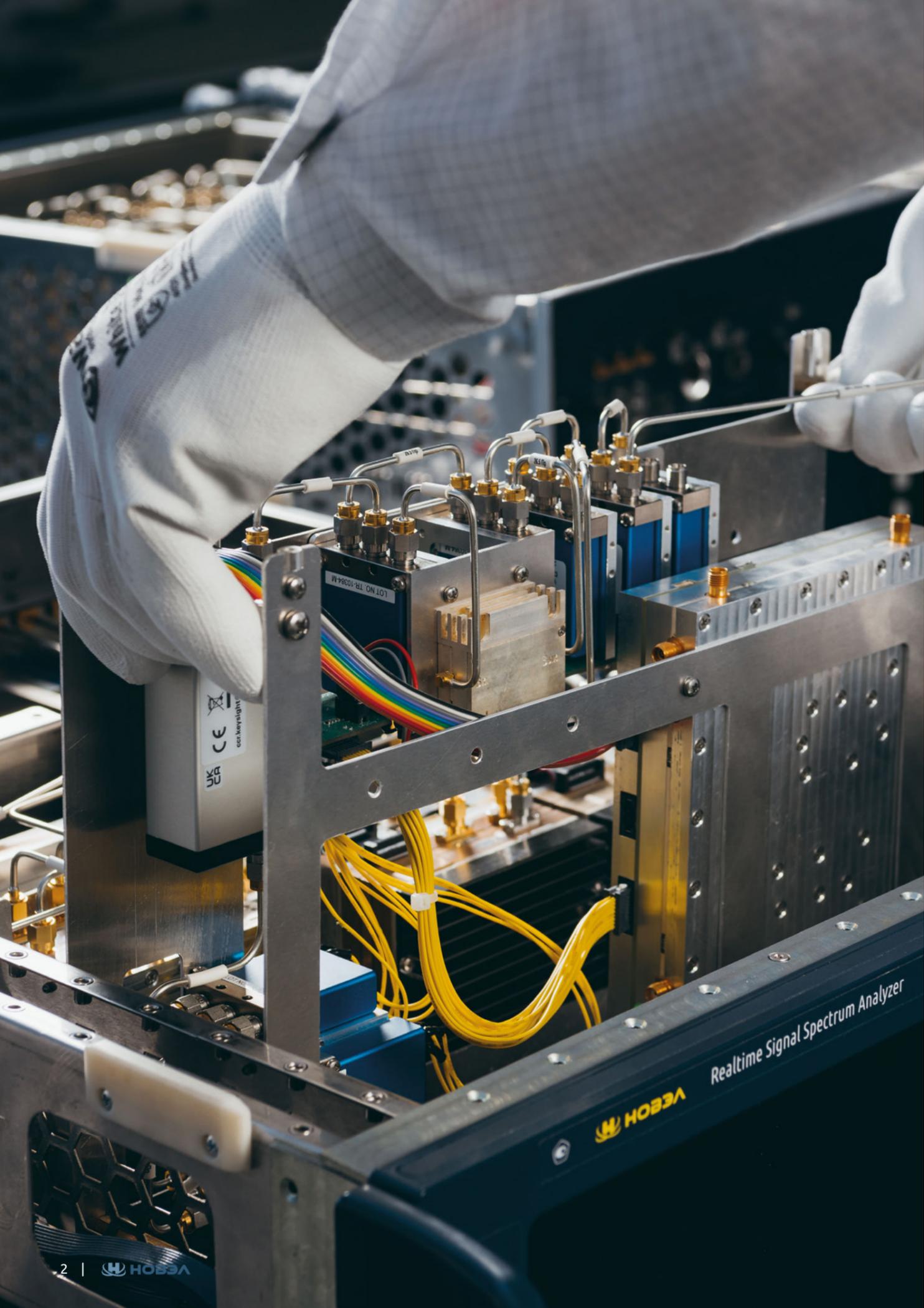




Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ4

Разработан и производится в России



Содержание

О компании.....	4
Краткое описание.....	6
Пользовательский интерфейс.....	8
Интерфейсы подключения.....	10
ВЧ-характеристики.....	12
Режим захвата сигналов в реальном времени.....	14
Графический интерфейс.....	16
Аналоговая демодуляция АМ/ЧМ/ФМ.....	17
Типы детекторов и усреднений трассы.....	18
Возможности автоматизации и удаленного управления.....	19
Измерение мощности в канале.....	20
Измерение занимаемой полосы частот.....	21
САПР «ПОЛАТОР».....	22
Информация для заказа.....	24
Комплектация и аксессуары.....	25

О компании

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 исследование и разработки позволяет непрерывно развивать портфолио выпускаемой продукции.

