплуатации	ЖНКЮ.468166.026РЭ	1	три части
Формуляр	ЖНКЮ.468166.026ФО	1	
Методика поверки	ЖНКЮ.468166.026ДЗ	1	
Программный комплекс Р2М	ЖНКЮ.02007-07	1	поставляется на компакт-диске
Упаковка	ЖНКЮ.468916.004	1	
Примечания:			
1 Модификация блока генераторно-измерительного определяется при заказе.			
2 Количество и типы головок детекторных, датчиков КСВ и кабелей СВЧ определяются при заказе.			
3 Характеристики головок детекторных и датчиков КСВ записаны на компакт-диск и входят в комплект поставки.			
4 Переходы коаксиальные поставляются по согласованию с потребителем.			

## Поверка

осуществляется по документу «Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А. Методика поверки» ЖНКЮ.468166.026ДЗ, утвержденному ФБУ «Томский ЦСМ» в июне 2012 г.

Основные средства поверки:

- частотомер электронно-счетный ЧЗ-66, диапазон рабочих частот от 10 до 4000 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности по частоте кварцевого генератора за 12 месяцев  $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ ;
- ваттметр с блоком измерительным Е4418В и преобразователем измерительным Е4412А, диапазон рабочих частот от 10 до 4000 МГц, диапазон измерений мощности от минус 55 до 15 дБм, пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности  $\pm 8$  %;
- комплект для измерений соединителей коаксиальных КИСК-7, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений  $\pm 0,02$  мм;
- набор мер комплексного коэффициента передачи ДК2-70, диапазон рабочих частот от 10 до 4000 МГц, номинальные значения ослаблений аттенюаторов 10, 20 и 30 дБ, пределы допускаемой абсолютной погрешности определения действительных значений  $\pm 0,2$  дБ;
- набор мер КСВН и полного сопротивления 1-го разряда ЭК9-140, диапазон рабочих частот от 10 до 4000 МГц, номинальные значения КСВН мер 1,2 и 2,0, пределы допускаемой относительной погрешности определения действительных значений  $\pm 2,5$  %.

## Сведения о методиках (методах) измерений

Метод измерений приведен в документе ЖНКЮ.468166.026РЭ «Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А. Руководство по эксплуатации».

## Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам цепей скалярным Р2М-04А

1. ГОСТ 22261–94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия.
2. ГОСТ 16423-78 Измерители коэффициента стоячей волны по напряжению панорамные. Типы. Технические требования и методы испытаний.
3. ЖНКЮ.468166.026ТУ Анализаторы цепей скалярные Р2М-04А. Технические условия.
4. МИ 1700-87 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений полного сопротивления в коаксиальных волноводах поперечного сечения 16/6,95; 16/4,58; 7/3,04 и 3,5/1,52 мм в диапазоне частот 0,02 – 18,00 ГГц.

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

Выполнение работ по оценке соответствия промышленной продукции и продукции других видов, а также иных объектов установленным законодательством Российской Федерации обязательным требованиям.

Архангельск (8182)63-90-72  
Астана (7172)727-132  
Астрахань (8512)99-46-04  
Барнаул (3852)73-04-60  
Белгород (4722)40-23-64  
Брянск (4832)59-03-52  
Владивосток (423)249-28-31  
Волгоград (844)278-03-48  
Вологда (8172)26-41-59  
Воронеж (473)204-51-73  
Екатеринбург (343)384-55-89  
Иваново (4932)77-34-06

Ижевск (3412)26-03-58  
Иркутск (395)279-98-46  
Казань (843)206-01-48  
Калининград (4012)72-03-81  
Калуга (4842)92-23-67  
Кемерово (3842)65-04-62  
Киров (8332)68-02-04  
Краснодар (861)203-40-90  
Красноярск (391)204-63-61  
Курск (4712)77-13-04  
Липецк (4742)52-20-81  
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13  
Москва (495)268-04-70  
Мурманск (8152)59-64-93  
Набережные Челны (8552)20-53-41  
Нижний Новгород (831)429-08-12  
Новокузнецк (3843)20-46-81  
Новосибирск (383)227-86-73  
Омск (3812)21-46-40  
Орел (4862)44-53-42  
Оренбург (3532)37-68-04  
Пенза (8412)22-31-16  
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47  
Ростов-на-Дону (863)308-18-15  
Рязань (4912)46-61-64  
Самара (846)206-03-16  
Санкт-Петербург (812)309-46-40  
Саратов (845)249-38-78  
Севастополь (8692)22-31-93  
Симферополь (3652)67-13-56  
Смоленск (4812)29-41-54  
Сочи (862)225-72-31  
Ставрополь (8652)20-65-13  
Казахстан (772)734-952-31

Сургут (3462)77-98-35  
Тверь (4822)63-31-35  
Томск (3822)98-41-53  
Тула (4872)74-02-29  
Тюмень (3452)66-21-18  
Ульяновск (8422)24-23-59  
Уфа (347)229-48-12  
Хабаровск (4212)92-98-04  
Челябинск (351)202-03-61  
Череповец (8202)49-02-64  
Ярославль (4852)69-52-93