



Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ6

Разработан и производится в России

Компания Новэл – это один из ведущих отечественных производителей радиоизмерительных решений. Обладая профессиональной командой специалистов и многолетним опытом разработки, Новэл успешно выполняет самые амбициозные проекты.

Наличие собственной высокотехнологичной производственной площадки, сертифицированной по ГОСТ Р ИСО 9001-2015, обеспечивает ответственный и качественный подход к реализации широкого спектра гражданских задач.

На сегодняшний день ведётся серийное производство оборудования высшего измерительного класса, что подтверждается свидетельствами о внесении типа в Госреестр СИ.

Активное инвестирование в исследования и разработки позволяет непрерывно развивать портфолио выпускаемой продукции.

Наше производство расположено в Москве по адресу: ул. Новаторов, д. 40к1.



Содержание

Краткое описание.....4

Пользовательский интерфейс6

Интерфейсы подключения8

Радиотракт, продуманный в каждой мелочи10

Многофункциональная расширяемая цифровая платформа14

Графический интерфейс16

Аналоговая демодуляция АМ/ЧМ/ФМ17

Типы детекторов и усреднений трассы18

Возможности автоматизации и удаленного управления19

Измерение мощности в канале20

Измерение занимаемой полосы частот21

САПР «ПОЛАТОР»22

Информация для заказа24

Комплектация и аксессуары26

Краткое описание

В 2021 году АО «Производственная компания «Новэл» приступила к серийному выпуску линейки анализаторов сигналов и спектра реального времени высшего измерительного класса СК4-MAX6. Анализатор отличается превосходными функциональными характеристиками: широкой мгновенной полосой анализа, малым временем перестройки, низким фазовым шумом, высокой чувствительностью и широким динамическим диапазоном. По совокупности метрологических и технических характеристик сопоставим с лучшими образцами иностранного производства, имеет сходный с ними интуитивно понятный сенсорный интерфейс.

Анализатор является превосходным решением для разработчиков и производителей современных и перспективных средств радиосвязи, радиолокации, радионавигации, для отладки и измерения характеристик блоков модулей. Как с использованием базового функционала спектрального анализа, так и с применением специализированных опций, программное обеспечение анализатора позволяет проводить настройку и регулировку задающих генераторов и формирователей радиосигналов, усилителей, смесителей, конвертеров, пассивных устройств.



Внесены в Госреестр СИ с регистрационным №85014-22

Вид спереди СК4-MAX6



Анализатор сигналов и спектра СК4-MAX6 имеет возможность активации встроенного предусилителя для повышения чувствительности (опция LNA), а наличие переключателя режима AC/DC измерительного входа (опция ACC) позволяет обеспечить безотказность прибора при подаче ВЧ-сигнала с наличием постоянной составляющей напряжения вплоть до 50 В.

Кроме этого, поддержка коммуникационного стандарта LXI позволяет использовать анализатор в составе автоматизированных измерительных комплексов и предусматривает подключение к беспроводным, кабельным или оптическим сетям Ethernet. Система и синтаксис команд унифицированы с решениями ведущих мировых производителей, также реализована возможность эмуляции перечня команд конкретных приборов. Предусмотрена возможность монтажа анализатора в 19-дюймовую стойку (типоразмер прибора 6U).

Доступны два варианта реализации прибора, на базе операционной системы Windows 10 или на базе Astra Linux.

Ключевые особенности:

- Широкий диапазон частот от 1 Гц до 26,5/40 ГГц
- Доступна ширина полосы анализа в режиме реального времени 25/40/85/160 МГц (в стадии разработки 320/510/1200 МГц)
- Опции измерения коэффициента шума, фазовых шумов, модулей S11 и S21 с использованием следящего генератора, нелинейных параметров четырёхполосников (в стадии разработки)
- Встроенный диплексер для обеспечения возможности работы с внешними смесителями (опция DPLX)
- Выходы ПЧ2/ПЧ3 с шириной полосы 180/50 МГц (опции IF2RP/IF3RP)
- OBW, CP, ACP автоматизированные измерения
- Опция аналоговой демодуляции (AM/ЧМ/ФМ)
- Опция векторной цифровой демодуляции (в стадии разработки)
- Запись отсчётов АЦП на извлекаемый SSD
- Запись данных во внешнюю СХД (систему хранения данных)

Вид сзади СК4-MAX6



Пользовательский интерфейс



Интерфейсы подключения



Радиотракт, продуманный в каждой мелочи

Аналоговый тракт выполнен по классической схеме супергетеродинного приёмника с двумя или же тремя переносами частоты в зависимости от того, какой конкретно аналого-цифровой преобразователь (АЦП) используется. Для удовлетворения требований любой измерительной задачи потребителя анализатор реализован с применением двух АЦП: 12-ти битного с частотой дискретизации 2400 МГц и 16-ти 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 оснащён электромеханическим ступенчатым аттенуатором, что позволяет проводить измерения параметров непрерывных входных сигналов мощностью вплоть до 1 Вт.

Опционально входной тракт может быть оснащён сверхширокополосным малошумящим усилителем (МШУ) (опция LNA), обеспечивающим исключительную чувствительность анализатора во всём диапазоне рабочих частот.

