

Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ6 – сделано в России

А. Тимонович¹

УДК 621.317.7| ВАК 2.2.2

Одна из важнейших измерительных задач в области радиотехники – анализ сигналов в частотной области. Наиболее универсальными и широко применяемыми для этой цели измерительными приборами являются анализаторы спектра. Они используются при проектировании, разработке, изготовлении, монтаже и обслуживании существующих и перспективных систем радиосвязи. В АО «ПК «Новэл» налажено серийное производство анализаторов сигналов и спектра реального времени высшего измерительного класса СК4-МАХ6. По сочетанию метрологических и технических характеристик этот прибор сопоставим с лучшими образцами иностранного производства, имеет сходный с ними интуитивно понятный интерфейс.

С развитием технологий растут требования к измерительным приборам. Современный анализатор спектра должен отличаться высокой скоростью сканирования и постобработки, низким индексируемым средним уровнем шума, широким динамическим диапазоном, достаточной полосой анализа и набором измерительных приложений. Кроме того, анализаторы спектра используются и для измерения испытываемых устройств (ИУ) во временной области, что позволяет пользователю оценить временные параметры сигнала.

В 2014 году компания «Новэл» начала разработку, а в 2021 году приступила к серийному выпуску анализаторов сигналов и спектра реального времени высшего измерительного класса СК4-МАХ6. При разработке этих приборов был учтен опыт мировых производителей контрольно-измерительной техники, а лучшие образцы приняты в качестве прототипов. СК4-МАХ6 внесен в Госреестр средств измерений под номером 85014-22.

Анализатор является идеальным решением для разработчиков и производителей современных



Рис. 1. Анализатор сигналов и спектра реального времени СК4-МАХ6

¹ АО «ПК «Новэл», инженер отдела внедрения измерительных комплексов.

и перспективных средств радиосвязи, радиолокации, радионавигации, для отладки и измерения характеристик блоков, модулей и готовых изделий, как с использованием базового функционала спектрального анализа, так и с применением специализированных опций и функций.

ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Эффективная работа с прибором во многом зависит от удобства его использования. Анализатор СК4-МАХ6 оснащен сенсорным дисплеем высокого разрешения и интуитивно понятной структурой меню, что обеспечивает простоту управления (рис. 1). С помощью жестов двумя пальцами можно подстроить полосу обзора и диапазон уровней. Большой 13-дюймовый дисплей с разрешением 1920 × 1080 пикселей обеспечивает точное отображение измеряемого сигнала. Клавиши бокового меню и всплывающих окон расположены таким образом, что сигнал четко отображается во всех подробностях с максимально возможным разрешением.

Пользователь может в любое время получить доступ к часто используемым функциям через меню панели инструментов, таким как сохранение снимков экрана, сохранение конфигураций, меню справки или функция масштабирования.

Ключевые особенности СК4-МАХ6:

- диапазон частот: от 1 Гц до 26,5/40 ГГц;
- полоса анализа в реальном масштабе времени: 25/40/85/160 МГц;
- минимальный отображаемый средний уровень шумов: -150 дБмВт (предусилитель выкл.);
- минимальный отображаемый средний уровень шумов: -168 дБмВт (предусилитель вкл.);
- плотность фазовых шумов: -124 дБн/Гц на частоте 1 ГГц, отстройка 10 кГц;
- выходы: ПЧ2/ПЧ3 180/50 МГц (опции IF2RP/IF3RP);
- OBW, CP, ACP автоматизированные измерения;
- опция аналоговой демодуляции (АМ/ЧМ/ФМ);
- опция векторной цифровой демодуляции (в стадии разработки);
- запись отсчетов АЦП на извлекаемый SSD;
- запись данных во внешнюю систему хранения данных.

