

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «20» мая 2024 г. № 1202

Регистрационный № 92098-24

Лист № 1
Всего листов 15

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы спектра СК4М

Назначение средства измерений

Анализаторы спектра СК4М (далее – анализаторы) предназначены для измерений частоты, уровня мощности и параметров модуляции спектральных составляющих радиотехнических сигналов, коэффициента шума.

Описание средства измерений

В зависимости от конструкции и рабочего диапазона частот, анализаторы имеют два исполнения: СК4М-18А и СК4М-50. По принципу действия являются анализаторами спектра последовательно-параллельного типа. Их принцип работы основан на гетеродинном переносе исследуемого сигнала на промежуточную частоту, оцифровке сигнала аналогово-цифровым преобразователем и последующей его обработке с помощью алгоритмов и устройств цифровой обработки сигналов.

Анализаторы спектра выпускаются в различных модификациях, отличающихся функциональными возможностями. Функциональные возможности, метрологические и технические характеристики анализаторов определяются составом опций, входящих в их комплект. Обозначения и наименования опций приведены в таблице 1. Модификации анализаторов приведены в таблице 2.

Конструктивно анализаторы выполнены в виде моноблока в металлическом корпусе. Управление анализаторами обеспечивается с помощью устройства управления и отображения, в качестве которого (в комплект поставки анализаторов не входит) используется персональный компьютер (далее - ПК), для связи с ПК используется интерфейс Ethernet.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Заводской номер состоящий из 10 арабских цифр, наносятся на заднюю стенку корпуса анализатора в виде наклейки. Ограничение доступа к местам настройки (регулировки), осуществляется путем нанесения мастичных пломб на винтах крепления задней стенки анализатора.

Общий вид анализаторов с указанием мест пломбировки, мест нанесения знака утверждения типа, заводского номера приведены на рисунках 1, 2.

Таблица 1 – Опции анализаторов и их описание

Опция	Описание опции
«11Р»	На измерительном входе СВЧ установлен соединитель типа N, розетка. Применимо только для СК4М-18А. Наличие этой опции исключает опции «13Н» и «05Н»

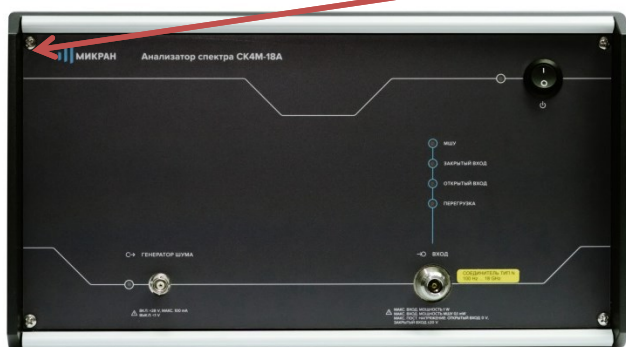
Продолжение таблицы 1

Опция	Описание опции
«13Н»	На измерительном входе СВЧ установлен соединитель типа NMD 3,5 мм, вилка ¹⁾ . Применимо только для СК4М-18А. Наличие этой опции исключает опции «11Р» и «05Н»
«05Н»	На измерительном входе СВЧ установлен соединитель типа NMD, вилка ²⁾ . Применимо только для СК4М-50. Наличие этой опции исключает опции «11Р» и «13Н»
«АПА»	Встроен отключаемый адаптер питания (для подачи электропитания на исследуемое устройство через соединитель измерительного входа СВЧ), который имеет встроенный разделительный конденсатор. Наличие этой опции исключает опцию «АДП»
«МУА»	Встроен отключаемый предусилитель для улучшения чувствительности анализатора, имеет встроенный разделительный конденсатор
«АДП»	Опция аналоговой демодуляции (АМ, ЧМ, ФМ). Позволяет измерять частоту модулирующего сигнала, коэффициент амплитудной модуляции (для АМ), девиации частоты (для ЧМ), девиации фазы (для ФМ).
«ИКШ»	Опция измерений коэффициента шума и коэффициента передачи
«ГРП»	Опция градуировки генераторов шума
«ИФШ»	Опция измерений фазовых шумов
¹⁾ Совместим с соединителем 3,5 мм розетка по ГОСТ РВ 51914-2002. ²⁾ Совместим с соединителем 2,4 мм розетка по ГОСТ РВ 51914-2002. Примечания 1 Опции «АДП», «ИКШ», «ИФШ» и «ГРП» являются программными и могут быть добавлены в заказ для любой модификации анализатора; опции «ИКШ» и «ГРП» используются совместно с опцией «МУА» или с дополнительным внешним малошумящим усилителем (МШУ). 2 Для использования опции «ИКШ» требуется внешний генератор шума (ГШ) (не входит в комплект поставки при заказе опции). Для использования данной опции на частотах выше 30 ГГц рекомендуется использование внешнего предусилителя из комплекта поставки. 3 Для использования опции «ГРП» необходимы дополнительные аттенюаторы и переходы (входят в комплект поставки при заказе опции). Для использования данной опции на частотах выше 30 ГГц рекомендуется использование внешнего предусилителя из комплекта поставки	