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

Схема аналогового тракта

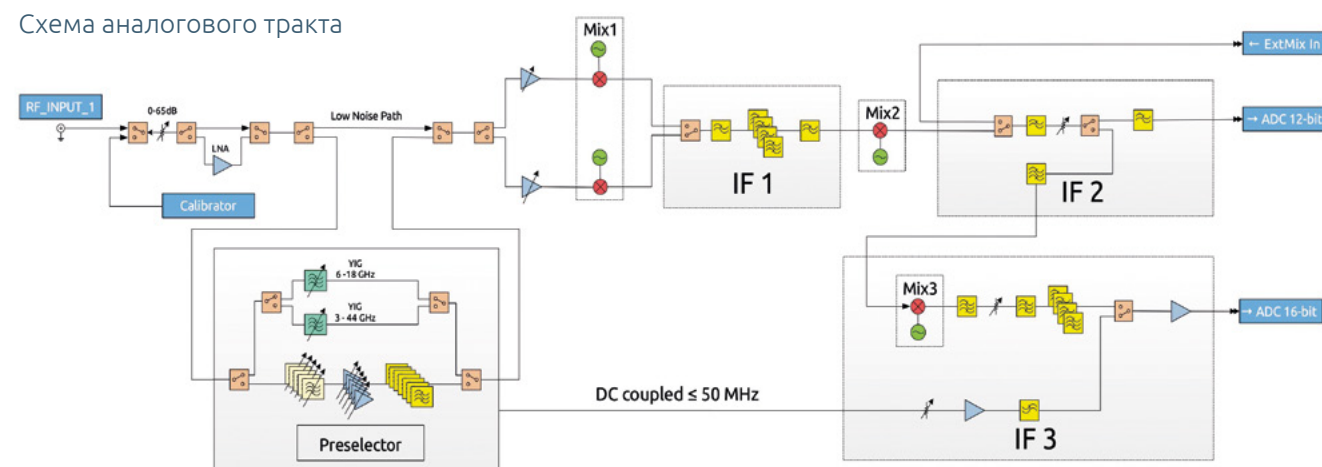
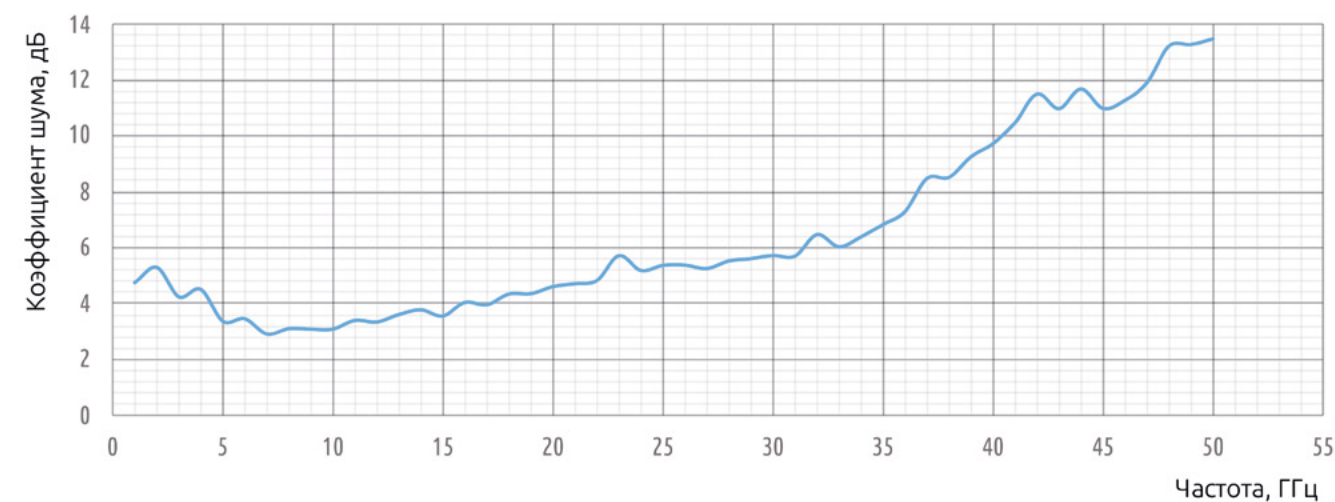
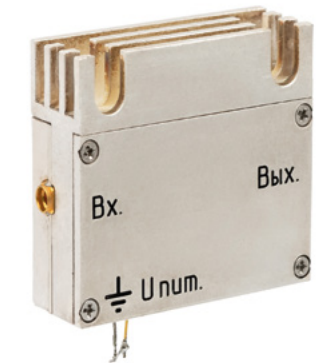


График зависимости коэффициента шума МШУ от частоты

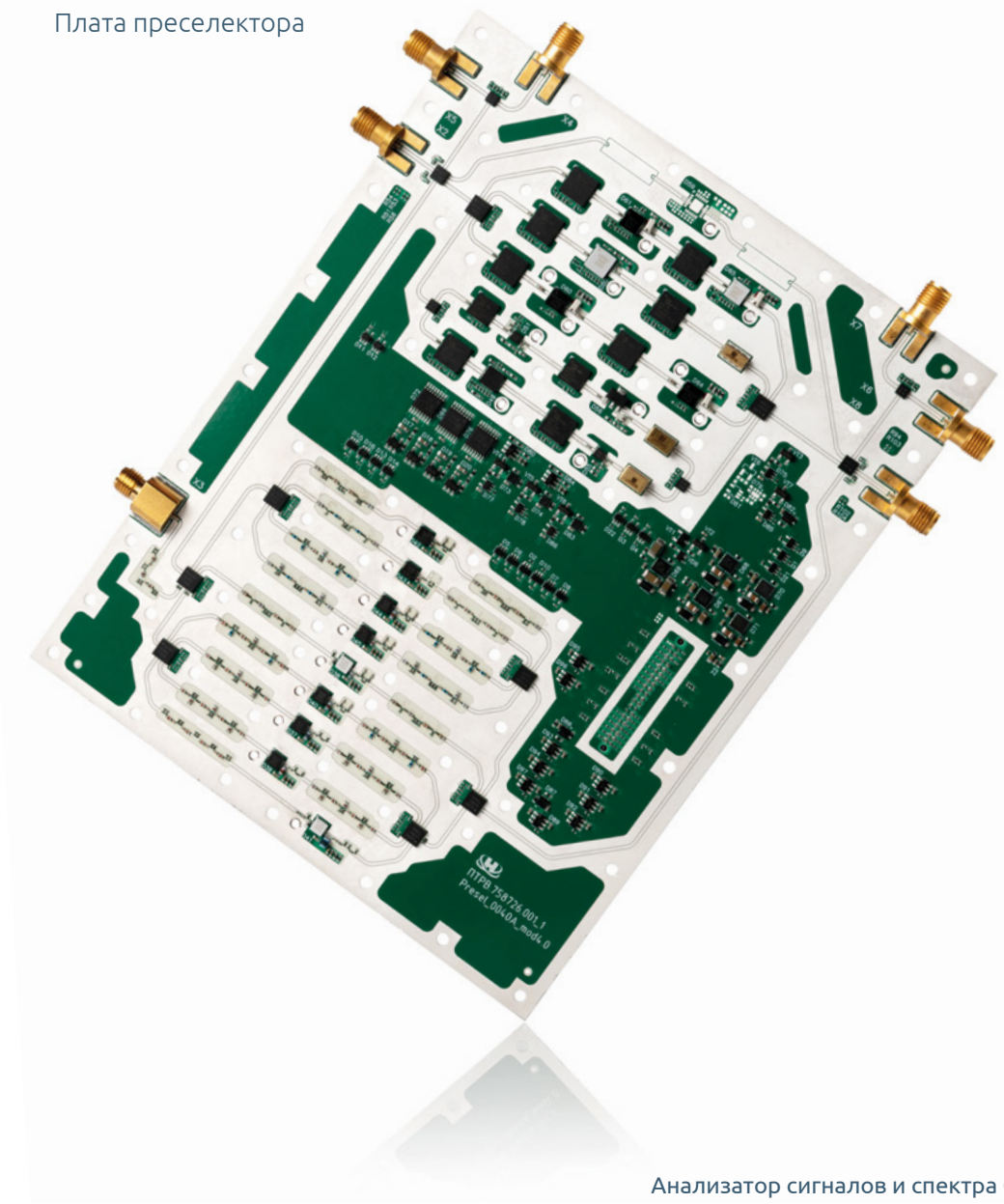


Преселектор в супергетеродинном приёмнике необходим для подавления паразитных каналов приёма на частотах зеркального канала ПЧ1 и других комбинационных частотах. Фильтрация преселектора сильных помех в эфире позволяет защитить вход анализатора от перегрузки. В анализаторе СК4-MAX6 преселектор реализован 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.

Малошумящий усилитель



Плата преселектора



Радиотракт, продуманный в каждой мелочи

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.

Дополнительно следует отметить наличие аппаратных CISPR-фильтров 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 оснащён выходами второй (опция IF2RP) и третьей (опция IF3RP) промежуточной частоты с центральными частотами и полосами частот:

450 МГц и 180 МГц для ПЧ2 и

50 МГц и 50 МГц для ПЧ3.

Данные выходы могут быть при необходимости использованы для переноса участка спектра в полосе пропускания анализатора на промежуточную частоту для её оцифровки сторонними средствами.

