

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «20» июня 2025 г. № 1231

Регистрационный № 95750-25

Лист № 1
Всего листов 9

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы сигналов и спектра СК4-МАХ4

Назначение средства измерений

Анализаторы сигналов и спектра СК4-МАХ4 (далее – анализаторы) предназначены для исследования и визуального наблюдения составляющих спектра (частоты и уровня) периодически повторяющихся сигналов, а также параметров их спектра.

Описание средства измерений

По принципу действия анализаторы являются анализаторами спектра последовательно-параллельного типа. Анализаторы представляют собой автоматически перестраиваемые супергетеродинные приемники, которые производят предварительную фильтрацию и усиление входного радиосигнала, его перенос на промежуточную частоту (далее - ПЧ), фильтрацию на ПЧ, детектирование, аналого-цифровое преобразование, цифровую сигнальную обработку и последующее отображение амплитуд спектральных компонент в зависимости от частоты в виде спектрограмм на экране с одиночной/многократной разверткой, а также, в зависимости от установленной опции, вычисление и отображение характеристик радиосигналов с различными типами модуляции. В низкочастотной области предусмотрена непосредственная подача сигнала на аналогово-цифровой преобразователь. В высокочастотной области подавление зеркального канала приема осуществляется с помощью фильтров преселектора с возможностью их отключения для анализа сверхширокополосных сигналов. В составе анализаторов имеются фильтры ПЧ для проведения измерений по электромагнитной совместимости.

Конструктивно анализаторы выполнены в виде переносного моноблока в металлическом корпусе, предназначенном для установки в стойку по ГОСТ 28601.2-90 и имеют модульную высоту 4U согласно ГОСТ 28601.1-90. На передней панели анализаторов расположены коаксиальные соединители входных и выходных СВЧ-разъемов, органы управления и жидкокристаллический цветной сенсорный дисплей. На задней стороне расположены коаксиальные соединители входа и выхода сигналов опорных частот, входов и выходов синхронизации, выходов сигналов ПЧ, разъемы цифровых интерфейсов. Управление операциями меню, а также задание рабочих параметров анализаторов производится с помощью клавиатуры передней панели и/или сенсорного ввода; результаты измерений выводятся на один или несколько экранов дисплея в графической и цифровой формах. Для работы в составе автоматизированных систем анализаторы обеспечивают подключение по интерфейсу LAN и IEEE-488 с использованием SCPI-команд стандарта IEEE/IEC 60488-2.

Анализаторы выпускаются в исполнениях БЮЛИ.411168.017, БЮЛИ.411168.017-01, БЮЛИ.411168.017-02, отличающихся метрологическими и техническими характеристиками.

Анализаторы могут быть оснащены дополнительными аппаратно-программными и/или программными опциями, указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Дополнительные опции анализатора

Код опции	Тип опции	Функциональное назначение
MAX4-A1	аппаратно-программная	Встроенный отключаемый разделительный конденсатор на входе анализатора, позволяющий защитить его входные цепи от постоянного напряжения
MAX4-A2	аппаратно-программная	Встроенный отключаемый предусилитель для улучшения чувствительности анализаторов
MAX4-A3	аппаратно-программная	Входной аттенюатор с шагом ослабления 5 дБ
MAX4-A4	аппаратно-программная	Следящий генератор. Опция измерения модуля коэффициента передачи устройств
MAX4-A5	аппаратно-программная	Встроенный диплексер для возможности работы с внешними смесителями
MAX4-A6	аппаратно-программная	Удаленное управление по IEEE-488
MAX4-A7	аппаратно-программная	Возможность передачи отсчетов измеряемых сигналов по каналу USB 3.0 для записи на внешнее хранилище данных
MAX4-A8	аппаратно-программная	Извлекаемый жесткий диск для записи отсчетов измеряемых сигналов емкостью 2 ТБ
MAX4-B40	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 40 МГц
MAX4-B80	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 80 МГц
MAX4-B120	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 120 МГц
MAX4-B160	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 160 МГц
MAX4-P7	программная	Опция демодуляции сигналов с аналоговыми видами модуляции
MAX4-P10	программная	Опция для работы в режиме реального времени
MAX4-P20	программная	Опция измерения параметров импульсных сигналов
MAX4-P30	программная	Опция измерения модуля коэффициента шума устройств
MAX4-P40	программная	Опция измерения спектральной плотности мощности фазового шума источников сигнала
MAX4-P54	аппаратно-программная	Опция измерительного приемника для оценки ЭМС

Заводской номер наносится на маркировочную табличку типографским методом в виде цифрового кода.