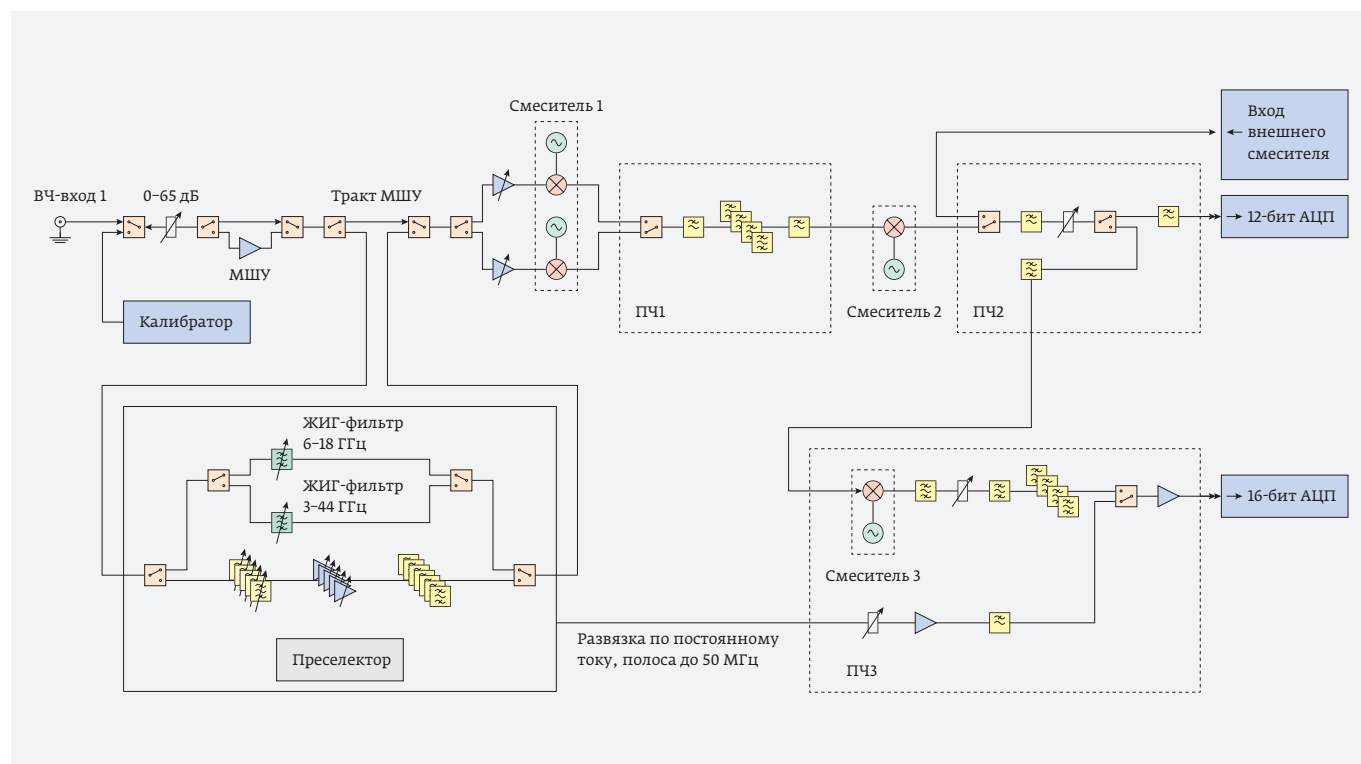


Рис. 2. Радиотракт анализатора СК4-МАХ6

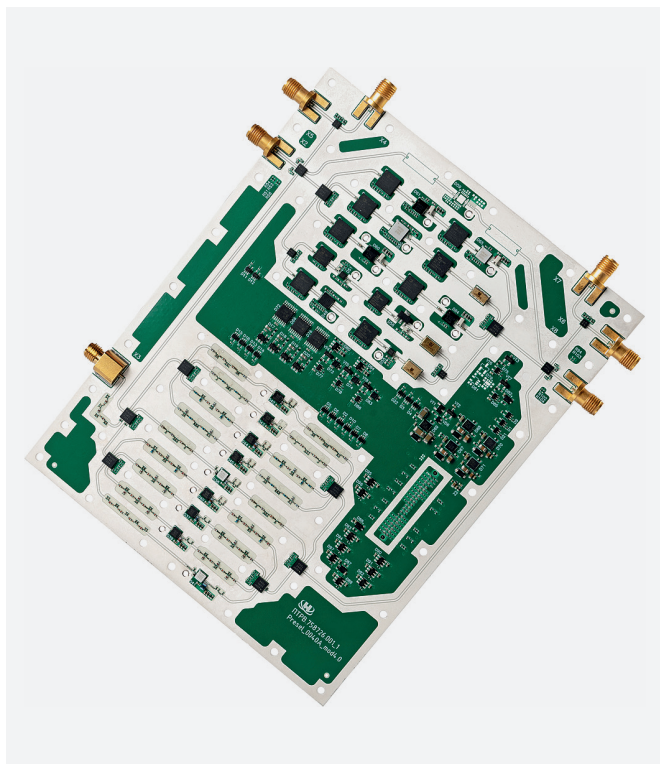


Рис. 3. Плата преселектора анализатора SK4-MAX6



Рис. 4. Фильтры ПЧ для анализатора SK4-MAX6

РАДИОТРАКТ, ПРОДУМАННЫЙ В МЕЛОЧАХ

Аналоговый тракт выполнен по классической схеме супергетеродинного приемника с двумя или тремя переносами частоты в зависимости от того, какой конкретно аналого-цифровой преобразователь (АЦП) используется (рис. 2). Анализатор реализован с применением двух АЦП: 12-битного с частотой дискретизации 2400 МГц и 16-битного с частотой дискретизации 200 МГц, которые переключаются в зависимости от того, что в данный момент важнее пользователю – скорость сканирования или динамический диапазон измерения амплитуды.

Вход анализатора оснащен электромеханическим ступенчатым аттенуатором, что позволяет проводить измерения параметров непрерывных входных сигналов мощностью вплоть до 1 Вт.

Опционально входной тракт может быть оснащен сверхширокополосным маломощным усилителем (МШУ) (опция LNA), обеспечивающим исключительную чувствительность анализатора во всем диапазоне рабочих частот.

