

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы сигналов и спектра СК4-МАХ6

Назначение средства измерений

Анализаторы сигналов и спектра СК4-МАХ6 (далее – анализаторы) предназначены для исследования и визуального наблюдения составляющих спектра (частоты и уровня) периодически повторяющихся сигналов, а также измерения их характеристик в диапазоне частот от 1 Гц до 40 (26,5)¹⁾ ГГц.

Описание средства измерений

По принципу действия анализаторы СК4-МАХ6 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 развёрткой, 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 6U 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, разъёмы 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 с использованием SCPI-команд стандарта IEEE/IEC 60488-2.

Анализаторы имеют два исполнения, отличающиеся диапазонами рабочих частот:

- исполнение ПТРВ.411168.001 от 1 Гц до 40 ГГц;
- исполнение ПТРВ.411168.001-01 от 1 Гц до 26,5 ГГц.

¹⁾ Здесь и далее по тексту при указании диапазона частот запись вне скобок обозначает частотный диапазон для исполнения ПТРВ.411168.001, запись в скобках – для исполнения ПТРВ.411168.001-01.

Функциональные возможности анализаторов определены составом опций, приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Описание опций анализаторов

Код опции	Тип опции	Функциональное назначение
LNA	аппаратно-программная	Встроенный отключаемый предусилитель для улучшения чувствительности анализаторов
ACC	аппаратно-программная	Встроенный отключаемый разделительный конденсатор на входе анализаторов, позволяющий защитить их входные цепи от постоянного напряжения
YIGNB	аппаратно-программная	Узкополосный ЖИГ-фильтр в составе преселектора анализаторов
YIGWB	аппаратно-программная	Широкополосный ЖИГ-фильтр в составе преселектора анализаторов
AT2	аппаратно-программная	Входной электронный аттенюатор с шагом ослабления 2 дБ
IF2RP	аппаратно-программная	Выход сигнала промежуточной частоты ПЧ2 на заднюю панель
IF3RP	аппаратно-программная	Выход сигнала промежуточной частоты ПЧ3 на заднюю панель
LOGVRP	аппаратно-программная	Выход сигнала огибающей логарифмического детектора ПЧ3 на заднюю панель
B10	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 10 МГц
B25	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 25 МГц
B40	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 40 МГц
B85	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 85 МГц
B160	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 160 МГц
B320	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 320 МГц
B510	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 510 МГц
B1200	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 1200 МГц
S11	аппаратно-программная	Опция измерения модуля коэффициента отражения устройств
S21	аппаратно-программная	Опция измерения модуля коэффициента передачи устройств
NF	аппаратно-программная	Опция измерения модуля коэффициента шума устройств
P1	аппаратно-программная	Опция измерения нелинейных параметров устройств

Продолжение таблицы 1

Код опции	Тип опции	Функциональное назначение
DPLX	аппаратно-программная	Встроенный диплексер для возможности работы с внешними смесителями
EMI	аппаратно-программная	Опция измерительного приемника для оценки ЭМС
630D	аппаратно-программная	Модуль управления на базе процессора Intel® Core™ i7-5700EQ, 8 Гб оперативной памяти
830D	аппаратно-программная	Модуль управления на базе процессора Intel® Core™ i7-5850EQ, 8 Гб оперативной памяти
440D	аппаратно-программная	Модуль управления на базе процессора Intel® Xeon® Processor E3-1505L v6, 16 Гб оперативной памяти
636D	аппаратно-программная	Модуль управления на базе процессора Intel® Xeon® Processor E3-1505M v6, 8 Гб оперативной памяти
640D	аппаратно-программная	Модуль управления на базе процессора Intel® Xeon® Processor E3-1505M v6, 16 Гб оперативной памяти
CPC522-01	аппаратно-программная	Модуль управления на базе процессора Intel® Xeon® E-2276ML, 16 Гб оперативной памяти
CPC522-02	аппаратно-программная	Модуль управления на базе процессора Intel® Core™ i3-9100HL, 16 Гб оперативной памяти
SSD256	аппаратно-программная	Извлекаемый твердотельный накопитель для записи отсчетов измеряемых сигналов емкостью 256 Гб
SSD512	аппаратно-программная	Извлекаемый твердотельный накопитель для записи отсчетов измеряемых сигналов емкостью 512 Гб
SSD1	аппаратно-программная	Извлекаемый твердотельный накопитель для записи отсчетов измеряемых сигналов емкостью 1 Тб
SSD2	аппаратно-программная	Извлекаемый твердотельный накопитель для записи отсчетов измеряемых сигналов емкостью 2 Тб
STRM	аппаратно-программная	Возможность передачи отсчетов измеряемых сигналов по оптическому каналу для записи на внешнее хранилище данных
PN	программная	Опция измерения спектральной плотности мощности фазового шума источников сигнала
ADEM	программная	Опция демодуляции сигналов с аналоговыми видами модуляции
DDEM	программная	Опция демодуляции сигналов с цифровыми видами модуляции
PULSE	программная	Опция измерения параметров импульсных сигналов
RTSA	программная	Опция для работы в режиме реального времени
П р и м е ч а н и я 1 Опции B10, B25, B40, B85, B160, B320, B510 и B1200 являются взаимоисключающими, выбор любой из них является необходимым. 2 Опции 630D, 830D, 440D, 440D, 636D, 640D, CPC522-01 и CPC522-02 являются взаимоисключающими, выбор любой из них является необходимым. 3 Опции SSD256, SSD512, SSD1 и SSD2 являются взаимоисключающими.		