Таблица 2 – Модификации и соответствующие наборы опций анализаторов

Модификация	Опции	Модификация	Опции
СК4М-18А /1	опция «11Р»	СК4М-18А /7	опции «13Н», «АПА»
СК4М-18А /2	опции «11Р», «МУА»	СК4М-18А /8	опции «13Н», «МУА», «АПА»
СК4М-18А /3	опции «11Р», «АПА»	СК4М-50/1	опция «05Н»
СК4М-18А /4	опции «11Р», «МУА», «АПА»	СК4М-50/2	опции «05Н», «МУА»
СК4М-18А /5	опция «13Н»	СК4М-50/3	опции «05Н», «АПА»
СК4М-18А /6	опции «13Н», «МУА»	СК4М-50/4	опции «05Н», «МУА», «АПА»

Место нанесения
знака утверждения
типа



модификации SK4M-18A/1, SK4M-18A/2



модификации SK4M-18A/3, SK4M-18A/4

Место нанесения
знака утверждения
типа



модификации SK4M-18A/5, SK4M-18A/6



модификации SK4M-18A/7, SK4M-18A/8

Место нанесения
знака утверждения
типа



модификации SK4M-50/1, SK4M-50/2



модификации SK4M-50/3, SK4M-50/4

Рисунок 1 – Общий вид анализаторов с указанием мест нанесения знака утверждения типа



Рисунок 2 – Общий вид анализаторов с указанием мест нанесения пломбировки и заводского номера

Программное обеспечение

Анализаторы работают под управлением внешнего ПК с установленным программным обеспечением (ПО) «Graphit СК4М». ПО управляет аппаратной частью, обрабатывает измерительную информацию, обрабатывает поступающие команды и выдает результат их исполнения, обеспечивает отображение результатов измерений и их запись в память ПК.

ПО реализовано без выделения метрологически значимой части. Влияние ПО не приводит к выходу метрологических характеристик анализатора за пределы допустимых значений.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014 «высокий». Защита от несанкционированного доступа к настройкам и измерительной информации обеспечивается пломбированием корпуса и аппаратно-программными методами, при которых невозможна модификация ПО без специализированного оборудования изготовителя.

Идентификационные данные ПО приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Graphit СК4М
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.6.12
Цифровой идентификатор ПО	-
Алгоритм вычисления идентификатора ПО	-

Метрологические и технические характеристики

Таблица 4 – Метрологические характеристики анализаторов

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
1 Диапазон рабочих частот для наборов опций: СК4М-18А - опция «11Р» - опция «13Н» - при активных опциях «АПА», «МУА» СК4М-50 - при неактивных¹⁾ опциях «АПА», «МУА» - при активных опциях «АПА», «МУА»	от 100 Гц до 18 ГГц от 100 Гц до 20 ГГц от 20 МГц до 18 (20) ГГц от 100 Гц до 50 ГГц от 20 МГц до 50 ГГц
2 Пределы допускаемой относительной погрешности частоты внутреннего опорного генератора в рабочем диапазоне температур ($\delta_{ог}$)	$\pm 1 \cdot 10^{-7}$
3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты ($F_{изм}$) в режиме частотомера (при отношении сигнал/шум не менее 25 дБ, для точности определения частоты $\Delta f_{раз}$, задаваемой в маркере), Гц	$\pm (\delta_{ог} \cdot F_{изм} + \Delta f_{раз})$
4 Диапазон измерения уровня мощности синусоидального сигнала, на частоте 100 МГц, дБм ²⁾	от (средний уровень шумов + 6 дБ) до 30
5 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности синусоидального сигнала 100 МГц в диапазоне уровней мощности, дБ - от минус 130 до минус 90 дБм - свыше минус 90 до 0 дБм - свыше 0 до 30 дБм	$\pm 0,6$ $\pm 0,3$ $\pm 0,6$
6 Пределы допускаемой неравномерности относительной амплитудно-частотной характеристики (в зависимости от частоты f в ГГц) относительно опорного значения уровня мощности на частоте 100 МГц, при входном аттенуаторе 10 дБ, дБ: - при неактивной опции «МУА» и уровне мощности входного сигнала 0 дБм - при активной опции «МУА» и уровне мощности входного сигнала минус 30 дБм	$\pm (0,4 \cdot \sqrt{f} + 0,5)$ $\pm (0,47 \cdot \sqrt{f} + 0,75)$
7 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала минус 30 дБм на частоте 100 МГц, дБ	$\pm 0,2$
8 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала из-за нелинейности шкалы анализатора на фиксированной частоте 100 МГц, при значении входного сигнала от минус 90 до 0 дБм, дБ	$\pm 0,1$
9 Пределы допускаемой инструментальной погрешности измерения отношения уровней мощности на фиксированной частоте, дБ, для неактивной опции «МУА» при значениях входного сигнала от минус 90 до 0 дБм ³⁾	$\pm 0,2$
10 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности входного сигнала из-за переключения фильтра промежуточной частоты (ФПЧ) относительно опорного значения полосы пропускания ФПЧ 3 МГц, дБ	$\pm 0,1$