Устанавливаемый отключаемый разделительный конденсатор (опция ACC) позволяет проводить анализ спектра радиосигналов с постоянной составляющей напряжения вплоть до 50 В.

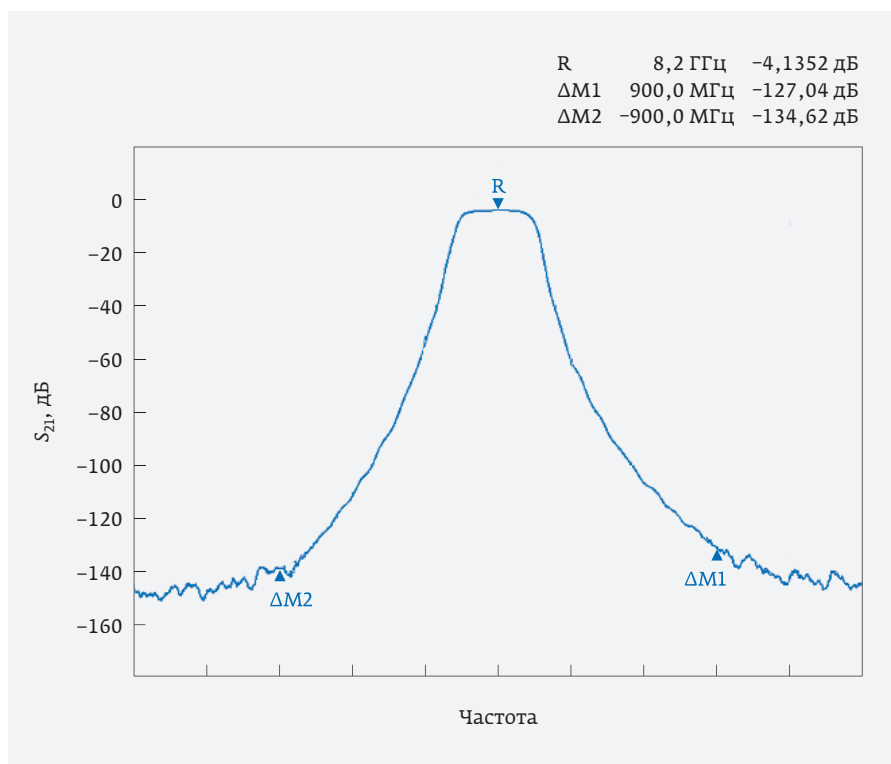


Рис. 5. Характеристика коэффициента передачи полосового фильтра ПЧ с частотой 8,2 ГГц

ТРАКТ ПРЕСЕЛЕКТОРА

Преселектор в супергетеродинном приемнике необходим для подавления паразитных каналов приема на частотах зеркального канала ПЧ и других комбинационных частотах. Фильтрация преселектора сильных помех в эфире позволяет защитить вход анализатора от перегрузки.

В анализаторе СК4-МАХ6 преселектор (рис. 3) реализован на основе блока переключаемых LC-фильтров, что обеспечивает минимальное, порядка 10 мкс, время перестройки преселектора, а значит и возможность его функционирования даже в режиме реального времени.

ТРАКТ ПЧ

Тракт промежуточной частоты построен на переключаемых полосовых фильтрах с очень большим, порядка 130–140 дБ, подавлением в полосе задержания, что обеспечивает превосходную избирательность анализатора по соседнему каналу (рис. 4, 5). Дополнительно следует отметить наличие аппаратных CISPR-фильтров на 9 кГц, 120 кГц и 1 МГц, позволяющих проводить на анализаторе испытания на ЭМС даже при наличии сильных помех в полосе пропускания аналогового тракта.