Общий вид анализаторов приведен на рисунке 1. Вид передней панели анализаторов приведен на рисунке 2. Схема пломбировки анализаторов приведена на рисунке 3.



Рисунок 1 – Общий вид анализатора

Место для нанесения знака об утверждении типа средства измерений



Рисунок 2 – Вид передней панели анализатора

Место для нанесения шильдика с серийным номером

Место для нанесения знака поверки



Места пломбирования от несанкционированного доступа

Рисунок 3 – Схема пломбировки анализатора

Программное обеспечение

Анализаторы работают под управлением встроенного персонального компьютера, на котором развёрнуто встроенное программное обеспечение (далее – ПО) СК4-МАХ6, которое управляет аппаратной частью, обрабатывает измерительную информацию, обрабатывает поступающие SCPI-команды и выдает результат их исполнения, обеспечивает отображение результатов измерений и их запись в энергонезависимую память. Метрологически значимая часть ПО анализаторов представляет собой часть встроенного ПО СК4-МАХ6. Недокументированные возможности ПО отсутствуют, все функции полностью описаны в руководстве оператора ПТРВ.00088-01 34 01. Метрологические характеристики анализаторов нормированы с учетом влияния ПО. Влияние ПО не приводит к выходу метрологических характеристик анализаторов за пределы допускаемых значений.

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

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Наименование ПО	PhaseB
Идентификационное наименование ПО	ПТРВ.00088-01 Встроенное программное обеспечение СК4-MAX6
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.115.8
Цифровой индикатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)	индивидуален для каждого анализатора
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО	Стрибог ГОСТ 34.11-2018

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон рабочих частот: – для исполнения ПТРВ.411168.001 – для исполнения ПТРВ.411168.001-01	от 1 Гц до 40 ГГц от 1 Гц до 26,5 ГГц
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора ($\delta_{REF Out}$)	$\pm 2,0 \cdot 10^{-8}$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты входного синусоидального сигнала, Гц	$\pm (\delta_{REF Out} \cdot f_c + 1 \cdot 10^{-3} \cdot \text{ПО} + 5 \cdot 10^{-2} \cdot \text{ППРФ} + 1 \text{ Гц} + 0,5 \cdot \text{ПО} / (\text{КТ} - 1))^{1)}$
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, выключенном предусилителе, выключенном обходе преселектора на частотах, дБ (отн. 1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц – от 9 кГц до 100 кГц – от 100 кГц до 30 МГц – от 30 МГц до 1 ГГц – от 1 ГГц до 3,6 ГГц – от 3,6 до 8,4 ГГц – от 8,4 до 13,6 ГГц – от 13,6 до 26,5 ГГц – от 26,5 до 40 ГГц (для исполнения ПТРВ.411168.001)	-141 -143 -151 -149 -146 -150 -146 -143 -124
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, выключенном предусилителе, включенном обходе преселектора на частотах, дБ (отн. 1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц – от 9 кГц до 100 кГц – от 100 кГц до 30 МГц – от 30 МГц до 1 ГГц – от 1 ГГц до 3,6 ГГц – от 3,6 до 8,4 ГГц – от 8,4 до 13,6 ГГц – от 13,6 до 26,5 ГГц – от 26,5 до 40 ГГц (для исполнения ПТРВ.411168.001)	не нормируется не нормируется не нормируется -152 -155 -156 -153 -147 -139

