

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «23» августа 2024 г. № 2000

Регистрационный № 93007-24

Лист № 1
Всего листов 10

ОПИСАНИЕ ТИПА СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Анализаторы спектра портативные АКПП-4216

Назначение средства измерений

Анализаторы спектра портативные АКПП-4216 (далее – анализаторы) предназначены для измерений спектральных характеристик СВЧ-сигналов.

Описание средства измерений

Принцип работы анализатора спектра основан на гетеродинном преобразовании входного высокочастотного сигнала в сигнал промежуточной частоты (ПЧ), методом сканирования полосы частот, и последующей обработке измеренных параметров сигнала с помощью аналогово-цифрового преобразователя с блоком цифровой обработки. Анализаторы работают под управлением встроенного микропроцессора и обеспечивают проведение автоматических измерений амплитудных и частотных параметров спектра сигналов. Спектрограммы могут быть записаны в различных форматах во внутреннюю память, на внешний носитель, а также переданы на компьютер через интерфейс.

Анализаторы в стандартной комплектации обеспечивают анализ спектральных характеристик сигнала. Доступно расширение функций анализаторов (опции): векторный анализатор цепей, анализ сигналов с аналоговыми видами модуляции АМ/ЧМ/ФМ, анализ сигналов с цифровыми видами модуляции ASK/FSK/PSK/MSK/QAM, анализатор спектра реального времени.

Анализаторы поставляются со встроенным предусилителем. Имеют режим маркерных измерений. Обеспечивают измерение расстояния до места повреждения кабеля, КСВН, затухание и потери в кабеле, при наличии опции трекинг-генератора. Опция расширенного набора измерений обеспечивает различные режимы измерения мощности, нелинейные измерения и цветовую градацию спектрограммы.

Анализаторы выпускаются в виде двух модификаций АКПП-4216 и АКПП-4216-SHA860-F2. Модификации отличаются диапазоном частот.

Конструктивно анализаторы выполнены в виде переносного моноблока, объединяющего в своем составе высокочастотную, низкочастотную части и управляющий микропроцессор. Анализаторы обеспечивают управление всеми режимами работы и параметрами как вручную, так и дистанционно от внешнего компьютера.

Анализаторы имеют возможность установки программных опций, представленных в таблице 1.

Таблица 1

| | |
|-------------|--|
| SHA860-F2 | Программная опция увеличение диапазона частот до 7,5 ГГц. |
| SHA860-RTA | Программная опция анализатора спектра реального времени, полоса анализа 40 МГц. |
| SHA860-B1A | Программная опция расширения полосы анализа до 110 МГц в режиме реального времени. |
| SHA860-SOR | Программная опция трекинг генератора. |
| SHA860-VNA | Программная опция векторного анализатора цепей. |
| SHA860-AMK | Программная опция расширенного набора измерений. |
| SHA860-AMA | Программная опция анализа аналоговых модулированных сигналов АМ, ЧМ, ФМ. |
| SHA860-DMA | Программная опция анализа цифровых модулированных сигналов ASK, FSK, MSK, PSK, QAM |
| SHA860-BIAS | Программная опция активации выхода постоянного напряжения (DC BIAS). |
| SHA860-GPS | Программная опция активации GPS приемника. |
| SHA860-GPSM | Программная опция GPS регистратора. |

На передней панели анализаторов находится цветной сенсорный жидкокристаллический дисплей, блок функциональных кнопок. Управление режимами работы, выбор параметров осуществляется с передней панели специальными кнопками (со стрелками), вращающийся регулятор параметров и цифровая клавиатура.

На верхней панели анализаторов располагаются: интерфейсы связи с персональным компьютером, входной и разъем опорной частоты, разъем синхронизации, интерфейсы USB, LAN. Надписи функциональных кнопок, пункты меню анализаторов и интерфейс пользователя могут быть реализованы на английском или русском языке (определяется условиями заказа на поставку)

Общий вид анализаторов и место нанесения знака утверждения типа представлены на рисунке 1.

Нанесение знака поверки на анализаторы не предусмотрено.

Пломбирование анализаторов от несанкционированного доступа не предусмотрено.

Заводской (серийный) номер анализаторов состоит из буквенно-цифрового обозначения и наносится на верхнюю сторону корпуса при помощи наклейки. Место нанесения заводского (серийного) номера представлено на рисунке 2.