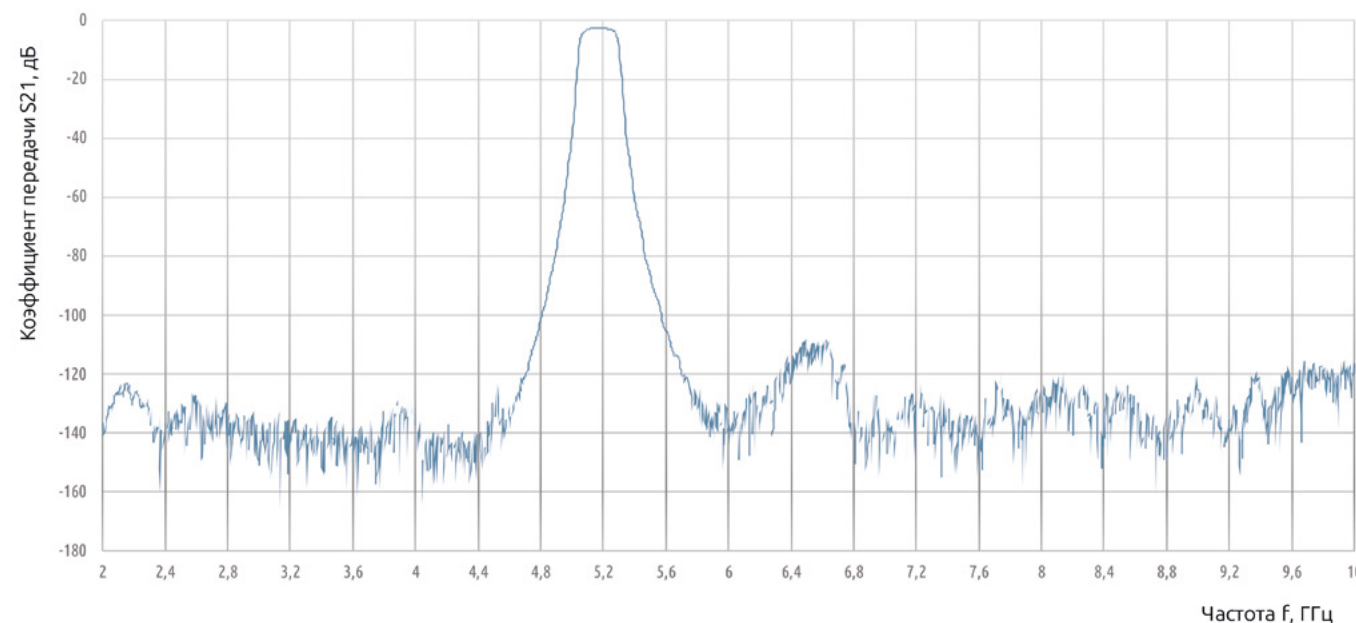
Также опционально может быть установлен выход логарифмического детектора огибающей ПЧ2 (опция LOGVRP), с включением логарифмического усилителя в тракте ПЧ3. Опция позволяет анализировать сигналы с большим динамическим диапазоном (до 120 дБ в полосе CISPR-фильтра 9 кГц).

Анализатор оснащён двумя перестраиваемыми и одним фиксированным гетеродинами, с выдающимися характеристиками в части спектральной чистоты и фазового шума. Графики зависимости односторонней спектральной плотности мощности внесённого фазового шума для различных частот входной несущей анализатора, измеренные на выходе ПЧ3, приведены на рисунке.

Фильтр ПЧ 5,15 ГГц



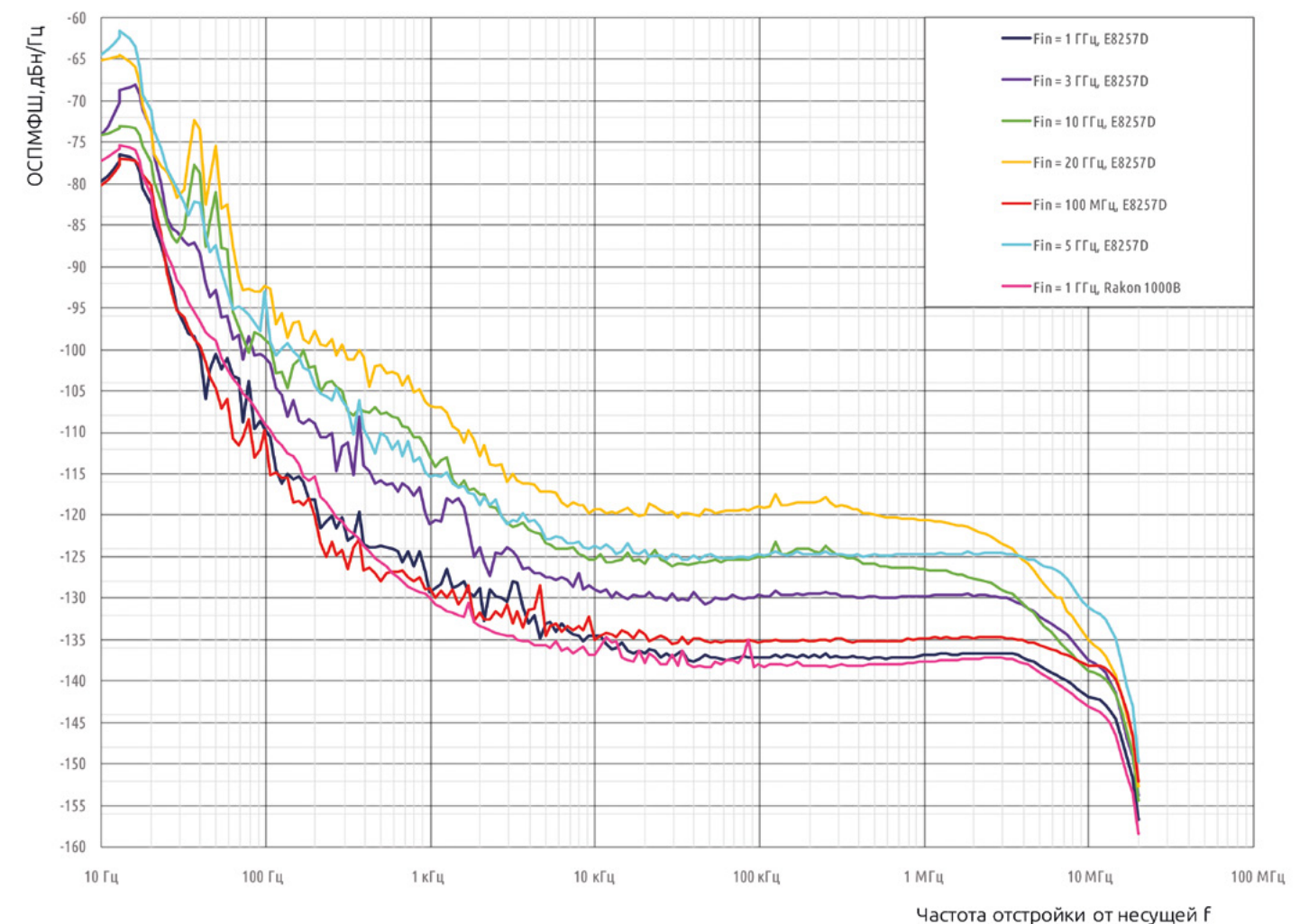
График зависимости коэффициента передачи S21 от частоты f фильтра ПЧ 5,15 ГГц



Калибратор



График зависимости относительной спектральной плотности мощности фазовых шумов от частоты отстройки от несущей для сигналов различных входных частот



Многофункциональная расширяемая цифровая платформа

Прибор реализован на базе шасси CompactPCI Serial, являющегося широко используемым промышленным стандартом. Это позволяет наращивать функциональность прибора за счет подключения в свободные слоты новых аппаратных модулей, таких как дополнительные SSD-накопители, модуль синхронизации по ГНСС (ГЛОНАСС/GPS), дополнительные модули обработки сигнала.