Аналоговый тракт опционально может быть оснащен выходами второй (опция IF2RP) и третьей (опция IF3RP) промежуточной частоты с центральными частотами и полосами частот: соответственно, 450 и 180 МГц для ПЧ2, 50 и 50 МГц для ПЧ3. Данные выходы могут быть при необходимости использованы для переноса участка спектра в полосу пропускания анализатора на промежуточную частоту для ее оцифровки сторонними средствами.

Также опционально может быть установлен выход логарифмического детектора огибающей ПЧ2 (опция LOGVRP) с включением логарифмического усилителя в тракте ПЧ3. Опция позволяет анализировать

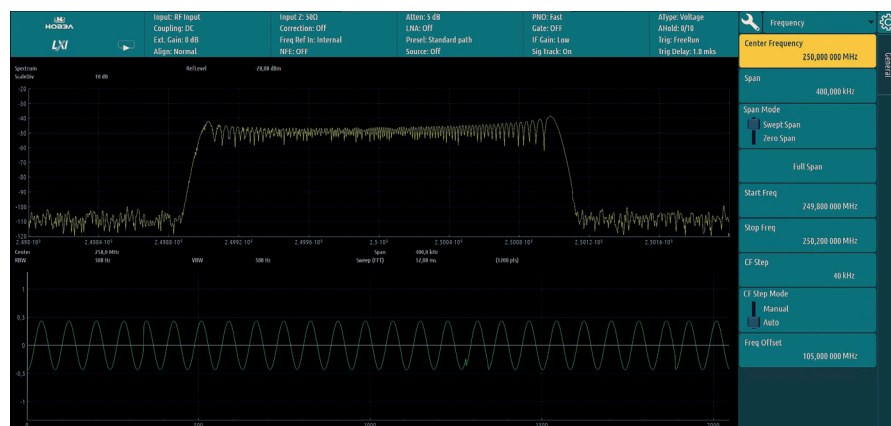


Рис. 6. Отображение модулирующего сигнала и его спектра

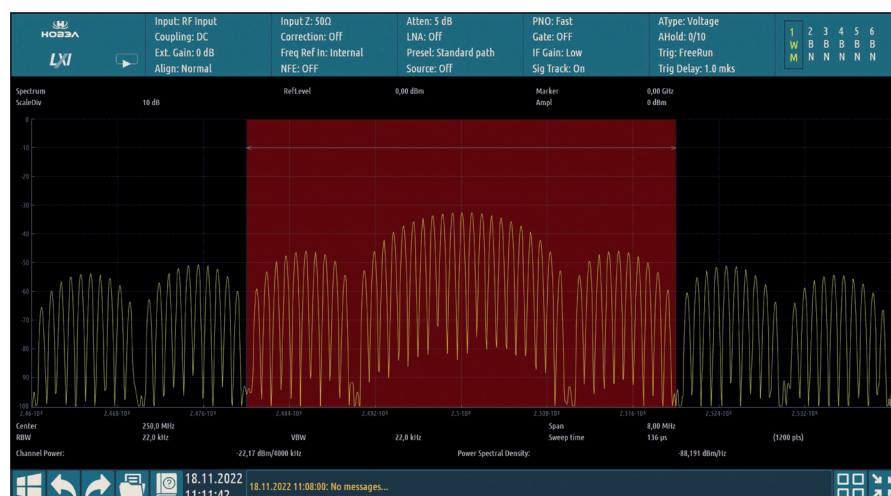


Рис. 7. Пример измерения мощности в канале для сигнала с импульсной модуляцией

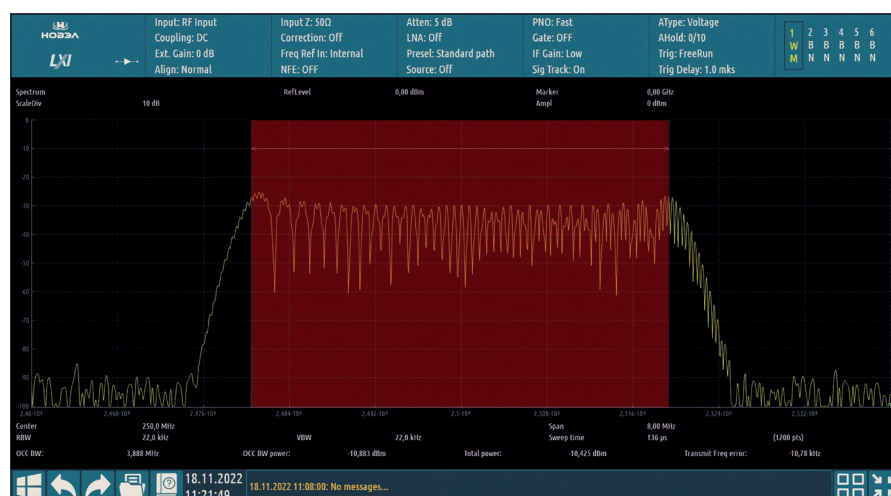


Рис. 8. Пример измерения занимаемой полосы частот для сигнала с цифровой модуляцией

сигналы с большим динамическим диапазоном (до 120 дБ в полосе CISPR-фильтра 9 кГц).

Анализатор оснащен двумя перестраиваемыми и одним фиксированным гетеродинами, с невысокими характеристиками в части спектральной чистоты и фазового шума.

АНАЛОГОВАЯ ДЕМОДУЛЯЦИЯ

С программно-активируемой опцией ADEM прибор СК4-МАХ6 получает функционал анализа аналоговых видов модуляций, таких как АМ, ЧМ и ФМ.

В этом режиме выполняется анализ характеристик модуляции (рис. 6): построение спектра ВЧ-сигнала, построение осциллограммы демодулированного сигнала, вычисление и отображение в реальном времени девиации частоты, глубины (коэффициента) модуляции, остаточной модуляции, модулирующей частоты, коэффициента гармоник и пр.

Таким образом, предложенное решение позволит легко и быстро выполнить ряд измерительных задач:

- поверку аналоговых генераторов с опциями АМ-, ЧМ-, ФМ-модуляции;
- тестирование, настройку и ремонт АМ/ЧМ-передатчиков;
- измерение переходных процессов и процессов установления в генераторах на основе ГУН и ФАПЧ.

ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ В КАНАЛЕ