Рисунок 1 – Общий вид анализаторов и место нанесения знака утверждения типа (А)



Рисунок 2 – Место нанесения серийного номера (Б)

Программное обеспечение

Анализаторы функционируют под управлением встроенного программного обеспечения (ПО), разработанного изготовителем. Анализаторы обеспечивают управление всеми режимами работы и параметрами. ПО предназначено только для работы с анализаторами и не может быть использовано отдельно от измерительно-вычислительной платформы этих анализаторов.

Метрологические характеристики анализаторов нормированы с учетом влияния встроенного ПО.

Уровень защиты программного обеспечения «средний» от непреднамеренных и преднамеренных изменений в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 2 – Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|---------------|
| Идентификационное наименование ПО | - |
| Номер версии (идентификационный номер ПО) | не ниже 1.1R1 |

Метрологические и технические характеристики

Таблица 3 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|--|
| 1 | 2 |
| Диапазон рабочих частот, Гц - модификация АКПП-4216 - модификация АКПП-4216-SHA860-F2 | от $9 \cdot 10^3$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $7,5 \cdot 10^9$ |
| Номинальное значение частоты опорного генератора, МГц | 10 |
| Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора (δ_0) | $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ |
| Пределы относительной температурной нестабильности частоты опорного генератора в диапазоне температуры окружающего воздуха от 0 до +20 °С и от +30 до +50 °С (δ_t) | $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ |
| Погрешность при синхронизации по GPS | $\pm 1 \cdot 10^{-8}$ |
| Диапазоны установки полосы обзора ($F_{\text{обзор}}$) | нулевой; от 100 Гц до верхней границы диапазона рабочих частот |
| Максимальное разрешение по частоте в режиме частотомера ¹⁾ (k), Гц | 0,1 |
| Разрешение по частоте в режиме измерения маркером (k_m), Гц | $F_{\text{обзор}}/750$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты встроенным частотомером (f), Гц | $\pm((\delta_0 + \delta_t) \cdot f + 1)$ |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 |
|---|---|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты маркером, Гц | $\pm((\delta_0+\delta_t) \cdot F_{изм} + 0,01 \cdot F_{обзор} + 0,1 \cdot F_{пч} + k_M)$ |
| Диапазон установки скорости развертки, с - при нулевой полосе обзора - при полосе обзора более 100 Гц | от $1 \cdot 10^{-6}$ до $5 \cdot 10^3$ от $1 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^3$ |
| Диапазоны установки полос пропускания фильтров ПЧ по уровню -3 дБ, Гц | от 1 до $1 \cdot 10^7$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности полос пропускания фильтров ПЧ по уровню -3 дБ для $F_{пч}$, Гц 1 Гц св. 1 Гц до 10 МГц 10 МГц | ± 1 $\pm(0,05 \cdot F_{пч} + 1)$ $\pm 0,05 \cdot F_{пч}$ |
| Коэффициент прямоугольности фильтров ПЧ по уровням -60 дБ и -3 дБ, не более | 4,8 |
| Диапазон измерений уровня мощности с выключенным предусилителем в полосе частот, дБм от 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 МГц до 3,6 ГГц ¹⁾ св. 1 МГц до 7,5 ГГц ²⁾ | от среднего уровня шумов до +10 от среднего уровня шумов до +20 от среднего уровня шумов до +20 |