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики	
11 Пределы допускаемой погрешности измерений уровня мощности входного сигнала из-за переключения ослабления входного аттенюатора в диапазоне от 0 до 40 дБ на фиксированной частоте 100 МГц, дБ	±0,3	
12 Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки опорного уровня на фиксированной частоте 100 МГц, дБ	±0,2	
13 Пределы допускаемой относительной погрешности ширины полос пропускания ФПЧ по уровню минус 3 дБ, %: от 1 Гц до 1 кГц от 3 кГц до 300 кГц от 1 МГц до 3 МГц	±5 ±10 ±15	
14 Коэффициент прямоугольности фильтра ПЧ (минус 60 дБ / минус 3 дБ, фильтр ПЧ ≤ 3 МГц), не более	5	
15 Уровень помех, обусловленный гармоническими искажениями второго порядка, выраженном в виде точки пересечения второго порядка (SHI), при входном аттенюаторе 0 дБ, в диапазоне частот, дБм, не менее, для опции «11P» от 2 до 9 ГГц для опции «13H» от 2 до 10 ГГц для опции «05H» от 2 до 25 ГГц	опция «МУА» неактивна, уровень на входе минус 10 дБм	опция «МУА» активна, уровень на входе минус 50 дБм
	90	-5
16 Интермодуляционные искажения третьего порядка при двух тонах с разнесением по частоте более 5 кратной ширины полосы пропускания ФПЧ, при входном аттенюаторе 0 дБ в диапазоне частот от 20 МГц до 50 ГГц, дБм, не менее	опция «МУА» неактивна, уровень на входе минус 10 дБм	опция «МУА» активна, уровень на входе минус 30 дБм
	15	-20
17 Средний уровень собственных шумов, приведённых ко входу в полосе пропускания 1 Гц при входном ослаблении 0 дБ и согласованной нагрузке, подключенной ко входу анализатора, в диапазоне частот, дБм, не более опция «МУА» неактивна: - свыше 10 кГц до 10 МГц - свыше 10 МГц до 1 ГГц - свыше 1 до 3,2 ГГц - свыше 3,2 до 14 ГГц - свыше 14 до 18 ГГц - свыше 18 до 20 ГГц - свыше 20 до 32 ГГц - свыше 32 до 40 ГГц - свыше 40 до 50 ГГц опция «МУА» активна, без внешнего предусилителя: - свыше 20 МГц до 3,2 ГГц - свыше 3,2 до 14 ГГц - свыше 14 до 25 ГГц - свыше 25 до 35 ГГц - свыше 35 до 44 ГГц - свыше 44 до 50 ГГц	-143 -148 -145 -140 -137 -135 -138 -133 -128 -164 -162 -160 -158 -154 -150	