В кросс-плату CompactPCI Serial установлены:

- Модуль ПЛИС, осуществляющий приём и обработку данных от каждого из АЦП;
- Одноплатный компьютер;
- Модуль цифровой обработки сигналов;
- Интерфейсная плата для синхронизации и управления модулями аналогового тракта и калибратором.

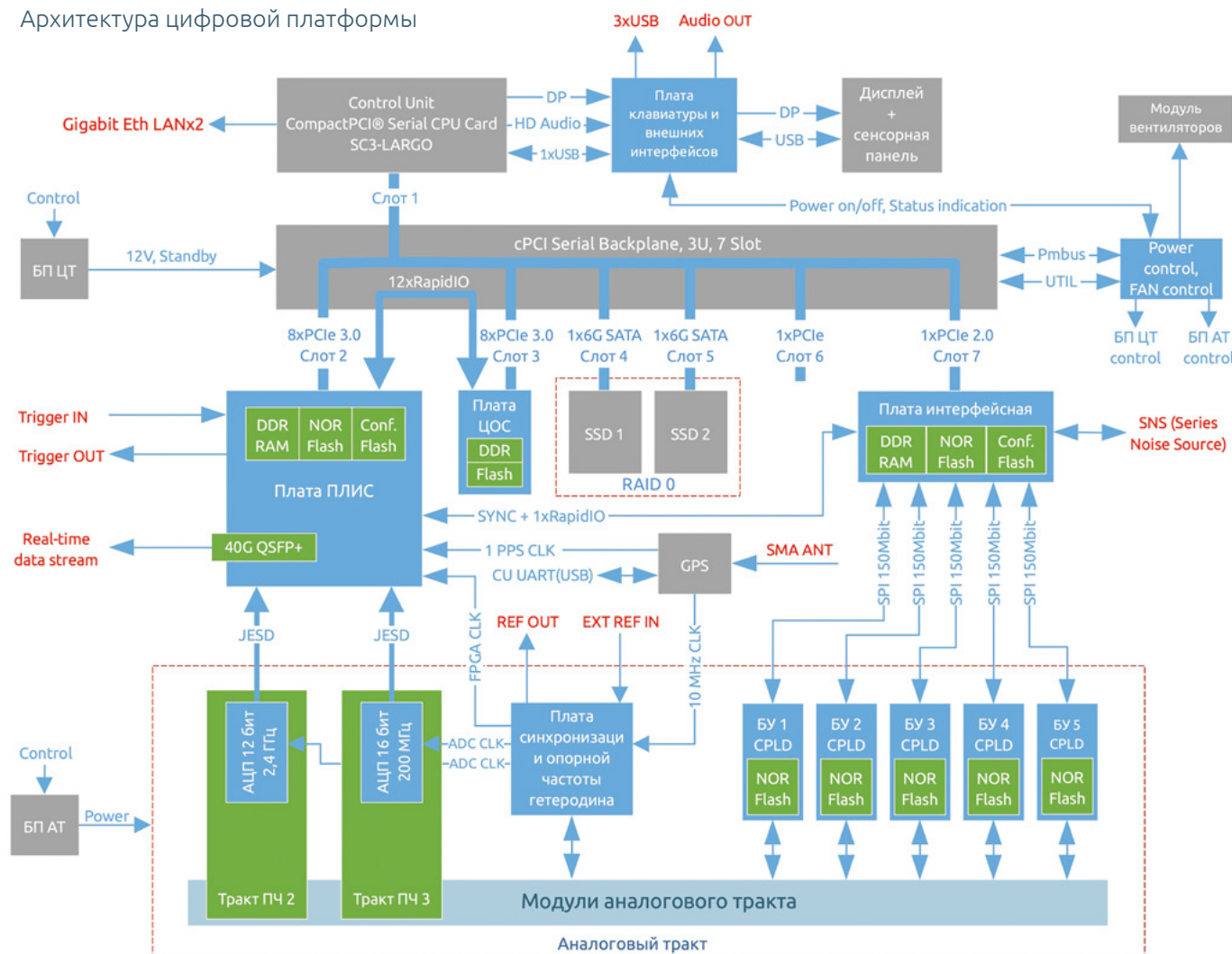
Аппаратные ресурсы платформы:

- Процессор Intel Core™ i7-5850EQ 2.7GHz;
- 8/16 ГБ ОЗУ DDR3L+ECC;
- 2x mini DisplayPort;
- 2x USB 3.0;
- 2x 1 Гб/с Ethernet.

Тракт цифровой обработки сигналов выполнен на ПЛИС, в которой реализованы функциональные блоки комплексного корректора АЧХ аналогового тракта, цифрового гетеродина, двух переключаемых путей – либо с БПФ-склейками частей спектра, либо с синтезируемым фильтром RBW, выходного пиксельного детектора и IP-блока интерфейса PCIe.

Передовая элементная база позволяет обрабатывать поток данных до 250 MSPS. Интерфейс PCIe 3.0, используемый для взаимодействия ПЛИС и одноплатного компьютера, обеспечивает скорость обмена данными до 8 Гб/с.

