

# ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

## Анализаторы спектра СК4М-18

### Назначение средства измерений

Анализаторы спектра СК4М-18 предназначены для измерения уровня мощности и частоты входного сигнала, измерений спектральных характеристик сигналов в диапазоне частот от 100 Гц до 18 (20) ГГц в коаксиальных волноводах с диаметрами поперечных сечений 7,0/3,04 мм и 3,5/1,52 мм.

### Описание средства измерений

Область применения анализаторов спектра СК4М-18 – производство и контроль ВЧ и СВЧ устройств и оборудования, исследование, настройка и испытания узлов, используемых в радиоэлектронике, связи, приборостроении, измерительной технике.

Анализаторы спектра СК4М-18 по принципу действия являются анализаторами последовательно-параллельного типа. Принцип работы приборов основан на гетеродинном переносе исследуемого сигнала на промежуточную частоту и последующей его обработке с помощью аналогово-цифрового преобразователя.

Анализатор спектра СК4М-18 имеет двенадцать модификаций. Каждая модификация характеризуется определенным набором конструктивных и функциональных возможностей (опций). Имеются следующие опции: «СК4М-18-11Р», «СК4М-18-13Н», «СК4М-18-РКА», «СК4М-18-АПА» и «СК4М-18-МУА» (далее по тексту соответственно «11Р», «13Н», «РКА», «АПА» и «МУА»). При упоминании опций «РКА», «АПА» и «МУА» подразумевается, что они установлены и включены). Описание опций приведено в таблице 1.

Таблица 1

Опция	Описание опции
«11Р»	На измерительном входе СВЧ установлен соединитель типа N, розетка. Наличие этой опции исключает опцию «13Н».
«13Н»	На измерительном входе СВЧ установлен соединитель типа NMD 3,5 мм, вилка. Наличие этой опции исключает опцию «11Р».
«РКА»	Встроен отключаемый разделительный конденсатор для защиты входных цепей анализатора спектра СК4М-18 от постоянного тока через соединитель измерительного входа СВЧ. Наличие этой опции исключает опцию «АПА».
«АПА»	Встроен отключаемый адаптер питания для подачи электропитания на исследуемое устройство через соединитель измерительного входа СВЧ. Наличие этой опции исключает опцию «РКА».
«МУА»	Встроен отключаемый предусилитель для улучшения чувствительности анализатора спектра СК4М-18, имеет встроенный разделительный конденсатор.

Модификации анализаторов спектра СК4М-18 с указанием соответствующих им наборов опций приведены в таблице 2. Внешний вид анализаторов спектра СК4М-18 приведён на рисунках 1 и 2, на рисунке 3 приведена схема пломбировки от несанкционированного доступа.

Конструктивно анализатор спектра СК4М-18 выполнен в металлическом корпусе. Анализатор спектра СК4М-18 работает под управлением внешнего персонального компьютера (ПК), для связи с персональным компьютером используется интерфейс Ethernet.

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

Таблица 2

Наименование	Примечание
Анализатор спектра СК4М-18/1	опция «11Р»
Анализатор спектра СК4М-18/2	опции «11Р», «АПА»
Анализатор спектра СК4М-18/3	опции «11Р», «МУА»
Анализатор спектра СК4М-18/4	опции «11Р», «РКА»
Анализатор спектра СК4М-18/5	опции «11Р», «МУА», «АПА»,
Анализатор спектра СК4М-18/6	опции «11Р», «МУА», «РКА»
Анализатор спектра СК4М-18/7	опция «13Н»
Анализатор спектра СК4М-18/8	опции «13Н», «АПА»
Анализатор спектра СК4М-18/9	опции «13Н», «МУА»
Анализатор спектра СК4М-18/10	опции «13Н», «РКА»
Анализатор спектра СК4М-18/11	опции «13Н», «МУА», «АПА»
Анализатор спектра СК4М-18/12	опции «13Н», «МУА», «РКА»



СК4М-18/1, СК4М-18/3, СК4М-18/4,  
СК4М-18/6



СК4М-18/2, СК4М-18/5



СК4М-18/7, СК4М-18/9, СК4М-18/10,  
СК4М-18/12



СК4М-18/8, СК4М-18/11

Рисунок 1 – Внешний вид анализатора спектра СК4М-18 (передняя панель).



Рисунок 2 – Внешний вид анализатора спектра (задняя панель).



Рисунок 3 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа (выделено).