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
18 Уровень фазовых шумов на отстройках относительно несущей с частотой 1 ГГц, дБн/Гц, не более - 1 кГц - 10 кГц - 100 кГц - 1 МГц	 -110 -115 -120 -135
19 КСВН СВЧ входа при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ (опции «АДП» и «АПА» неактивны), в диапазоне частот, не более: опция «МУА» не активна - от 0,01 до 18 ГГц для опции «11Р» и до 20 ГГц для опции «13Н» - свыше 20 до 50 ГГц для опции «05Н» опция «МУА» активна, без внешнего предусилителя - от 0,02 до 18 ГГц для опции «11Р» и до 20 ГГц для опции «13Н» - свыше 20 до 50 ГГц для опции «05Н» опция «МУА» активна, с внешним предусилителем из комплекта поставки - свыше 14 до 50 ГГц для опции «05Н»	 2,0 3,0 2,1 3,1 3,2
20 Номинальные значения полос пропускания ФПЧ по уровню минус 3 дБ, Гц	от 1 до 10 ³ с шагом 1/2/3/5/7; от 10 ³ до 10 ⁷ с шагом 1/3; 140; 6366
21 Номинальные значения полос пропускания видеофильтров по уровню минус 3 дБ, Гц	от 1 до 10 ³ с шагом 1/2/3/5/7; от 10 ³ до 10 ⁷ с шагом 1/3
Опция «ИКШ» (с активной опцией «МУА»)	
22 Частотный диапазон измерения коэффициента шума, МГц: - СК4М-18А с опцией «11Р» - СК4М-18А с опцией «13Н» - СК4М-50 с опцией «05Н»	 от 10 до 18000 от 10 до 20000 от 10 до 50000
23 Собственный коэффициент шума F ₂ , в диапазоне частот, дБ: без внешнего предусилителя от 0,02 до 0,05 ГГц свыше 0,05 до 0,1 ГГц свыше 0,1 до 2 ГГц свыше 2 до 3,4 ГГц свыше 3,4 до 8 ГГц свыше 8 до 14 ГГц свыше 14 до 18 ГГц (до 20 ГГц – для опции «13Н») с предусилителем из комплекта поставки (только для опции «05Н») свыше 14 до 20 ГГц свыше 20 до 36 ГГц свыше 36 до 42 ГГц свыше 42 до 46 ГГц свыше 46 до 50 ГГц	 15,93 11,60 10,36 11,37 10,35 12,07 14,00 11,54 11,41 12,83 13,74 15,10

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
24 Диапазон измерения коэффициента передачи (КП)⁴⁾, дБ (от – не более, до – не менее), для избыточной относительной шумовой температуры (ИОШТ) генератора шума (ГШ) ENR [дБ] и ENR' [дБ] = $10 \cdot \lg(1 + ENR[\text{отн. ед.}])$, в диапазоне частот, МГц: без внешнего предусилителя от 0,02 до 0,05 свыше 0,05 до 14 свыше 14 до 18 (до 20000 – для опций «13Н», «05Н») свыше 20000 до 35000 (для опции «05Н») с предусилителем из комплекта поставки (только для опции «05Н») от 14000 до 20000 свыше 20000 до 40000 (для опции «05Н») свыше 40000 до 50000 (для опции «05Н»)	от $(3 - ENR)$ до $(73 - ENR')$ от $(-1 - ENR)$ до $(70 - ENR')$ от $(2 - ENR)$ до $(71 - ENR')$ от $(6 - ENR)$ до $(71 - ENR')$ от $(-1 - ENR)$ до $(60 - ENR')$ от $(-1 - ENR)$ до $(61 - ENR')$ от $(1 - ENR)$ до $(59 - ENR')$
25 Диапазон измерения суммы коэффициента шума (КШ) и КП S_0 [дБ] = (КШ [дБ] + КП [дБ]), дБ (от – не более, до – не менее), в диапазоне частот, МГц⁴⁾, при КШ > 0 дБ: без внешнего предусилителя от 0,02 до 0,05 свыше 0,05 до 14 свыше 14 до 18 (до 20000 – для опций «13Н», «05Н») свыше 20000 до 35000 (для опции «05Н») с предусилителем из комплекта поставки (только для опции «05Н») от 14000 до 20000 свыше 20000 до 40000 (для опции «05Н») свыше 40000 до 50000 (для опции «05Н»)	от 0 до 73⁵⁾ от 0 до 70⁵⁾ от 0 до 71⁵⁾ от 0 до 71⁵⁾ от 0 до 60⁵⁾ от 0 до 61⁵⁾ от 0 до 59⁵⁾
26 Пределы допускаемой абсолютной инструментальной погрешности измерений коэффициента шума, дБ	±0,03
27 Пределы допускаемой абсолютной инструментальной погрешности измерений коэффициента передачи, дБ	±0,03
28 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КШ (для исследуемых устройств с КСВН не более 1,5 при использовании ГШ ГШМ2-20А или ГШМ2-20В, или при использовании других ГШ с погрешностью ИОШТ не более 0,4 дБ и с КСВН не более 1,45; для КСВН СВЧ-входа анализатора не более 2,1 без использования внешнего предусилителя и не более 3,2 с внешним предусилителем) ⁶⁾	в соответствии с таблицей 6