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, включенном предусилителе, выключенном обходе преселектора на частотах, дБ (отн. 1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц – от 9 кГц до 100 кГц – от 100 кГц до 30 МГц – от 30 МГц до 1 ГГц – от 1 ГГц до 3,6 ГГц – от 3,6 до 8,4 ГГц – от 8,4 до 13,6 ГГц – от 13,6 до 26,5 ГГц – от 26,5 до 40 ГГц (для исполнения ПТРВ.411168.001)	не нормируется -150 -140 -168 -168 -168 -168 -164 -152
Средний отображаемый уровень собственных шумов в полосе 1 Гц, включенном предусилителе, включенном обходе преселектора на частотах, дБ (отн. 1 мВт), не более: – от 100 Гц до 9 кГц – от 9 кГц до 100 кГц – от 100 кГц до 30 МГц – от 30 МГц до 1 ГГц – от 1 ГГц до 3,6 ГГц – от 3,6 до 8,4 ГГц – от 8,4 до 13,6 ГГц – от 13,6 до 26,5 ГГц – от 26,5 до 40 ГГц (для исполнения ПТРВ.411168.001)	не нормируется не нормируется не нормируется -165 -168 -167 -168 -160 -150
Пределы допускаемой погрешности установки номинальных значений полос пропускания по уровню минус 3 дБ, не более	5 % для полос пропускания от 1 Гц до 10 МГц
Максимальный уровень измеряемой мощности, дБ (отн. 1 мВт)	30
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровней мощности синусоидального сигнала в диапазоне частот от 100 МГц до 10 ГГц в диапазоне мощностей от минус 80 до плюс 20 дБ (отн. 1 мВт) в диапазоне температур эксплуатации от плюс 15 до плюс 25 °С, дБ, не более	±1

Продолжение таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой погрешности измерений мощности при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, в диапазоне мощностей входного сигнала от минус 70 до плюс 5 дБ (отн. 1 мВт), в диапазоне температур эксплуатации от плюс 15 до плюс 25 °С, дБ: – на опорной частоте 50 МГц – в частотном диапазоне от 100 Гц до 40 (26,5) ГГц – в частотном диапазоне от 30 МГц до 40 (26,5) ГГц с включенным предусилителем (при наличии опции LNA) в диапазоне мощностей от минус 70 до минус 20 дБ (отн. 1 мВт)	$\pm(0,27+0,03)$ $\pm(0,3 + \text{неравномерность АЧХ})$ $\pm(0,4 + \text{неравномерность АЧХ})$
Пределы допускаемой погрешности измерений мощности на опорной частоте 50 МГц при выключенном предусилителе (при наличии опции LNA) в диапазоне температур эксплуатации от плюс 15 до плюс 25 °С, при изменении ослабления входного аттенюатора, дБ: – от 0 до 20 дБ – от 25 до 65 дБ	$\pm 0,14$ $\pm 0,2$
Неравномерность АЧХ относительно опорной частоты 50 МГц при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном/включенном предусилителе (при наличии опции LNA) в диапазоне температур эксплуатации от плюс 15 до плюс 25 °С на частотах, дБ, не более: – от 100 Гц до 30 МГц (при выключенном предусилителе и в полосе пропускания 1 кГц) – от 30 МГц до 3,6 ГГц – от 3,6 до 8,4 ГГц – от 8,4 до 10 ГГц – от 10 до 26,5 ГГц – от 26,5 до 40 ГГц	$\pm 0,5$ $\pm 0,4$ $\pm 0,5$ $\pm 0,5$ $\pm 1,5$ $\pm 2,5$
Относительная спектральная плотность мощности фазовых шумов для частоты несущей 100 МГц при отстройке 1 кГц, дБн/Гц²), 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