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



Краткое описание

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.

Анализатор сигналов и спектра СК4-MAX4 имеет возможность активации встроенного предусилителя для повышения чувствительности (опция MAX4-A4), а наличие переключателя режима AC/DC измерительного входа 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 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 4U).

Прибор реализован на базе операционной системы Astra Linux.

Ключевые особенности:

- Широкий диапазон частот от 3 Гц до 3,6/8,4/13,6/26,5 ГГц
- Доступна ширина полосы анализа в режиме реального времени 40 МГц (в стадии разработки 160 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)
- 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 спереди СК4-MAX4



Вид сзади СК4-MAX4



Пользовательский интерфейс



Интерфейсы подключения

Высота прибора 4U ●



ВЧ-характеристики

По основным характеристикам, как фазовый шум минус 119 дБн (1 Гц) при отстройке 10 кГц (от несущей 1 ГГц), точка пересечения третьего порядка +20 дБмВт, полоса разрешения от 1 Гц до 10 МГц и средний уровень собственных шумов минус 163 дБмВт, прибор СК4-MAX4 может сравниться с анализаторами высшего класса. Это делает его идеальным прибором для использования в лаборатории, на производстве и в сервисных мастерских. Шаг перестройки аттенуатора 5 дБ и предусилитель (опция MAX4-A4) позволяют расширить используемый динамический диапазон и увеличить чувствительность прибора.

Низкий уровень паразитных сигналов

Чтобы отличать случайные спектральные компоненты в сигнале от негармонических побочных спектральных составляющих измерительного прибора, необходимо обеспечить низкий уровень паразитных сигналов. В пределах отстройки 10 МГц от несущего сигнала указанный уровень паразитных сигналов прибора MAX4 находится на минус 70 дБ ниже уровня исследуемого сигнала. Поэтому анализатор MAX4 является идеальным инструментом для идентификации источников помех, даже если их уровень значительно ниже уровня несущей.

Для обнаружения сигналов малого уровня должен быть низким средний уровень собственных шумов (DANL) прибора. Кроме того, при поиске источников помех выше определенного уровня низкий уровень DANL позволяет использовать более широкую полосу разрешения и увеличивать скорость измерения. Обладая типовым значением DANL на уровне минус 152 дБмВт (Гц), которое может быть улучшено до минус 163 дБмВт (Гц) с помощью предусилителя, анализатор MAX4 может выявлять даже небольшие паразитные излучения.

Низкая погрешность измерения уровня

Еще одной уникальной особенностью для данного класса приборов является низкая погрешность измерения уровня (0,5 дБ). Высокая измерительная точность прибора обеспечивает получение надежных результатов испытаний, что зачастую позволяет отказаться от использования отдельного датчика мощности.