### Программное обеспечение

Анализаторы спектра СК4М-18 работают под управлением внешнего персонального компьютера с установленным программным обеспечением (программа управления СК4М ЖНКЮ.02011-00), которое обрабатывает измерительную информацию, выполняет вычисления и обеспечивает отображение результатов измерений. Информационный обмен между анализатором спектра СК4М-18 и персональным компьютером осуществляется по интерфейсу Ethernet.

Программное обеспечение (ПО) реализовано без выделения метрологически значимой части.

Метрологические характеристики анализаторов спектра СК4М-18 нормированы с учетом влияния программного обеспечения.

Общие сведения о программном обеспечении приведены в таблице 3.

Таблица 3

Уровень защиты (класс риска)	«высокий» по Р 50.2.077-2014 (класс С по WELMEC 7.2)
Идентификационное наименование	Graphit СК4М
Идентификационный номер версии	2.3 и выше

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

- процессор Intel® Pentium® 4 или AMD Athlon® 64 (с частотой 2 ГГц или более мощный);
- операционная система Windows® XP (SP 3), Windows® Vista, Windows® 7, 8;
- разрешение экрана 1024´768;
- оперативная память 1 Гб (для 32-разрядной системы) или 2 Гб (для 64-разрядной системы);
- наличие адаптера локальной сети – Ethernet;
- для подключения анализатора к ПК использовать кабель Ethernet типа Патч-корд из комплекта анализатора, либо аналог.

### Метрологические и технические характеристики

Таблица 4

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
<p>Диапазон рабочих частот для наборов опций:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- при наличии опции «11Р»</li> <li>- при наличии опции «13Н»</li> <li>- при активных опциях «РКА», «АПА», «МУА»</li> </ul>	<p>от 100 Гц до 18 ГГц от 100 Гц до 20 ГГц от 20 МГц до 18(20) ГГц</p>
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора за год ( $\delta_{ог}$ )	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты ( $F_{изм}$ ) в режиме частотомера (при отношении сигнал/шум не менее 25 дБ), Гц	$\pm (\delta_{ог} \cdot F_{изм} + 1)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности синусоидального сигнала 100 МГц в диапазоне уровней мощности от минус 130 до минус 90 дБм (дБ относительно 1 мВт), дБ	$\pm 0,6$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности синусоидального сигнала 100 МГц в диапазоне уровней мощности от минус 90 до 0 дБм, дБ	$\pm 0,3$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности синусоидального сигнала 100 МГц в диапазоне уровней мощности от 0 до плюс 30 дБм, дБ	$\pm 0,6$
Пределы допускаемой неравномерности относительной амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно опорной частоты 100 МГц, при входном аттенюаторе 10 дБ, дБ:	
при уровне мощности входного сигнала 0 дБм	
от 10 МГц до 19 МГц включ.	$\pm 1,0$
св. 19 МГц до 3,2 ГГц включ.	$\pm 0,75$
св. 3,2 ГГц до 9 ГГц включ.	$\pm 1,5$

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики	
св. 9 ГГц до 19,999 ГГц включ.	± 2,0	
при уровне мощности входного сигнала минус 40 дБМ от 20 МГц до 3,2 ГГц включ. св. 3,2 ГГц до 9 ГГц включ. св. 9 ГГц до 19,999 ГГц включ.	± 1,0	
	± 1,75	
	± 2,0	
	± 2,0	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала минус 30 дБм на частоте 100 МГц, дБ	± 0,2	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы на фиксированной частоте 100 МГц, при значении входного сигнала от 0 дБм до минус 90 дБм, дБ	± 0,1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала при переключении фильтра промежуточной частоты (ФПЧ) относительно опорной полосы ФПЧ 3 МГц, дБ	± 0,1	
Пределы допускаемой погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенюатора на фиксированной частоте 100 МГц, дБ	± 0,3	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки опорного уровня на фиксированной частоте 100 МГц, дБ	± 0,2	
Пределы допускаемой относительной погрешности установки полос фильтра ПЧ по уровню минус 3 дБ, %:		
от 1 Гц до 1 кГц	± 5	
от 3 кГц до 300 кГц	± 10	
от 1 МГц до 3 МГц	± 15	
Коэффициент прямоугольности фильтра ПЧ (минус 60 дБ / минус 3 дБ, фильтр ПЧ ≤ 3 МГц), не более	5	
Уровень помех, обусловленный гармоническими искажениями второго порядка, выраженном в виде точки пересечения второго порядка (SHI), при входном аттенюаторе 0 дБ, в частотном диапазоне от 2 ГГц до 9 ГГц, дБм, не менее	предусилитель выключен, уровень на входе минус 10 дБм	предусилитель включен, уровень на входе минус 50 дБм
	90	минус 5
Интермодуляционные искажения третьего порядка при двух тонах разнесением по частоте более 5 кратной ширины полосы фильтра ПЧ, при входном аттенюаторе 0 дБ в диапазоне частот от 20 МГц до 20 ГГц, дБм, не менее	предусилитель выключен, уровень на входе минус 10 дБм	предусилитель включен, уровень на входе минус 30 дБм
	15	минус 20
Средний уровень собственных шумов, приведённых ко входу анализатора в полосе пропускания 1 Гц при входном ослаблении 0 дБ и согласованной нагрузке, подключенной ко входу прибора, дБм, не более		
предусилитель выключен		
от 10 кГц до 10 МГц включ.	минус 140	