Общий вид анализаторов с указанием места ограничения доступа к местам настройки (регулировки), места нанесения знака утверждения типа, места нанесения заводского номера представлен на рисунке 1. Способ ограничения доступа к местам настройки (регулировки) – нанесение знака поверки.

Цветовая гамма корпуса анализаторов может быть изменена по решению изготовителя в одностороннем порядке.



а) общий вид анализаторов с указанием места нанесения знака утверждения типа



б) место нанесения заводского номера и знака поверки

Рисунок 1 – Общий вид анализаторов с указанием места нанесения знака поверки, места нанесения знака утверждения типа, места нанесения заводского номера

Программное обеспечение

Программное обеспечение (далее – ПО) анализаторов состоит из встроенного ПО, которое управляет аппаратной частью, обрабатывает измерительную информацию, обрабатывает поступающие SCPI-команды и выдает результат их исполнения, обеспечивает отображение информации на дисплее.

Конструкция анализаторов исключает возможность несанкционированного влияния на ПО и измерительную информацию.

Встроенное ПО является метрологически значимым.

Метрологические характеристики анализаторов нормированы с учетом влияния встроенного ПО.

Уровень защиты ПО от непреднамеренных и преднамеренных изменений – «высокий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Идентификационные данные метрологически значимого встроенного ПО анализаторов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные встроенного ПО

Идентификационные данные	Значение
Идентификационное наименование ПО	Встроенное программное обеспечение СК4-MAX4 БЮЛИ.00140-01
Номер версии (идентификационный номер ПО)	1.X.X.X ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО	-
¹⁾ X – принимает значения от 0 до 99.	

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот: – для исполнения БЮЛИ.411168.017 – для исполнения БЮЛИ.411168.017-01 – для исполнения БЮЛИ.411168.017-02	от 3 Гц до 26,5 ГГц от 3 Гц до 13,6 ГГц от 3 Гц до 8,4 ГГц
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора ($\delta_{REF Out}$)	$\pm 5,0 \cdot 10^{-8}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала, Гц	$\pm (\delta_{REF Out} \cdot f_c + 1 \cdot 10^{-3} \cdot PO + 5 \cdot 10^{-2} \cdot ППРФ + 1 \text{ Гц} + 0,5 \cdot PO / (KT - 1))^{1)}$
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, выключенном предусилителе, выключенном обходе преселектора на частотах, дБ (1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц включ. – св. 9 кГц до 100 кГц включ. – св. 100 кГц до 80 МГц включ. – св. 80 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017)	-141 -143 -151 -149 -146 -150 -146 -143

Наименование характеристики	Значение
<p>Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, выключенном предусилителе, включенном обходе преселектора на частотах, дБ (1 мВт), не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> – от 100 Гц до 9 кГц включ. – св. 9 кГц до 100 кГц включ. – св. 100 кГц до 80 МГц включ. – св. 80 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017) 	<p>не нормируется не нормируется не нормируется -152 -155 -156 -153 -147</p>
<p>Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, включенном предусилителе, выключенном обходе преселектора на частотах, дБ (1 мВт), не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> – от 100 Гц до 9 кГц включ. – св. 9 кГц до 100 кГц включ. – св. 100 кГц до 80 МГц включ. – св. 80 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017) 	<p>не нормируется -150 -140 -168 -168 -168 -168 -164</p>
<p>Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, включенном предусилителе, включенном обходе преселектора на частотах, дБ (1 мВт), не более:</p> <ul style="list-style-type: none"> – от 100 Гц до 9 кГц включ. – св. 9 кГц до 100 кГц включ. – св. 100 кГц до 80 МГц включ. – св. 80 МГц до 1 ГГц включ. – св. 1 до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017) 	<p>не нормируется не нормируется не нормируется -165 -168 -167 -168 -160</p>
Пределы допускаемой относительной погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ	±5 % для полос пропускания от 1 Гц до 10 МГц
Максимальный уровень измеряемой мощности, дБ (1 мВт)	30