Окончание таблицы 3

Наименование характеристики	Значение
Относительный уровень помех, обусловленный интермодуляционными искажениями третьего порядка, при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ, выключенном предусилителе (при наличии опции LNA) и выключенном обходе преселектора (уровень двухтонального сигнала минус 25 дБ (отн. 1 мВт), разность частот 1 МГц), дБн ³⁾ , не более	-83
Уровень подавления каналов приёма комбинационных частот и прочих паразитных каналов при выключенном обходе преселектора на частотах, дБ, не менее:	
– от 9 кГц до 100 МГц	85
– от 100 МГц до 3,6 ГГц	87
– от 3,6 до 8,4 ГГц	75
– от 8,4 до 26,5 ГГц	70
– от 26,5 до 40 ГГц	63
КСВН входа при ослаблении входного аттенюатора 10 дБ и выключенном предусилителе (при наличии опции LNA), 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
Время установления рабочего режима, ч, не более	0,5
Продолжительность непрерывной работы, ч, не менее	16
Габаритные размеры, мм:	
– длина	670
– ширина	475
– высота	285
Масса, кг	42 ± 0,5
Номинальное напряжение электропитания от сети переменного тока частотой 50 Гц, удовлетворяющего нормам качества, установленным ГОСТ 32144, В	220
Потребляемая мощность, В·А, не более	700
Условия эксплуатации по ГОСТ 22261-94	группа 3
Рабочие условия эксплуатации:	
– температура окружающего воздуха, °С	от +5 до +50
– относительная влажность воздуха при температуре 25 °С, %, не более	90
– атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 60 до 106,7 (от 450 до 800)
Наработка на отказ, ч, не менее	25000

Знак утверждения типа

наносится типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации ПТРВ.411168.001 РЭ в правом верхнем углу и на переднюю панель анализатора в левом верхнем углу методом наклейки в соответствии с рисунком 2.

Комплектность средства измерений

Таблица 5 – Комплектность средства измерений

Наименование изделия	Обозначение изделия	Количество
Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ6 в составе:	ПТРВ.411168.001 (-01)	1 шт.
Анализатор сигналов и спектра	ПТРВ.411168.002 (-01)	1 шт.
Встроенное программное обеспечение СК4-МАХ6	ПТРВ.00088-01	1 шт.
Комплект предохранителей	ПТРВ.305659.001	1 комплект
Комплект ключей	ПТРВ.305659.002	1 комплект
Комплект переходов коаксиальных	ПТРВ.305659.003	1 комплект
Комплект кабелей и жгутов	ПТРВ.411919.001	1 комплект
Упаковка ¹⁾	ПТРВ.321341.001	1 шт.
Комплект эксплуатационных документов согласно ведомости	ПТРВ.411168.001 ВЭ	1 комплект
¹⁾ Возможна замена на упаковку ПТРВ.321429.001.		

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены разделе 2 «Использование по назначению» документа ПТРВ.411168.001 РЭ «Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ6. Руководство по эксплуатации» и в разделе 4 «Выполнение программы» документа ПТРВ.00088-01 34 01 «Встроенное программное обеспечение СК4-МАХ6. Руководство оператора».

Нормативные и технические документы, устанавливающие требования к анализаторам сигналов и спектра СК4- МАХ6

Приказ Росстандарта от 31.07.2018 г. № 1621 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»

Приказ Росстандарта от 30.12.2019 г. № 3461 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 9 кГц до 37,5 ГГц»

Приказ Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2839 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений мощности электромагнитных колебаний в диапазоне частот от 37,5 до 78,33 ГГц»

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

ПТРВ.411168.001 ТУ Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ6. Технические условия

Изготовитель

Акционерное общество «Производственная компания «НОВЭЛ» (АО «ПК «НОВЭЛ»)
ИНН 7726448035

Адрес: 117587, г. Москва, Варшавское шоссе, д.125, стр.1, ком. 15

Web-сайт: www.novel.pk.ru

E-mail: info@novel-pk.ru

Испытательный центр

Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ФГУП «ВНИИФТРИ»)

Адрес: 141570, Московская обл., Солнечногорский р-н, г. Солнечногорск, рабочий поселок Менделеево, промзона ФГУП «ВНИИФТРИ»

Телефон (факс): +7 (495) 526-63-00

Web-сайт: www.vniiftri.ru

E-mail: office@vniiftri.ru

Аттестат аккредитации ФГУП «ВНИИФТРИ» по проведению испытаний средств измерений в целях утверждения типа № 30002-13 от 11.05.2018

Заместитель

Руководителя Федерального
агентства по техническому
регулированию и метрологии

А.В. Кулешов

М.п.

« ____ » _____ 2021 г.