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
св. 10 МГц до 3,2 ГГц включ.	минус 148
св. 3,2 ГГц до 9 ГГц включ.	минус 138
св. 9 ГГц до 20 ГГц включ.	минус 133
предусилитель включен (опция МУА)	
от 20 МГц до 3,2 ГГц включ.	минус 164
св. 3,2 ГГц до 9 ГГц включ.	минус 162
св. 9 ГГц до 20 ГГц включ.	минус 160
Уровень фазовых шумов относительно уровня на центральной частоте 1 ГГц, дБн/Гц, не более	
при отстройке частоты	
1 кГц	минус 110
10 кГц	минус 115
100 кГц	минус 120
1 МГц	минус 135
Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) СВЧ входа при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ в диапазоне частот от 10 МГц до 18 ГГц (до 20 ГГц для опции 13Н), не более	2,0
Диапазон значений ослабления входного аттенюатора, дБ	от 0 до 70 с шагом 10
Номинальные значения полос пропускания на уровне минус 3 дБ, Гц	От 1 до 10 <sup>3</sup> с шагом 1; 2; 3; 5; 7; от 10 <sup>3</sup> до 10 <sup>7</sup> с шагом 1; 3; 140; 6366
Диапазон перестройки полос видеофильтров, Гц	От 1 до 10 <sup>3</sup> с шагом 1; 2; 3; 5; 7; от 10 <sup>3</sup> до 10 <sup>7</sup> с шагом 1; 3
Напряжение питания генератора шума, В	28 ± 0,2
Время установления рабочего режима, ч, не более	0,5
Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	16
Габаритные размеры (длина × ширина × высота), мм, не более	390×390×205
Масса, кг, не более	18
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 198 до 242
Потребляемая мощность, В·А, не более	300
Тип соединителя входа «СВЧ»	
опция «11Р»	N, розетка
опция «13Н»	NMD 3,5 мм, вилка
Условия эксплуатации	группа 3 по ГОСТ 22261-94
Рабочие условия эксплуатации:	
диапазон рабочих температур, °С	от плюс 15 до плюс 35
относительная влажность при температуре 25 °С, %, не более	80
атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 800

### Знак утверждения типа

Знак утверждения типа наносится на титульный лист руководства по эксплуатации ЖНКЮ.468166.013 РЭ типографским способом (в верхнем правом углу) и маркируется на задней панели анализаторов спектра СК4М-18 методом наклейки (в верхнем левом углу).

### Комплектность средства измерений

Комплект поставки анализаторов спектра СК4М-18 приведён в таблице 5.

Таблица 5– Комплект поставки анализаторов спектра СК4М-18.

Наименование, тип	Обозначение	Количество, шт.	Примечание
Анализатор спектра СК4М-18/1, СК4М-18/2, СК4М-18/3, СК4М-18/4, СК4М-18/5, СК4М-18/6, СК4М-18/7, СК4М-18/8, СК4М-18/9, СК4М-18/10, СК4М-18/11, СК4М-18/12	ЖНКЮ.468166.013	1	модификация определяется при заказе
Кабель Ethernet	ЖНКЮ.685611.077	1	патч-корд Cat.5e или аналог
Кабель питания	ЖНКЮ.685631.067	1	с заземляющим проводником, евростандарт
Руководство по эксплуатации	ЖНКЮ.468166.013 РЭ	1	
Формуляр	ЖНКЮ.468166.013 ФО	1	
Методика поверки	ЖНКЮ.468166.013 ДЗ	1	
Программа управления СК4М	ЖНКЮ.02011-00	1	поставляется на отдельном цифровом носителе
Упаковка		1	

### Поверка

Осуществляется в соответствии с документом МП РТ 2193-2014 (ЖНКЮ.468166.013 ДЗ), «Анализаторы спектра СК4М-18. Методика поверки» утвержденным ГЦИ СИ ФБУ «Ростест-Москва» 28.10.2014 г.