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 МГц до 10 ГГц в диапазоне мощностей от минус 80 до плюс 20 дБ (1 мВт), дБ (1 мВт)	± 1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, в диапазоне мощностей входного сигнала от минус 20 до минус 10 дБ (1 мВт), дБ: – на опорной частоте 100 МГц – в частотном диапазоне от 100 Гц до 26,5/13,6/8,4 ГГц – в частотном диапазоне от 80 МГц до 26,5/13,6/8,4 ГГц с включенным предусилителем (при наличии опции МАХ4-А2) в диапазоне мощностей от минус 70 до минус 45 дБ (1 мВт)	$\pm(0,3)$ $\pm(0,3 + \text{неравномерность АЧХ})$ $\pm(0,4 + \text{неравномерность АЧХ})$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений мощности на опорной частоте 100 МГц при выключенном предусилителе (при наличии опции МАХ4-А2) при изменении ослабления входного аттенюатора, дБ: – от 0 до 20 дБ включ. – св. 20 до 70 дБ включ.	$\pm 0,14$ $\pm 0,20$
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно опорной частоты 100 МГц при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном/включенном предусилителе (при наличии опции МАХ4-А2) на частотах, дБ: – от 100 Гц до 80 МГц включ. (при выключенном предусилителе и в полосе пропускания 1 кГц) – св. 80 МГц до 3,6 ГГц включ. – св. 3,6 до 8,4 ГГц включ. – св. 8,4 до 10 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 10 до 13,6 ГГц включ. (для исполнений БЮЛИ.411168.017 и БЮЛИ.411168.017-01) – св. 13,6 до 26,5 ГГц включ. (для исполнения БЮЛИ.411168.017)	$\pm 0,5$ $\pm 0,4$ $\pm 0,5$ $\pm 0,5$ $\pm 0,8$ $\pm 1,5$
Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов для частоты несущей 100 МГц при отстройке 1 кГц, дБн/Гц ²⁾ , не более	-121
Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов для частоты несущей 1 ГГц при отстройке от несущей, дБн/Гц, не более: – 1 кГц – 10 кГц – 100 кГц – 1 МГц – 10 МГц	-116 -124 -125 -125 -130

Наименование характеристики	Значение
Относительный уровень помех, обусловленный интермодуляционными искажениями третьего порядка, при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном предусилителе (при наличии опции МАХ4-А2) и выключенном обходе преселектора (уровень двухтонального сигнала минус 25 дБ (1 мВт), разность частот 1 МГц), дБн ³⁾ , не более	-83
Уровень подавления каналов приёма комбинационных частот и прочих выбросах при выключенном обходе преселектора на частотах, дБ, не менее:	
– от 9 кГц до 100 МГц включ.	85
– св. 100 МГц до 3,6 ГГц включ.	87
– св. 3,6 до 8,4 ГГц включ.	75
– св. 8,4 до 26,5 ГГц включ.	70
КСВН входа при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном предусилителе (при наличии опции МАХ4-А2) и отсутствии опции МАХ4-А1, не более:	
– на частотах до 13,6 ГГц	1,5
– на частотах свыше 13,6 ГГц	1,8
¹⁾ Где $\delta_{REF Out}$ – относительная погрешность частоты опорного генератора; f_c – частота измеряемого сигнала (Гц); ПО – ширина полосы обзора (Гц); ППРФ – текущее значение ширины полосы пропускания разрешающего фильтра полосы пропускания (Гц); КТ – число точек отображения. ²⁾ Где дБн/Гц – децибел по отношению к мощности несущей в полосе 1 Гц. ³⁾ Где дБн – децибел по отношению к мощности несущей.	