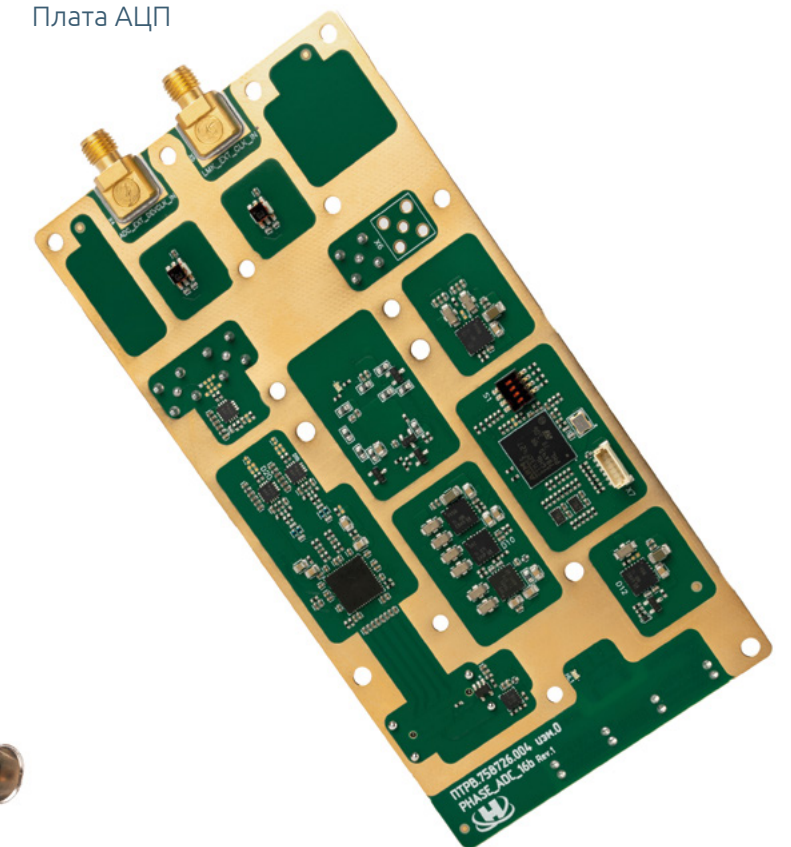
Архитектура цифровой платформы



Модуль ПЛИС



Плата АЦП



Графический интерфейс

Графический интерфейс СК4-MAX6 проработан и реализован на уровне флагманских моделей иностранного производства. Сенсорный экран прибора даёт оператору дополнительную возможность выполнять настройку анализатора без помощи клавиатуры на передней панели. Для этого достаточно провести пальцем по дисплею простым жестом пролистывания, как вы привыкли это делать на экране своего смартфона.

Большой 33 см дисплей с разрешением 1920 × 1080 пикселей обеспечивает точное отображение измеряемого сигнала. Клавиши бокового меню и всплывающих окон расположены таким образом, что сигнал чётко 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.

Снимок экрана в режиме ввода значения центральной частоты



Аналоговая демодуляция АМ/ЧМ/ФМ

С программно-активируемой опцией ADEM прибор СК4-MAX6 получает функционал анализатора аналоговых видов модуляций, таких как АМ, ЧМ и ФМ.

В этом режиме выполняется анализ характеристик модуляции, а именно: 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 выполнять ряд измерительных задач, а именно:

- Проверка аналоговых генераторов с опциями АМ, ЧМ, ФМ модуляции;
- Тестирование, настройка и ремонт АМ/ЧМ-передатчиков;
- Измерение переходных процессов и процессов установления в генераторах на основе ГУН и ФАПЧ;
- Базовый анализ импульсных или непрерывных ЛЧМ сигналов.

Отображение модулирующего сигнала и его спектра



Типы детекторов и усреднений трассы

Применение цифровых дисплеев задает конечное количество пикселей, которое доступно для отображения спектрограммы, как по горизонтали (шкала частоты), так и по вертикали (шкала уровней). Каждый пиксель по горизонтали представляет диапазон частот, равный Span/«количество пикселей». Зададимся вопросом, какое значение уровня мощности входного сигнала должно быть отображено в каждой точке экрана?

Прежде чем определить соответствующий пиксель экрана прибором производится выборка из некоторого объема измеренных значений. Алгоритм вычисления определяется типом используемого детектора.

В анализаторе спектра СК4-MAX6 доступны восемь пиксель-ориентированных типов детектирования:

- «Sample» – значение центрального элемента сегмента;
- «Peak» – детектирование максимального пика;
- «Negative Peak» – детектирование минимального пика;

- «Power Averaging» – усреднение по мощности;
- «Voltage Averaging» – усреднение по напряжению;
- «Log Power Averaging» – логарифмическое усреднение;
- «Normal» – максимальное и минимальное значение выбранного сегмента;
- «Quasi Peak» – квазипиковое детектирование.

Также доступны шесть видов отображения самой спектрограммы:

- «Blank» – спектрограмма не отображается на экране;
- «Write» – данные сохраняются на экране после выполнения измерения;
- «MaxHold» – фиксируются только максимальные значения амплитуды;
- «MinHold» – фиксируются только минимальные значения амплитуды;
- «Average» – отображаются усредненные значения по уровню;
- «View» – отображение текущих значений.

Пример влияния типа трассы на значение отображаемого уровня



Возможности автоматизации и удаленного управления

Нередко современные измерительные задачи требуют возможности по автоматизации. Поэтому анализатором СК4-MAX6 можно управлять удалённо, просто подключившись к прибору с внешнего ПК.

Пример удаленного доступа к прибору СК4-MAX6



Поддерживаются различные методы дистанционного управления и сбора данных:

- Подключение прибора к локальной сети LAN
- Использование браузерного интерфейса LXI в локальной сети (в стадии разработки)
- Использование приложения Windows Remote Desktop в локальной сети
- Подключение ПК через интерфейс GPIB (в стадии разработки)

Для реализации этих возможностей есть перечень необходимых SCPI-команд.

Окно программы Полатор

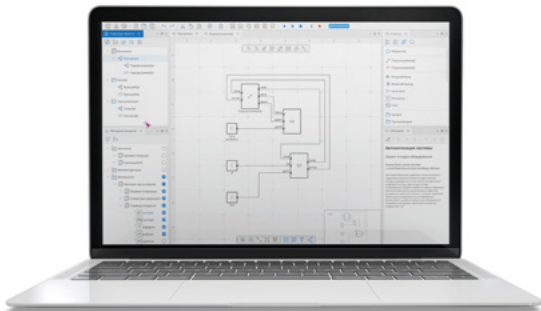
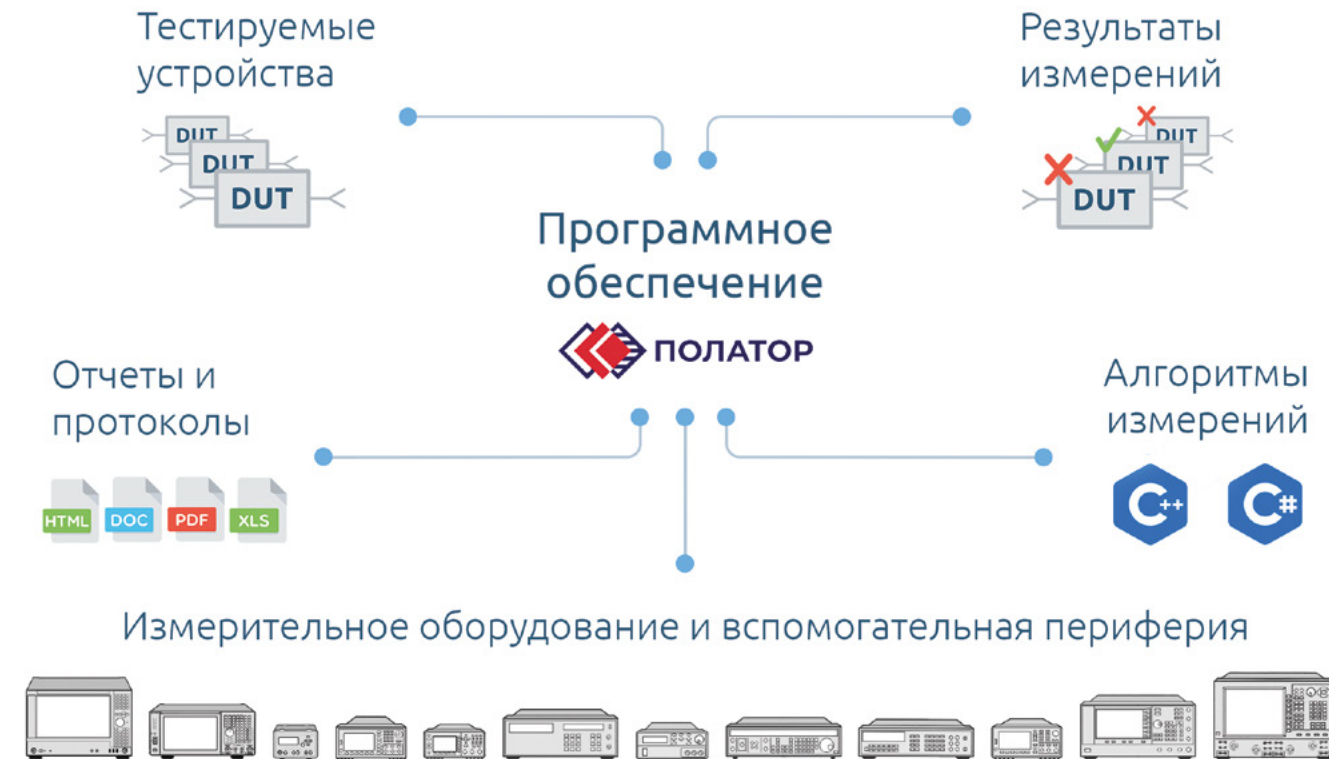