Средства поверки:

Таблица 6

Наименование средства поверки	Основные технические характеристики	
	Пределы измерения	Класс, разряд, погрешность
1	2	3
Стандарт частоты рубидиевый GPS-12RR, Госреестр № 43830-10	Выходная частота: 5; 10 МГц	Пределы допускаемой относительной погрешности частоты за 12 мес. $\pm 5 \cdot 10^{-10}$

1	2	3
Частотомер универсальный CNT-90XL, Госреестр № 31811-06	Диапазон частот от 0,001Гц до 0,3 ГГц (канал «А»), от 0,3 до 46 ГГц (канал «С»)	Пределы допускаемой относительной погрешности по частоте кварцевого генератора за 12 мес. $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ ( $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой)
Преобразователь измерительный NRP-Z21, Госреестр № 37008-08	Диапазон рабочих частот от 0 до 18 000 МГц. Диапазон измерений мощности от минус 67 дБм до плюс 23 дБм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 2,5 \%$ (эталон II разряда)
Преобразователь измерительный NRP-Z51, Госреестр № 37008-08	Диапазон рабочих частот от 0 до 18 000 МГц. Диапазон измерений мощности от минус 35 дБм до плюс 20 дБм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 2,5 \%$ (эталон II разряда)
Преобразователь измерительный NRP-Z55, Госреестр № 37008-08	Диапазон рабочих частот от 0 до 40 000 МГц. Диапазон измерений мощности от минус 35 дБм до плюс 20 дБм	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений мощности $\pm 10 \%$
Генератор сигналов СВЧ SMF100A, Госреестр № 39089-08	Диапазон частот от 100 кГц до 43,5 ГГц; уровень сигнала от минус 130 дБ до плюс 30 дБ относительно 1 мВт	Пределы допускаемой относительной погрешности частоты за 12 мес. $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ с внешней опорной частотой
Генератор сигналов низкочастотный прецизионный ГЗ-110, Госреестр № 5460-76	Диапазон частот от 0,01Гц до 1 999 999,99 Гц	Пределы допускаемой абсолютной погрешности частоты $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ за 12 мес.
Генератор сигналов E8257D, Госреестр № 53941-13	Диапазон частот от 250 кГц до 40 000 МГц; диапазон установки уровня от минус 10 дБм до плюс 10 дБм	Уровни фазовых шумов на частоте 1 ГГц при отстройках: 1 кГц – минус 120 дБн/Гц; 10 кГц – минус 130 дБн/Гц; 100 кГц – минус 130 дБн/Гц; 1000 кГц – минус 140 дБн/Гц.

1	2	3
Аттенюатор ступенчатый R&S RSC, Госреестр № 48368-11	Диапазон частот от 0 до 6000 МГц; диапазон ослабления от 0 до 139,9 дБ	Погрешность уста- новки ослабления ± 0,2 дБ; неповторяемость при переключении не бо- лее 0,02 дБ
Анализатор электрических цепей век- торный ZVA 50, Госреестр № 48355-11	Диапазон частот от 10 до 50 000 МГц; пределы измерения КСВН от 1,05 до 10,0	Пределы допускаемой погрешности измере- ния КСВН ± (3·КстU+2) %
Мультиметр цифровой М 890G, Госреестр № 16245-97	Диапазон измерений - постоянного напряжения: 200 мВ, 2, 20, 200, 1000 В;  - переменного напряжения: 200 мВ, 2, 20, 200, 700 В	± 0,5 % от предела диапазона ± 1 ед. мл. разряда.  ± 1,2 % от предела диапазона ± 3 ед. мл. разряда

### Сведения о методиках (методах) измерений

ЖНКЮ.468166.013 РЭ «Анализатор спектра СК4М-18. Руководство по эксплуатации».

### Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам спектра СК4М-18

1. ЖНКЮ.468166.013 ТУ. Анализатор спектра СК4М-18. Технические условия.
2. МИ 2171-91 Государственный первичный эталон и государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения в диапазоне частот 0,002 – 178,3 ГГц (государственная поверочная схема).

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

Анализаторы спектра СК4М-18 применяются в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений при выполнении работ по оценке соответствия продукции и иных объектов обязательным требованиям в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

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