| Уровень фазовых шумов относительно несущей 1 ГГц, приведенный к полосе 1 Гц, дБн/Гц, не более - при отстройке на 10 кГц - при отстройке на 100 кГц - при отстройке на 1 МГц | -100 -100 -110 |
| Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно уровня сигнала на частоте 50 МГц (опорная частота 50 МГц, внутренний аттенюатор 20 дБ), дБ, не более с выключенным предусилителем, с включенным предусилителем. | $\pm 0,8$ $\pm 1,2$ |
| Средний уровень собственных шумов с выключенным/включенным предусилителем (аттенюатор 0 дБ, $F_{пч}=10$ Гц, усреднение св. 50), дБм, не более от 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 до 10 МГц включ. св. 10 до 600 МГц включ. св. 600 МГц до 1,8 ГГц включ. св. 1,8 до 3,05 ГГц включ. св. 3,05 до 3,65 ГГц включ. св. 3,65 до 4,15 ГГц включ. св. 4,15 до 5,05 ГГц включ. св. 5,05 до 5,9 ГГц включ. св. 5,9 до 6,7 ГГц включ. св. 6,7 до 7,5 ГГц включ. | -132/-132 -142/-162 -140/-159 -138/-158 -134/-156 -134/-158 -137/-158 -135/-157 -135/-156 -136/-155 -134/-154 |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 |
|---|--|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности (центральная частота 50 МГц, пиковый детектор включен, $F_{пч}=F_{вф}=1$ кГц, ослабление входного аттенюатора 20 дБ), дБ - при выключенном предусилителе (входной уровень -20 дБ) - при включенном предусилителе (входной уровень -40 дБ) | $\pm 0,4$ $\pm 0,5$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полос пропускания фильтра ПЧ относительно опорной $F_{пч}=10$ кГц, дБ | $\pm 0,26$ |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за нелинейности логарифмической шкалы (уровень мощности на входе от -50 до 0 дБм, $F_{пч}=F_{вф}=1$ кГц, пиковый детектор включен, аттенюатор 10 дБ, частота сигнала св. 100 кГц), дБ | $\pm 0,5$ |
| Диапазон ослаблений внутреннего аттенюатора, дБ | от 0 до 50 |
| Шаг перестройки ослаблений внутреннего аттенюатора, дБ | 1 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения аттенюатора относительно опорного значения 20 дБ, дБ | $\pm 0,5$ |
| Относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка (диапазон частот св. 50 МГц, уровень мощности на смесителе -20 дБм, ослабление внутреннего аттенюатора 0 дБ, предусилитель выключен), дБм от 50 МГц до 3,05 ГГц включ. св. 3,05 до 3,75 ГГц | -65 -80 |
| Интермодуляционные искажения третьего порядка, выраженные в виде точки пересечения 3-го порядка (ТОI) (Лизм) (диапазон частот св. 50 МГц, уровень мощности на смесителе -20 дБм, двутоновый сигнал с разницей частоты 100 кГц, ослабление внутреннего аттенюатора 0 дБ, предусилитель выключен), дБм от 50 МГц до 3,05 ГГц включ. св. 3,05 до 7,5 ГГц | +9,5 +16 |
| Анализатор спектра реального времени (опция) | |
| Полоса частот анализа | 40 МГц (110 МГц) |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня мощности на частоте 50 МГц, дБ - при выключенном предусилителе (входной уровень -20 дБ) - при включенном предусилителе (входной уровень -40 дБ) | $\pm 1,0$ $\pm 1,1$ |
| Минимальная длительность для гарантированного захвата сигналов, мкс | 3,51 |
| Минимальная полоса частот анализа, кГц | 5 |
| Максимальная частота дискретизации, МГц | 140,8 |
| Число маркеров | 8 |
| Оконные функции | Кайзер (по умолчанию), Ханнинг, с плоской вершиной, Гаусс, Блэкман-Харрис, Прямоугольное |