При помощи этой функции можно выполнять избирательное измерение мощности сигнала с непрерывной модуляцией (рис. 7). В отличие от датчика мощности, который проводит измерения во всем доступном ему частотном диапазоне, режим измерения мощности в канале позволяет получить информацию о заданной полосе частот. При этом наличие других сигналов в полосе пропускания анализатора не будет оказывать влияния на результат измерения мощности в канале.

Спектр в канале определяется с помощью полосы разрешения, меньшей, чем полоса частот канала. Затем

измеренные значения, составляющие измеренную кривую, интегрируются для получения полной мощности. Небольшая полоса разрешения эквивалентна использованию узкополосного канального фильтра и поэтому предотвращает влияние на результат внеканальных излучений.

ИЗМЕРЕНИЕ ЗАНИМАЕМОЙ ПОЛОСЫ ЧАСТОТ

Для обеспечения правильной работы сетей сотовой связи или сети передачи данных необходимо, чтобы все передатчики работали в предназначенной для них полосе частот. Измерение занимаемой полосы частот, содержащей заданный процент от всей передаваемой в канале мощности, – одна из измерительных функций анализатора сигналов и спектра СК4-МАХ6 (рис. 8). После ввода полосы частот канала параметры измерения будут выбраны автоматически, обеспечивая получение оптимального результата.

В СК4-МАХ6 заданный процент от передаваемой мощности может выбираться в диапазоне от 10 до 99,9%. Во многих стандартах этот процент должен быть равен 99%, что соответствует стандартной настройке анализатора спектра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработка и производство отечественного контрольно-измерительного оборудования является стратегической задачей и сравнима с продовольственной независимостью страны. События 2022 года показали, что надеется на поставки иностранного оборудования не стоит.

АО «ПК «Новэл» в рамках программ импортозамещения реализует проекты по созданию отечественного контрольно-измерительного оборудования. СК4-МАХ6 – это лишь первый шаг в линейке подобных изделий. В настоящее время компанией ведется разработка и проектирование различных типов измерительной техники.

В ближайшее время будут доступны опытные образцы анализаторов спектра среднего класса и аналоговых генераторов сигналов.



В С Е Г Д А Н А В Ы С О Т Е

Наш телеграм-канал



www.aviasalon.com

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЙ
САЛОН**

МАКС 2023



25-30 ИЮЛЯ • ЖУКОВСКИЙ • МОСКВА • РОССИЯ