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
Опция «ГРП» (с активной опцией «МУА»)	
29 Пределы допускаемой абсолютной погрешности градуировки генераторов шума (без учета погрешностей из-за рассогласования радиоизмерительного тракта и неопределенности температуры окружающего воздуха, а также ИОШТ используемого в качестве эталона генератора шума), в диапазоне частот, дБ ⁸⁾	
для опции «11Р», «13Н»	
от 0,01 до 0,02 (не включ.) ГГц	±0,460
от 0,02 до 6 ГГц	±0,076
свыше 6 до 12 ГГц	±0,060
свыше 12 до 18 ГГц	±0,091
свыше 18 до 20 ГГц (только для опции «13Н»)	±0,097
для опции «05Н» без внешнего предусилителя из комплекта поставки	
от 0,01 до 0,03 ГГц	±0,158
свыше 0,03 до 14 ГГц	±0,079
свыше 14 до 18 ГГц	±0,123
свыше 18 до 20 ГГц	±0,132
для опции «05Н» с внешним предусилителем из комплекта поставки	
от 0,2 до 0,35 ГГц	±0,290
свыше 0,35 до 5 ГГц	±0,137
свыше 5 до 15 ГГц	±0,075
свыше 15 до 20 ГГц	±0,082
свыше 20 до 26 ГГц	±0,066
свыше 26 до 30 ГГц	±0,099
свыше 30 до 32 ГГц	±0,126
свыше 32 до 39 ГГц	±0,097
свыше 39 до 43 ГГц	±0,104
свыше 43 до 50 ГГц	±0,175
30 КСВН аттенуаторов, входящих в комплект поставки при заказе опции, не более	
Д2М-32-10-13Р-13	
- от 0,01 до 20 ГГц	1,10
- свыше 20 до 32 ГГц	1,25
Д2М-50-3-05Р-05	
- от 0,01 до 20 ГГц	1,25
- свыше 20 до 50 ГГц	1,30
Опция «ИФШ» (применяется только при неактивной опции «МУА»)	
31 Частотный диапазон измерения фазового шума, МГц:	
- СК4М-18А с опцией «11Р»	от 10 до 18000
- СК4М-18А с опцией «13Н»	от 10 до 20000
- СК4М-50 с опцией «05Н»	от 10 до 50000
32 Диапазон отстроек ΔF от частоты несущей при измерении фазового шума	от 10 Гц до 10 МГц

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
33 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазового шума при уровне измеряемого фазового шума на 6 дБ больше уровня собственных шумов ⁸⁾ , в диапазонах отстроек ΔF , дБ - от 0,00001 МГц до 1 МГц - свыше 1 МГц	$\pm 1,5$ $\pm 2,0$
Опция «АДП»	
34 Частота модулирующего сигнала F_m , кГц	от 0,02 до 200
35 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты модулирующего сигнала, F_m , Гц, для коэффициента амплитудной модуляции M в %: - в режиме АМ - в режиме ЧМ и ФМ	$\pm(4 \cdot 10^{-5} \cdot F_m \cdot 100 \% / M)$ $\pm((2 \cdot 10^{-4} \cdot F_m) + 0,2)$
36 Диапазон измерений коэффициентов амплитудной модуляции M , %	от 0,1 до 100
37 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений коэффициентов амплитудной модуляции, M , %	$\pm(0,006 \cdot M + 0,2)$
38 Уровень паразитной внутренней АМ, %	0,02
39 Коэффициент перехода частотной модуляции в амплитудную при $F_m = 1$ кГц, $\Delta f = 50$ кГц, %, не более	0,05
40 Диапазон измерений девиации частоты, Δf , Гц	от 10 до $5 \cdot 10^6$
41 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений девиации частоты, Δf , Гц	$\pm 0,006 \cdot (F_m + \Delta f)$
42 Уровень паразитной внутренней ЧМ, Гц	2,0
43 Диапазон девиации фазы, ϕ , рад	от 1 до 100
44 Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений девиации фазы, $\Delta \phi$, рад	$\pm 0,04 \cdot (\Delta \phi + 2 \cdot 10^{-6} \cdot F_m)$
45 Диапазон отстроек от несущей частоты, Гц	от 1 до 10^7
¹⁾ Под неактивной опцией здесь и далее понимается либо отсутствие опции, либо ее выключенное состояние ²⁾ Здесь и далее «дБм» – дБ относительно 1 мВт ³⁾ Для активной опции «МУА» эта характеристика эквивалентна инструментальной погрешности измерений коэффициента передачи для опции «ИКШ». ⁴⁾ Диапазоны определяются на гармоническом сигнале при ФПЧ = 100 кГц (при измерении в с более широким ФПЧ верхний предел будет соответственно меньше); при нулевом ослаблении аттенюатора ПЧ ⁵⁾ Указанная верхняя граница $S_{0 \max}^H$ суммы $S_0 = (F_{иу} [\text{дБ}] + G_{иу} [\text{дБ}])$ приводится для $G_{иу} [\text{дБ}] \leq G_{иу \max} [\text{дБ}] - 10$, где $F_{иу}$ – КШ исследуемого устройства (ИУ), $G_{иу}$ – КП ИУ, а $G_{иу \max}$ – верхняя нормируемая граница КП ИУ для данного диапазона. Если $G_{иу} [\text{дБ}] > G_{иу \max} [\text{дБ}] - 10$, то верхняя граница $S_{0 \max}^{H*}$ суммы S_0 рассчитывается по формуле $S_{0 \max}^{H*} [\text{дБ}] = 10 \cdot \lg(10^{0,1 \cdot S_{0 \max}^H [\text{дБ}]} - G_{иу} [\text{отн.ед.}] \cdot ENR [\text{отн.ед.}])$. Нижнюю же границу суммы S_0 при КШ $F_{иу} = 0$ дБ следует считать равной $S_{0 \min}^{H*} = G_{иу}$	