Продолжение таблицы 3

| 1 | | 2 | |
|---|-----------------------------|--|--|
| Полоса пропускания для оконной функции Кайзера | | | |
| Полоса анализа | Полоса пропускания минимум | Полоса пропускания максимум | |
| 110 МГц | 276,53 кГц | 9,1255 МГц | |
| 40 МГц | 100,56 кГц | 3,3183 МГц | |
| 20 МГц | 50,28 кГц | 1,659 МГц | |
| 10 МГц | 25,14 кГц | 829,59 кГц | |
| 1 МГц | 2,51 кГц | 82,96 кГц | |
| 100 кГц | 251 Гц | 8,30 кГц | |
| Количество точек данных (для опции 110 МГц), с ⁻¹ | | 300000 | |
| Трекинг генератор (опция) | | | |
| Полоса частот анализа в реальном времени F _{анализ} , Гц - модификация АКПП-4216 - модификация АКПП-4216-SHA860-F2 | | от 1·10 ⁵ до 3,6·10 ⁹ от 1·10 ⁵ до 7,5·10 ⁹ | |
| Диапазон выходного уровня, дБм | | от -40 до 0 | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности, при несущей частоте 50 МГц, дБ | | ±1,0 | |
| Неравномерность АЧХ, дБ | | ±2 | |
| Векторный анализатор цепей (опция) | | | |
| Диапазон частот, Гц - модификация АКПП-4216 - модификация АКПП-4216-SHA860-F2 | | от 1·10 ⁵ до 3,6·10 ⁹ от 1·10 ⁵ до 7,5·10 ⁹ | |
| Диапазон выходного уровня, дБм | | от -40 до 0 | |
| Полоса фильтра ПЧ, кГц | | 10 | |
| Динамический диапазон при полосе пропускания 10 кГц, уровень на выходе (Порт 1) 0 дБм, усреднение 50 в диапазоне частот, дБ, не менее | от 100 кГц до 1 МГц включ. | 100 | |
| | св. 1 МГц до 1,5 ГГц включ. | 100 | |
| | св. 1,5 до 3,6 ГГц включ. | 100 | |
| | св. 3,6 до 6,5 ГГц включ. | 95 | |
| | св. 6,5 до 7,5 ГГц включ. | 95 | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента отражения S ₁₁ , дБ/градус - в диапазоне частот от 100 кГц до 3,5 ГГц - в диапазоне частот св. 3,5 ГГц до 7,5 ГГц | Модуль | Фаза | |
| | ±0,02 ±0,03 | ±1 ±1 | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента передачи S ₂₁ , дБ/градус - в диапазоне частот от 100 кГц до 3,5 ГГц - в диапазоне частот св. 3,5 ГГц до 7,5 ГГц | Модуль | Фаза | |
| | ±0,1 ±0,1 | ±1 ±1 | |
| Среднеквадратическое отклонение значения шумов измерительного тракта при измерении модуля/фазы коэффициентов передачи, в диапазоне частот, дБ/градус, не более от 100 кГц до 3,5 ГГц включ. св. 3,5 до 7,5 ГГц включ. | Модуль | Фаза | |
| | 0,15 0,15 | 0,18 0,40 | |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 | |
|---|---|------------|
| Среднеквадратическое отклонение значения шумов измерительного тракта при измерении модуля/фазы коэффициентов отражения, в диапазоне частот, дБ/градус, не более от 100 кГц до 3,5 ГГц включ. св. 3,5 до 7,5 ГГц включ. | Модуль | Фаза |
| | 0,02 0,03 | 0,3 0,5 |
| Формат отображения | Логарифмический и линейный масштаб, круговая диаграмма полных сопротивлений (диаграмма Смита), полярная диаграмма, групповая задержка, КСВ, фаза. | |
| Анализ аналоговых модулированных сигналов АМ, ЧМ, ФМ (опция) | | |
| Диапазон частот несущей, Гц - модификация АКПП-4216 - модификация АКПП-4216-SHA860-F2 | от $2 \cdot 10^6$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $2 \cdot 10^6$ до $7,5 \cdot 10^9$ | |
| Диапазон мощности несущей, дБм | от -30 до +20 | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки мощности, дБ | ±2 | |
| АМ модуляция: - частота модуляции, Гц - погрешность измерения частоты абсолютная, при частоте менее 1 кГц, Гц относительная, при частоте св. 1 кГц, %, не более - глубина модуляции, % - абсолютная погрешность измерения глубины модуляции, % | от 20 до $1 \cdot 10^5$ 1 0,1 от 5 до 95 ±4 | |
| ЧМ модуляция: - частота модуляции, Гц - погрешность измерения частоты: абсолютная, при частоте менее 1 кГц, Гц относительная, при частоте св. 1 кГц, %, не более - девиация частоты, Гц - относительная погрешность измерения девиация частоты, % | от 20 до $1 \cdot 10^5$ 1 0,1 от $1 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^5$ ±4 | |
| ФМ модуляция: - частота модуляции, Гц - погрешность измерения частоты абсолютная, при частоте менее 1 кГц, Гц относительная, при частоте св. 1 кГц, %, не более - девиация, рад - относительная погрешность измерения девиации, % | от 50 до $0,5 \cdot 10^5$ 1 0,1 от 0,2 до 100,0 ±4 | |
| Анализ цифровых модулированных сигналов ASK, FSK, MSK, PSK, QAM (опция) | | |
| Диапазон частот несущей, Гц - модификация АКПП-4216 - модификация АКПП-4216-SHA860-F2 | от $2 \cdot 10^6$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $2 \cdot 10^6$ до $7,5 \cdot 10^9$ | |
| Диапазон мощности несущей, дБм | от -30 до +20 | |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки мощности, дБ | ±2 | |