Схема возможностей по автоматизации процесса измерений



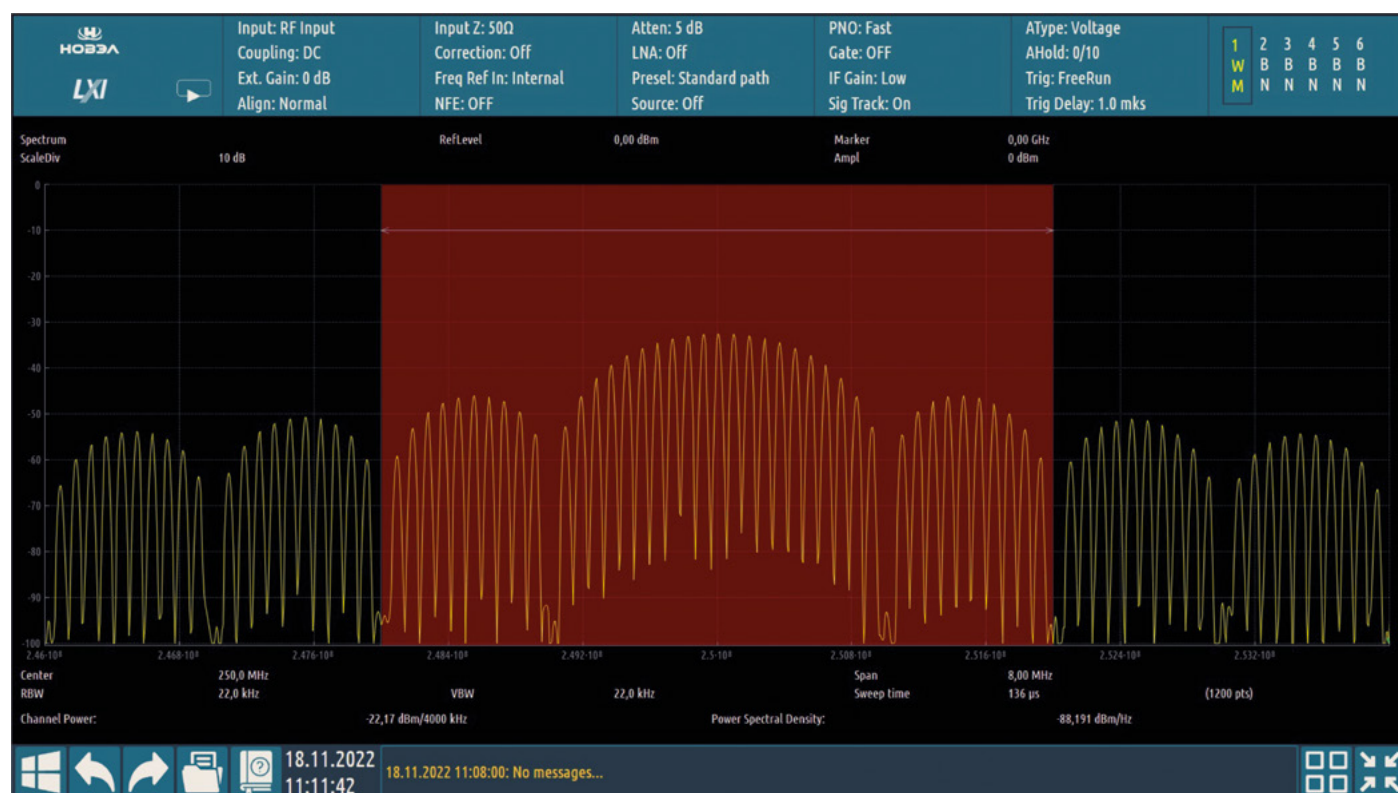
Измерение мощности в канале

При помощи этой функции можно выполнять избирательное измерение мощности сигнала с непрерывной модуляцией. 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.