Продолжение таблицы 4

Наименование параметра или характеристики	Значение характеристики
⁶⁾ При использовании исследуемых устройств и ГШ с меньшими значениями КСВН и погрешностями ИОШТ, а также при отлчие КСВН СВЧ-входа анализатора от 2, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений КШ необходимо пересчитать по формулам, указанным в таблице 6.	
⁷⁾ Для градуировки методом «Метод дополнительной калибровки» с пределами нестабильности установленными в соответствии с указанным в данном пункте значениям; остальные параметры измерения – по умолчанию.	
⁸⁾ Под собственным шумом понимается преобладающий шум: либо фазовый, либо тепловой, либо паразитные спектральные составляющие и т.п	

Таблица 5 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Уровень максимальной входной мощности (при включенном входном аттенуаторе не менее 10 дБ), Вт, не более	1
Напряжение питания генератора шума, В	28±0,2
Время установления рабочего режима, мин, не более	40
Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	16
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	390×390×205
Масса, кг, не более	20
Напряжение питания от сети переменного тока частотой 50 Гц, В	от 207 до 253
Потребляемая мощность, В·А, не более	300
Тип соединителя входа «СВЧ»	
- опция «11Р»	N, розетка
- опция «13Н»	NMD 3,5, вилка
- опция «05Н»	NMD 2,4, вилка
Рабочие условия эксплуатации:	
- диапазон рабочих температур, °С	от +15 до +40
- относительная влажность при температуре 25 °С, %, не более	90
- атмосферное давление, мм рт. ст.	от 630 до 800

Таблица 6 – Доверительные границы допускаемой абсолютной погрешности измерений КШ $\delta F_{иу}$ при вероятности 0,95 (для исследуемого устройства (ИУ) с КП $G_{иу,дБ}$ и КШ $F_{иу}$)

Частота	$F_{иу}^{1)}$, дБ	$\delta F_{иу}$, дБ, для $G_{иу,дБ}$ дБ					
		7	10	15	20	25	св. 30
от 0,02 до 0,05 ГГц	1	-0,44; 0,40	-0,48; 0,43	-0,50; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,48; 0,43	-0,49; 0,44	-0,50; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,50; 0,45	-0,50; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46
	15	-0,50; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45
	св. 20	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45
от 0,05 до 0,10 ГГц	1	-1,98; 1,36	-0,99; 0,81	-0,58; 0,52	-0,53; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,86; 0,72	-0,61; 0,54	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,56; 0,50	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
свыше 0,10 до 2 ГГц	1	-0,78; 0,66	-0,58; 0,51	-0,52; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,55; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 10	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46

Продолжение таблицы 6

Частота	$F_{иу}^{1)}$ дБ	$\delta F_{иу}^{2)}$, дБ, для $G_{иу,дБ}$, дБ					
		7	10	15	20	25	св. 30
св. 2 до 3,4 ГГц включ.	1	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	5	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46
	св. 10	-0,65; 0,57	-0,54; 0,48	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,52; 0,46
св. 3,4 до 8 ГГц включ.	1	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	5	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 10	-0,75; 0,64	-0,57; 0,51	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
св. 8 до 14 ГГц включ.	1	-0,55; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	5	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,65; 0,57	-0,54; 0,48	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,52; 0,46
	св. 15	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
св. 14 до 18 ГГц включ. для опции «11Р» и до 20 ГГц для опции «13Н»	1	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	5	-0,84; 0,71	-0,60; 0,53	-0,52; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	10	-0,57; 0,50	-0,52; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
св. 14 до 20 ГГц включ. (для опции «05Н» с внешним предусилителем из комплекта поставки)	1	-0,80; 0,68	-0,58; 0,51	-0,52; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,56; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 15	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
св. 20 до 36 ГГц включ. (для опции «05Н» с внешним предусилителем из комплекта поставки)	1	-0,78; 0,66	-0,58; 0,51	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,55; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,45	-0,51; 0,46
св. 36 до 42 ГГц включ.(для опции «05Н» с внешним предусилителем из комплекта поставки)	1	-1,01; 0,82	-0,65; 0,56	-0,53; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,61; 0,54	-0,53; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
св. 42 до 46 ГГц включ. (для опции «05Н» с внешним предусилителем из комплекта поставки)	1	-1,22; 0,96	-0,72; 0,62	-0,54; 0,48	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,66; 0,58	-0,55; 0,49	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,53; 0,47	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
св. 46 до 50 ГГц включ. (для опции с «05Н» внешним из предусилителем комплекта поставки)	1	-1,69; 1,22	-0,87; 0,73	-0,56; 0,50	-0,52; 0,47	-0,52; 0,46	-0,52; 0,46
	5	-0,79; 0,67	-0,58; 0,52	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	10	-0,55; 0,49	-0,52; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	15	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46
	св. 20	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46	-0,51; 0,46