Продолжение таблицы 3

| 1 | 2 |
|---|---|
| Виды модуляций | ASK: 2ASK; FSK: 2,4,8,16 уровень; MSK: GMSK; PSK: BPSK,QPSK,OQPSK,8PSK; DPSK: DBPSK, DQPSK, D8PSK, - DQPSK, -D8PSK; QAM: 16, 32, 64, 128, 256 |
| Примечания: 1) – для модификации АКПП-4216; 2) – для модификации АКПП-4216-SHA860-F2; дБн – уровень мощности в дБ относительно уровня несущей частоты; дБм – уровень мощности в дБ относительно 1 мВт; F _{вф} – полоса пропускания видеофильтра, Гц; F _{пч} – полоса пропускания фильтра ПЧ, Гц; $TOI=(2 \cdot L_{смес} - L_{изм})/2$, где L _{смес} – уровень входного сигнала на смесителе, дБм. | |

Таблица 4 – Показатели надежности

| Наименование характеристики | Значение |
|-------------------------------|----------|
| Средний срок службы, лет | 5 |
| Средняя наработка на отказ, ч | 10000 |

Таблица 5 – Технические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|--------------------------------------|
| Номинальное значение сопротивлений входа анализатора и выхода следящего генератора, Ом | 50 |
| Типы разъемов входа анализатора | N-тип «розетка» |
| Параметры электрического питания, В - напряжение переменного тока, при частоте сети питания 50 или 60 Гц - напряжение переменного тока, при частоте сети питания 400 Гц -встроенная батарея питания | от 100 до 240 от 100 до 120 12 |
| Потребляемая мощность, Вт, не более | 20 |
| Масса, кг, не более | 3,2 |
| Габаритные размеры (ширина×высота×глубина), мм, не более | 308×215×79 |
| Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, %, не более | от 0 до +50 90 |

Знак утверждения типа

наносится на переднюю панель анализаторов в виде наклейки и типографским способом на титульный лист руководства по эксплуатации.

Комплектность средств измерений

Таблица 6 – Комплектность анализатора

| Наименование | Обозначение | Количество, шт. |
|---|-----------------|-----------------|
| Анализатор | - ¹⁾ | 1 |
| Сетевой шнур питания | - | 1 |
| Блок питания | - | 1 |
| Кабель USB | - | 1 |
| Руководство по эксплуатации (CD-диск) | - | 1 |
| ¹⁾ – в зависимости от заказа | | |

Сведения о методиках (методах) измерений

приведены в п.7 «Работа с анализатором» руководства по эксплуатации.

Нормативные документы, устанавливающие требования к средству измерений

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

Приказ Росстандарта 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»;

Приказ Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2360 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений времени и частоты»;

Стандарт предприятия «Анализаторы спектра портативные АКПП-4216».

Правообладатель

«SIGLENT TECHNOLOGIES CO., LTD», Китай

Адрес: 3F, Building №4, Antongda Industrial Zone, 3rd Liuxian Rd, Baoan District, Shenzhen, 518101, P.R. China

Телефон: +86 755 3661 5186

Факс: +86 755 3359 1582

Web-сайт: <http://www.siglent.com/ens/>

Изготовитель

«SIGLENT TECHNOLOGIES CO., LTD», Китай

Адрес: 3F, Building №4, Antongda Industrial Zone, 3rd Liuxian Rd, Baoan District, Shenzhen, 518101, P.R. China

Телефон: +86 755 3661 5186

Факс: +86 755 3359 1582

Web-сайт: <http://www.siglent.com/ens/>

Испытательный центр

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля» (АО «ПриСТ»)

Адрес: 111141, г. Москва, ул. Плеханова, д. 15А

Телефон: +7(495) 777-55-91

Факс: +7(495) 640-30-23

Web-сайт: <http://www.prist.ru>

E-mail: prist@prist.ru

Уникальный номер записи в реестре аккредитованных лиц № RA.RU.314740.