Пример измерения мощности в канале для сигнала с импульсной модуляцией



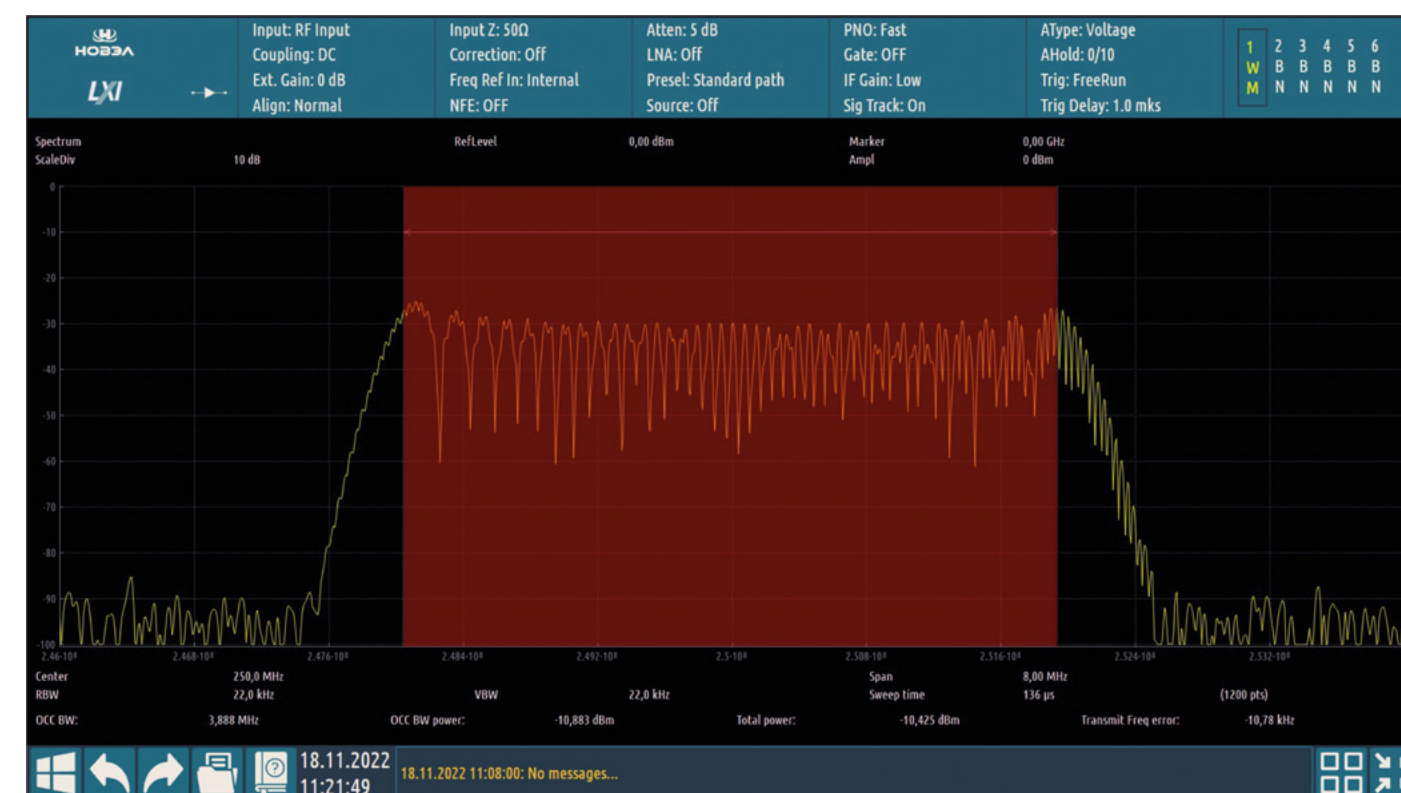
Измерение занимаемой полосы частот

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 – это одна из измерительных функций анализатора сигналов и спектра СК4-MAX6.

После ввода полосы частот канала параметры измерения будут выбраны автоматически, обеспечивая получение оптимального результата.

В приборе СК4-MAX6 этот процент может выбираться в диапазоне от 10% до 99,9% мощности. Во многих стандартах этот процент должен быть равен 99%, что соответствует стандартной настройке анализатора спектра.

Пример измерения занимаемой полосы частот для сигнала с цифровой модуляцией



САПР «ПОЛАТОР»

Программное обеспечение «Полатор» – это специализированная система автоматизированного проектирования (САПР), позволяющая использовать подходы программной инженерии для решения следующих задач:

- Автоматизированная поверка и калибровка измерительных приборов;
- Автоматизированные аттестационные испытания;
- Отладка изделий по итогам моделирования и проектирования.

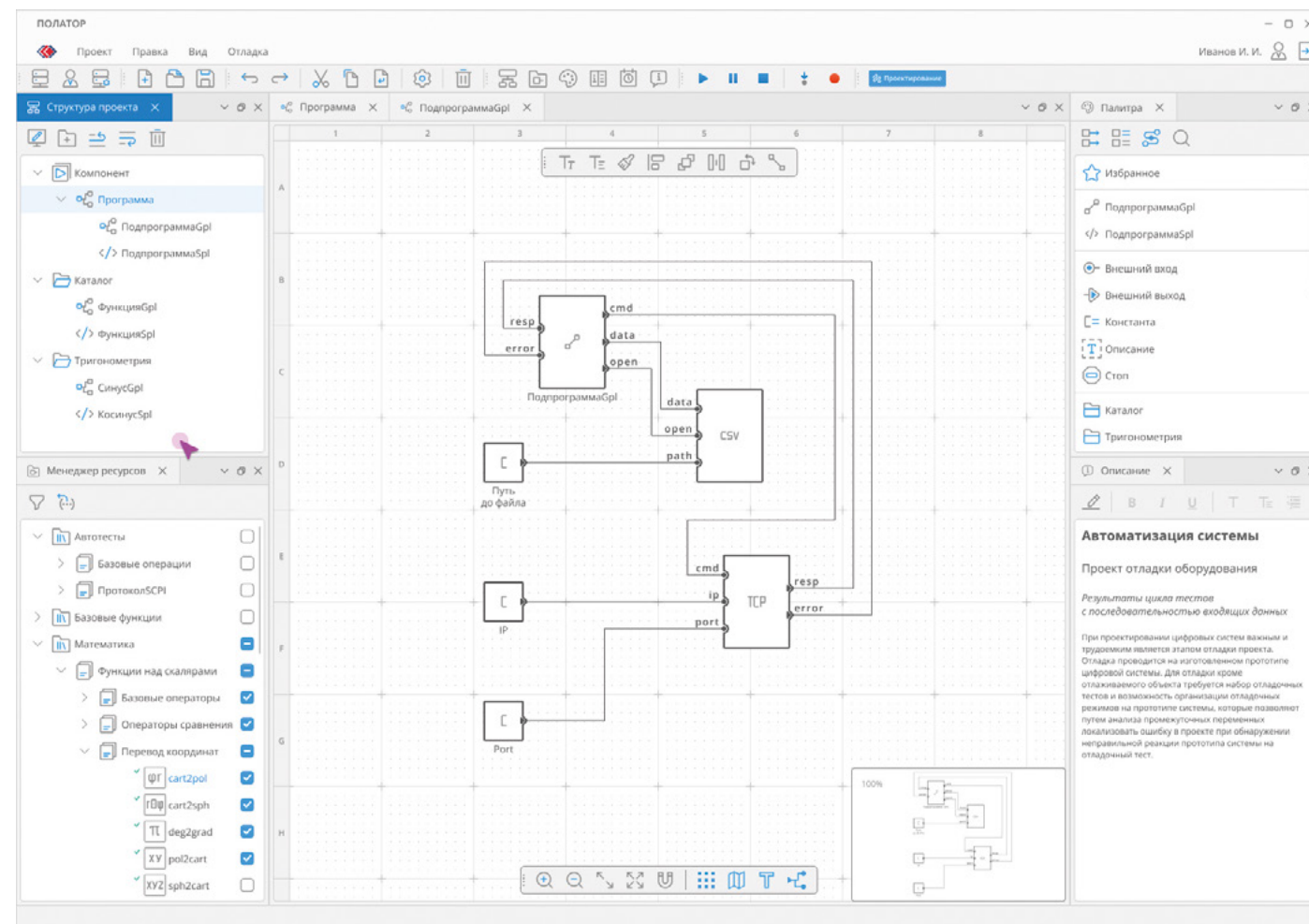
САПР ориентирована на аналого-цифровую симуляцию и реализует две парадигмы вычислений: классическую, фон Неймана, и параллельную, управляемую потоками данных (DataFlow)

При этом «Полатор» имеет несколько проблемно-ориентированных языков высокого уровня и вводит такие понятия как:

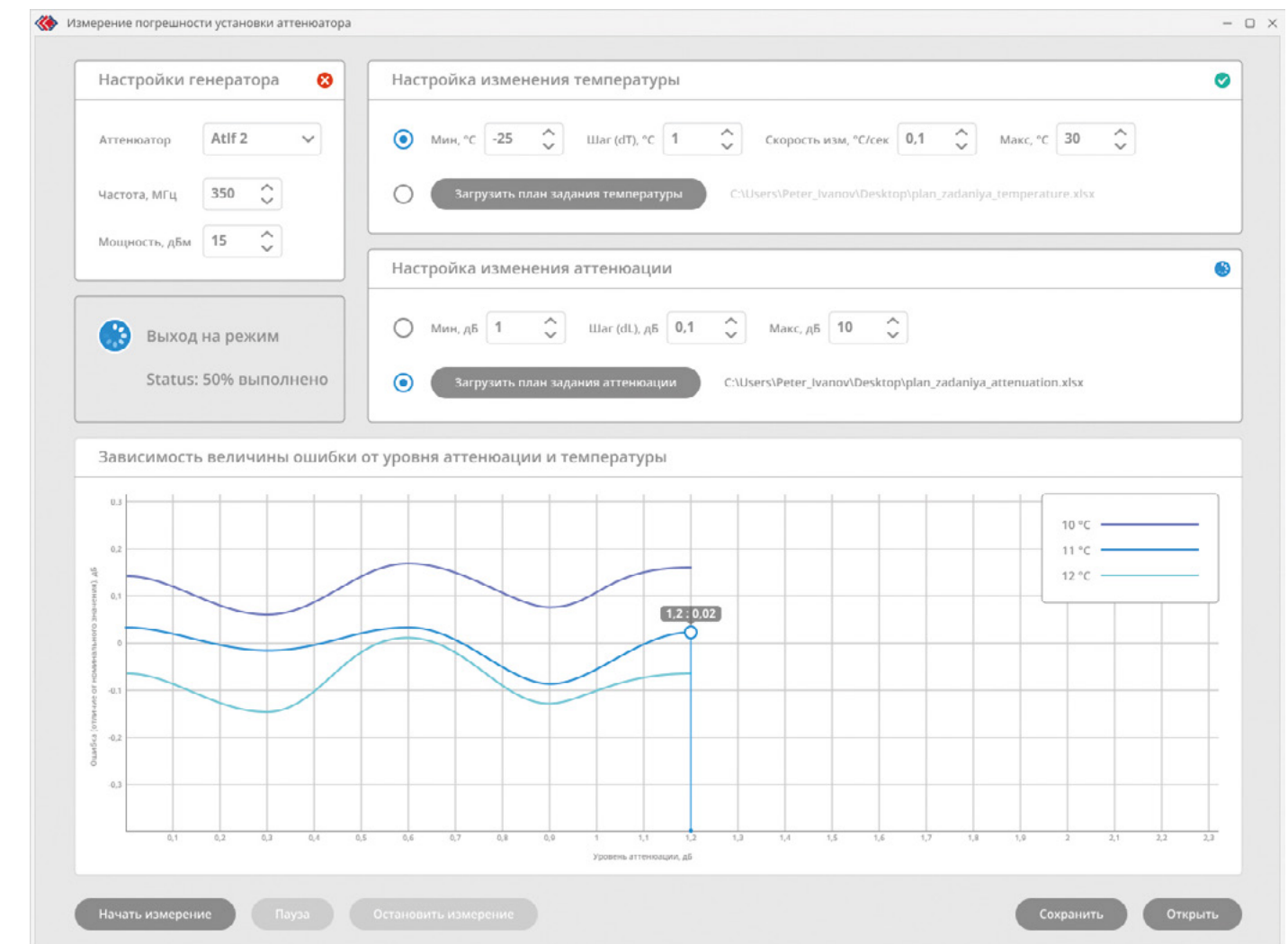
- «Виртуальные испытания»
- «Виртуальные стенды»
- «Виртуальные полигоны»

Разработчику предоставляется расширяемая библиотека элементов и возможность повторного использования готовых решений и их частей. Также дается возможность подключения объектов физического мира (АСУ, АСУТП, программно-аппаратные системы, измерительная техника, приборы, ASIC).

Окно программы с тестовым проектом



Окно программы для измерения погрешности установки аттенюатора



Информация для заказа

Базовый блок:

Анализатор сигналов и спектра СК4-MAX6, от 1 Гц до 26,5 ГГц (код заказа: ПТРВ.411168.001-01)

Анализатор сигналов и спектра СК4-MAX6, от 1 Гц до 40 ГГц (код заказа: ПТРВ.411168.001)

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
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 с включением логарифмического усилителя в тракте ПЧ3
B160, B512, B1200	аппаратно-программная	Максимальная ширина полосы анализа сигналов в режиме реального времени 160/ 512/ 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
DPLX	аппаратно-программная	Встроенный диплексер для возможности работы с внешними смесителями
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
DPLX	аппаратно-программная	Встроенный диплексер для возможности работы с внешними смесителями
EMI	аппаратно-программная	Опция измерительного приемника для оценки ЭМС
SSD256	аппаратно-программная	Извлекаемый твердотельный накопитель для записи отсчётов измеряемых сигналов ёмкостью 256 ГБ
SSD512	аппаратно-программная	Извлекаемый твердотельный накопитель для записи отсчётов измеряемых сигналов ёмкостью 512 ГБ
SSD1	аппаратно-программная	Извлекаемый твердотельный накопитель для записи отсчётов измеряемых сигналов ёмкостью 1 ТБ
SSD2	аппаратно-программная	Извлекаемый твердотельный накопитель для записи отсчётов измеряемых сигналов ёмкостью 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
RTSA	программная	Опция для работы в режиме реального времени
NMD-N	аппаратная	«NMD переход с соединителями RPC-2.92 (розетка) - RPC-N (розетка)»
NMD-2.92	аппаратная	«NMD переход с соединителями RPC-2.92 (розетка) - RPC-2.92 (розетка)»
CASE	аппаратная	Прочный кейс для транспортировки прибора

Комплектация и аксессуары

Стандартная комплектация:

Наименование	Изображение	Функциональное назначение
СК4-MAX6		Анализатор сигналов и спектра
Кабель питания		Сетевой кабель для питания прибора от сети 220 В
Тарированные ключи		Два тарированных ключа: КТ-8-0,9/КТ-19-1,35 с моментом затяжки 0,9/1,35 Н·м и размером зева 8 мм <i>Примечание – возможна поставка тарированных ключей с иным моментом затяжки по требованию заказчика</i>
Поддерживающие ключи		Шесть гаечных ключей для работы с NMD-соединителями. Размер зева 6/7/8/14/19/20 мм.
Короб для транспортировки		Пятислойный картонный короб с ложементом для транспортировки прибора]
Кабельные сборки		Комплект из четырёх жёстких кабельных сборок предустановленных на задней панели прибора
Документация		Комплект документации, включающий в себя руководство оператора, руководство по эксплуатации, формуляр
Переход		Коаксиальный переход розетка-розетка приборного класса в тракте 2,92 мм

Дополнительные аксессуары:

Код опции	Изображение	Функциональное назначение
NMD-N		NMD переход с соединителями RPC-2.92 (розетка) - RPC-N (розетка)
NMD-2.92		NMD переход с соединителями RPC-2.92 (розетка) - RPC-2.92 (розетка)
19" Rack kit		Набор крепежей для монтажа прибора в 19-дюймовую стойку
CASE		Прочный кейс с ложементом для транспортировки прибора
Кабельные сборки		Кабельные сборки различной длины и типами соединителей на заказ
Документация		Свидетельство о поверке

АО "ПК "НОВЭЛ"

117587, г. Москва,
ш. Варшавское,
д. 125, стр. 1

Телефон: +7 (495) 120-30-42
E-mail: info@novel-pk.ru

www.novel-pk.ru

Версия 2.1.0
21.03.2023