¹⁾В диапазоне КШ исследуемого устройства $F_{иу}$ от 0,01 до 20 дБ предполагается использование ГШМ2-20А, а в диапазоне от 20 до 30 дБ – ГШМ2-20В или другие генераторы шума с аналогичными характеристиками или лучше.

²⁾Вычисление границ погрешности проводится в следующей последовательности (предполагается, что СКО $F_{\text{иУ}}$ не более 0,05 дБ):

1) измерить собственный КШ анализатора (АС) F_2 [отн. ед.];

- 2) рассчитать КШ всей измерительной системы, отн. ед., по формуле $F_{12} = F_{ИУ} + \frac{(F_2[\text{отн. ед.}] - 1)}{G_{ИУ}}$,
где $F_{ИУ} = 10^{0,1 \cdot F_{ИУ}[\text{дБ}]}$, отн. ед.; $G_{ИУ} = 10^{0,1 \cdot G_{ИУ}[\text{дБ}]}$, отн. ед.;
- 3) вычислить пределы погрешности рассогласования $|\Delta_{ГШ-ИУ}|$, $|\Delta_{ГШ-АС}|$ и $|\Delta_{ИУ-АС}|$ по формуле
 $|\Delta_{и1-и2}|[\text{отн. ед.}] = \rho_{и1}[\text{отн. ед.}] \cdot \rho_{и2}[\text{отн. ед.}]$, где «и1» и «и2» – соответствующие индексы, ρ – соответствующие коэффициенты отражения;
- 4) рассчитать границы погрешности измерения КШ измерительной системы, отн. ед., по формуле
 $\Delta F_{12} = 1,1 \cdot \sqrt{|\Delta_{ГШ-ИУ}|^2 + (F_{12} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta F_{\text{сист}}} - 1))^2 + (1 - S) \cdot (ENR_{\text{изм}} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta ENR_{\text{изм}}} - 1))^2}$,
где $S = 1$ – для измерений без преобразования частот (в таблице приведены значения для этого случая), а $S = 0$ – с преобразованием, $\delta ENR_{\text{изм}}$ – предел погрешности ИОШТ эталонного ГШ, использованного на этапе измерения, дБ, $\delta F_{\text{сист}}$ – предел абсолютной инструментальной погрешности измерения КШ, дБ;
- 5) определить границы погрешности измерения собственного КШ АС, отн. ед., по формуле $\Delta F_2 = 1,1 \cdot \sqrt{|\Delta_{ГШ-АС}|^2 + (F_2 \cdot (10^{0,1 \cdot \delta F_{\text{сист}}} - 1))^2 + (1 - S) \cdot (ENR_{\text{кал}} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta ENR_{\text{кал}}} - 1))^2}$,
где $\delta ENR_{\text{кал}}$ – предел погрешности ИОШТ эталонного ГШ, использованного на этапе калибровки, дБ;
- 6) вычислить границы погрешности измерения КП ИУ, отн. ед., по формуле $\Delta G_{ИУ} = 1,1 \cdot \sqrt{|\Delta_{ГШ-ИУ}|^2 + |\Delta_{ГШ-АС}|^2 + |\Delta_{ИУ-АС}|^2 + (G_{ИУ} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta G_{\text{сист}}} - 1))^2 + (1 - S) \cdot (ENR_{\text{изм}} \cdot (10^{0,1 \cdot \delta ENR_{\text{изм}}} - 1))^2}$,
где $\delta G_{\text{сист}}$ – предел абсолютной инструментальной погрешности измерения КП, дБ;
- 7) рассчитать итоговые значения доверительных границ погрешности измерения КШ при вероятности 0,95 по формуле