Измерение уровня фазового шума

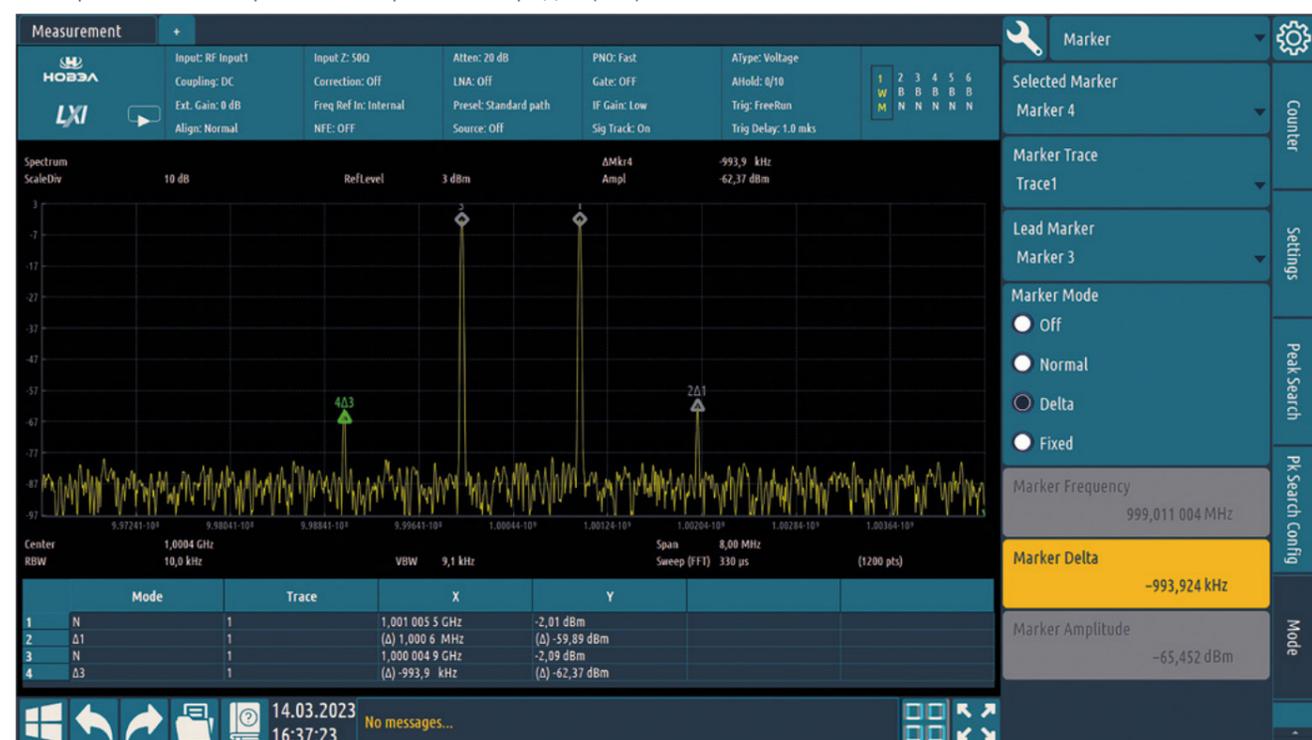
Низкий уровень фазового шума минус 119 дБн (1 Гц) при отстройке 10 кГц от несущей 1 ГГц — преимущество для спектральных измерений. Он позволяет проводить точные измерения мощности в соседних каналах узкополосных несущих. Таким образом, можно обнаруживать нежелательные негармонические побочные спектральные составляющие вблизи несущей.

Ширина полосы анализа сигналов

Ширина полосы анализа сигналов определяет диапазон частот, в котором собирается вся информация об уровне и фазе сигналов в течение заданного времени. Прибор позволяет демодулировать сигналы с аналоговой и цифровой модуляцией и полосой пропускания до 40 МГц.

Опция MAX4-P7 позволяет анализировать амплитуду, частоту и фазу сигналов с аналоговой модуляцией.

Измерение точки пересечения третьего порядка (TOI)



Простое измерение фазового шума с помощью маркерной функции



Режим захвата сигналов в реальном времени

Прибор СК4-МАХ4 имеет возможность производить анализ в реальном масштабе времени.

Обработка сигналов в реальном времени с помощью анализатора спектра СК4-МАХ4 может рассматриваться радиоинженерами в следующих практических применениях:

- захват и сохранение выборки данных сигнала для дальнейшей обработки внешним устройством;
- непрерывный анализ радиолокационных сигналов с быстрой перестройкой частоты;
- анализ заданной частотной области с захватом редких событий вне заданной амплитудно-частотной маски;
- захват и отображение скрытых сигналов при проверке тактических систем связи с быстрой перестройкой частоты.

Решение задачи записи и передачи выборки сигнала во всех исполнениях прибора обеспечивается благодаря высокоскоростным интерфейсам. Цифровая обработка, выполняемая средствами

ПЛИС, заключается в переносе частот, полосовой фильтрации и децимации входных сигналов. Результат работы при захвате сигналов может быть сохранен на съемном носителе либо передан по сетевым интерфейсам непосредственно с модуля цифровой обработки минуя модуль Интерфейса оператора.