Таблица 4 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное напряжение электропитания от сети переменного тока частотой 50 Гц, удовлетворяющего нормам качества, установленным ГОСТ 32144-2013, В	220
Время установления рабочего режима, ч, не более	0,5
Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	16
Потребляемая мощность, В·А, не более	550
Габаритные размеры (высота×длина×ширина), мм, не более	199×664×472
Масса, кг, не более	22,5
Рабочие условия измерений:	
– температура окружающей среды, °С	от +5 до +40
– относительная влажность при температуре окружающей среды +25 °С, %, не более	90

Таблица 5 – Показатели надежности

Наименование характеристики	Значение
Средний срок службы, лет	8
Средняя наработка на отказ, ч	25000

Знак утверждения типа

наносится на титульный лист формуляра и руководства по эксплуатации типографским способом и на корпус анализатора любым технологическим способом.

Комплектность средства измерений

Таблица 6 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ-4 в составе:	БЮЛИ.411168.017	1 шт.
Анализатор сигналов и спектра	БЮЛИ.411168.018	1 шт.
Комплект монтажных частей	БЮЛИ.464951.001	1 комплект
Комплект запасных частей	БЮЛИ.464953.001	1 комплект
Руководство по эксплуатации	БЮЛИ.411168.017 РЭ	1 шт.
Формуляр	БЮЛИ.411168.017 ФО	1 шт.
Упаковка	БЮЛИ.323229.001	1 шт.
Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ-4 в составе:	БЮЛИ.411168.017-01	1 шт.
Анализатор сигналов и спектра	БЮЛИ.411168.018-01	1 шт.
Комплект монтажных частей	БЮЛИ.464951.001	1 комплект
Комплект запасных частей	БЮЛИ.464953.001	1 комплект
Руководство по эксплуатации	БЮЛИ.411168.017 РЭ	1 шт.
Формуляр	БЮЛИ.411168.017 ФО	1 шт.
Упаковка	БЮЛИ.323229.001	1 шт.
Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ-4 в составе:	БЮЛИ.411168.017-02	1 шт.
Анализатор сигналов и спектра	БЮЛИ.411168.018-02	1 шт.
Комплект монтажных частей	БЮЛИ.464951.001	1 комплект
Комплект запасных частей	БЮЛИ.464953.001	1 комплект
Руководство по эксплуатации	БЮЛИ.411168.017 РЭ	1 шт.
Формуляр	БЮЛИ.411168.017 ФО	1 шт.
Упаковка	БЮЛИ.323229.001	1 шт.

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в разделе 2 «Использование по назначению» руководства по эксплуатации БЮЛИ.411168.017 РЭ.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

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 30 декабря 2019 г. № 3461 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц»;

БЮЛИ.411168.017 ТУ «Анализаторы сигналов и спектра СК4-МАХ4. Технические условия».

Правообладатель

Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное предприятие «Гамма» (ФГУП «НПП «Гамма»)
ИНН 7728044373

Адрес юридического лица: 117393, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 78, стр. 4

Изготовитель

Федеральное государственное унитарное предприятие «Научно-производственное предприятие «Гамма» (ФГУП «НПП «Гамма»)
ИНН 7728044373

Адрес юридического лица: 117393, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 78, стр. 4

Адрес места осуществления деятельности: 119421, г. Москва, ул. Новаторов, д. 40, к. 1

Испытательный центр

Общество с ограниченной ответственностью «РАВНОВЕСИЕ»
(ООО «РАВНОВЕСИЕ»)

Адрес юридического лица: 117105, г. Москва, ш. Варшавское, д. 1, стр. 1-2, эт. 1, помещ. 1, оф. в005, к. 21

Адрес места осуществления деятельности: 117630, г. Москва, ш. Старокалужское, д. 62, эт. 1, помещ. I, ком. 55, 72, 73, 74, 75

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.314471.