$$\delta F_{ИУ}[\text{дБ}] = 10 \cdot \lg \left\{ 1 \pm \frac{1}{F_{ИУ}[\text{отн. ед.}]} \cdot \sqrt{(\Delta F_{12}[\text{отн. ед.}])^2 + \left(\frac{\Delta F_2[\text{отн. ед.}]}{G_{ИУ}[\text{отн. ед.}]} \right)^2 + \left(\frac{F_2[\text{отн. ед.}] - 1}{G_{ИУ}^2[\text{отн. ед.}]} \cdot \Delta G_{ИУ}[\text{отн. ед.}] \right)^2 + S \cdot 1,1^2 \cdot \left(F_{12}[\text{отн. ед.}] - \frac{F_2[\text{отн. ед.}]}{G_{ИУ}[\text{отн. ед.}]} \right)^2 \times (10^{0,1 \cdot \delta ENR_{\text{изм}}[\text{дБ}] - 1)^2} \right\}.$$

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист руководства по эксплуатации ЖНКЮ.468166.024 РЭ в верхнем правом углу и на корпус анализатора в соответствии с рисунком 1.

Комплектность средства измерений

Таблица 7 – Комплектность средства измерений

Наименование, тип	Обозначение	Количество, шт.
Анализатор спектра СК4М-18А ¹⁾	ЖНКЮ.468166.044	1
Анализатор спектра СК4М-50 ¹⁾	ЖНКЮ.468166.024	1
Усилитель LNA13-50 ²⁾	ЖНКЮ.434815.424	1
Кабель Ethernet	ЖНКЮ.685611.077	1
Кабель питания	ЖНКЮ.685631.067	1
Руководство по эксплуатации	ЖНКЮ.468166.024 РЭ	1
Формуляр	ЖНКЮ.468166.024 ФО/ ЖНКЮ.468166.044 ФО	1
ПО Graphit СК4М ³⁾	ЖНКЮ.02011-01	1
Аттенюатор Д2М-32-10-13Р-13 ⁴⁾	ЖНКЮ.434821.114	1
Переход коаксиальный ПК2-18-11-13Р ⁵⁾	ЖНКЮ.468562.013-02	1
Переход коаксиальный ПКН2-20-13РН-13Р ⁶⁾	ЖНКЮ.468562.036	1
Аттенюатор Д2М-50-3-05Р-05 ⁷⁾	ЖНКЮ.434821.043	1
Кабель СВЧ-RG58-20-20 ⁸⁾	ЖНКЮ.685671.078-03	1
¹⁾ Модификация определяется при заказе ²⁾ Внешний предусилитель, только для анализаторов, имеющих одновременно опции «05Н», «МУА», «ИКШ» и (или) «ГРП» ³⁾ ПО Graphit СК4М поставляется на цифровом носителе ⁴⁾ Для анализаторов, имеющих одновременно опции «11Р» (или «13Н») и «ГРП» ⁵⁾ Для анализаторов, имеющих одновременно опции «11Р» и «ГРП» ⁶⁾ Для анализаторов, имеющих одновременно опции «13Н» и «ГРП» ⁷⁾ Для анализаторов, имеющих одновременно опции «05Н» и «ГРП» ⁸⁾ Для питания генераторов шума; только для анализаторов, имеющих опцию «ИКШ» и (или) «ГРП»		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 3 «Измерения» ЖНКЮ.468166.024 РЭ «Анализаторы спектра СК4М. Руководство по эксплуатации. Часть II. Использование по назначению».

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

ГОСТ 22261–94 Средства измерений электрических и магнитных величин. Общие технические условия;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

Приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 февраля 2022 г. № 233 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений девиации частоты»;

ГОСТ Р 8.860-2013. Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения в диапазоне частот от 0,002 до 178,3 ГГц;

ЖНКЮ.468166.024 ТУ. Анализаторы спектра. Технические условия.

Правообладатель

Акционерное общество «Научно-производственная фирма «МИКРАН»
(АО «НПФ «Микран»)
ИНН 7017211757
Юридический адрес: 634041, г. Томск, пр-кт Кирова, д. 51д

Изготовитель

Акционерное общество «Научно-производственная фирма «МИКРАН»
(АО «НПФ «МИКРАН»)
ИНН 7017211757
Адрес: 634041, г. Томск, пр-кт Кирова, д. 51д

Испытательный центр

Федеральное бюджетное учреждение «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии и испытаний в Томской области» (ФБУ «Томский ЦСМ»)
Адрес: 634012, Томская обл., г. Томск, ул. Косарева, д. 17а
Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.313315.