Задача обнаружения редких событий, выраженных в возникновении сигналов вне заданной частотной маски, характерна для систем контроля каналов спутниковой и наземной беспроводной связи, а также аттестации приборов, таких как усилители мощности, генераторы, модуляторы.

На рисунке ниже показан приводится пример накопления изображения на экране при наличии в одной частотной области двух сигналов, различимых по времени.

Такое применение требуется регулирующим органам для непрерывного контроля радиочастотного диапазона, чтобы надежно обнаруживать нежелательные или нелегальные сигналы.

Для одного из исполнений МАХ4 с учетом ограничений пропускной способности интерфейсов передачи данных максимальная полоса захвата и передачи сигналов в реальном времени составляет 40 МГц. Для широкополосного исполнения полоса захвата сигналов в реальном времени, ограниченная аналоговыми фильтрами на входе АЦП, составляет 160 МГц.

С помощью частотно-зависимых масок анализатор МАХ4 может запускаться по сверхкоротким переходным процессам, которые не могут обнаруживаться обычными анализаторами спектра. Спектр или I/Q-данные во временной области можно сохранить для последующего более детального анализа. Например, пользователи смогут определить причину помех, возникающих от

Пример внешнего вида модуля ЦОС

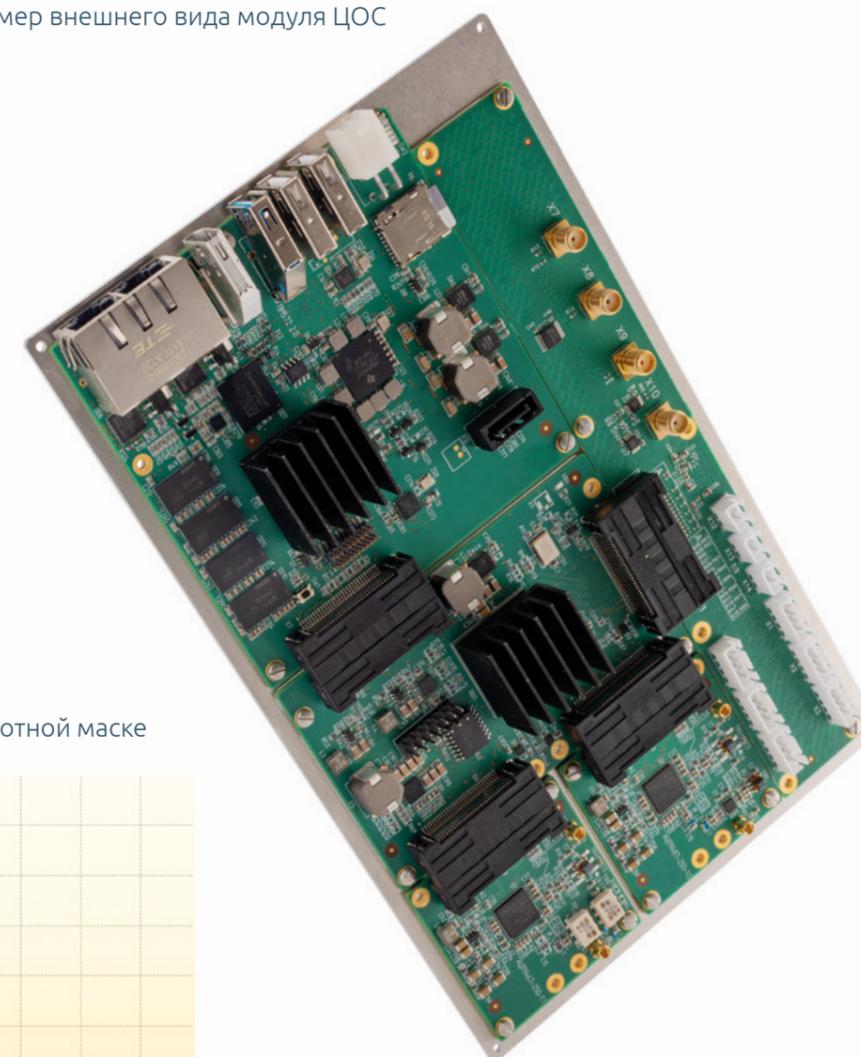
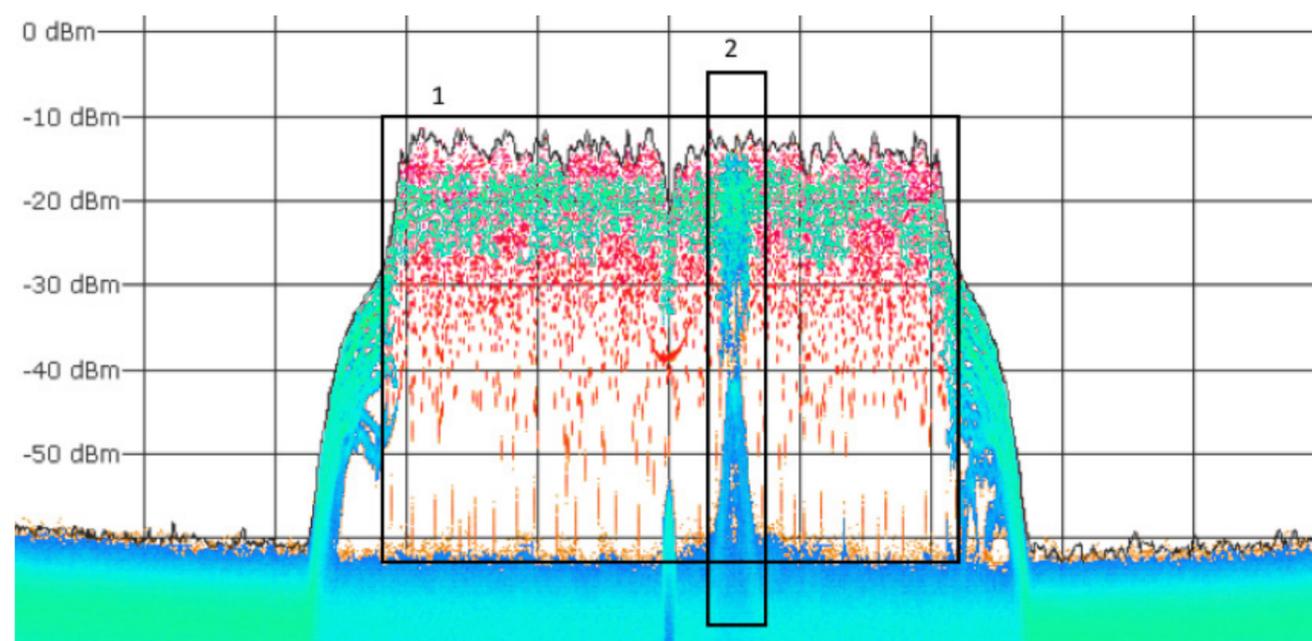
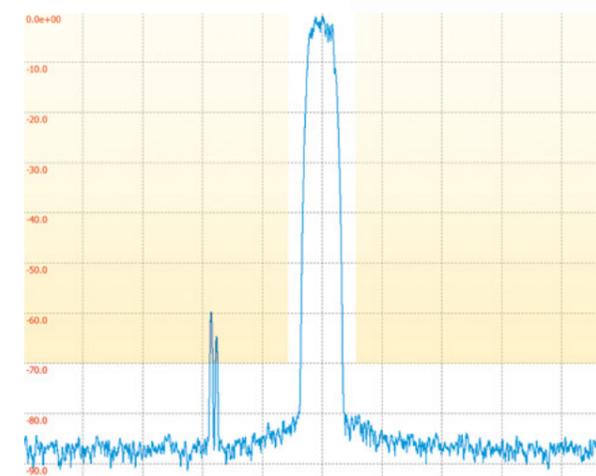


Иллюстрация захвата сигналов в режиме отображения с послесвечением. Частотные области:

- Область 1 – основной сигнал;
- Область 2 – паразитный сигнал, присутствующий в определенные моменты времени, искажающий спектр в своей полосе.



Захват события по заданной частотной маске



Графический интерфейс

Графический интерфейс СК4-МАХ4 проработан и реализован на уровне флагманских моделей иностранного производства. Сенсорный экран прибора даёт оператору дополнительную возможность выполнять настройку анализатора без использования аппаратной клавиатуры. Для этого достаточно провести пальцем по дисплею простым жестом пролистывания, как вы привыкли это делать на экране своего смартфона.

Большой 25 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.

Аналоговая демодуляция АМ/ЧМ/ФМ

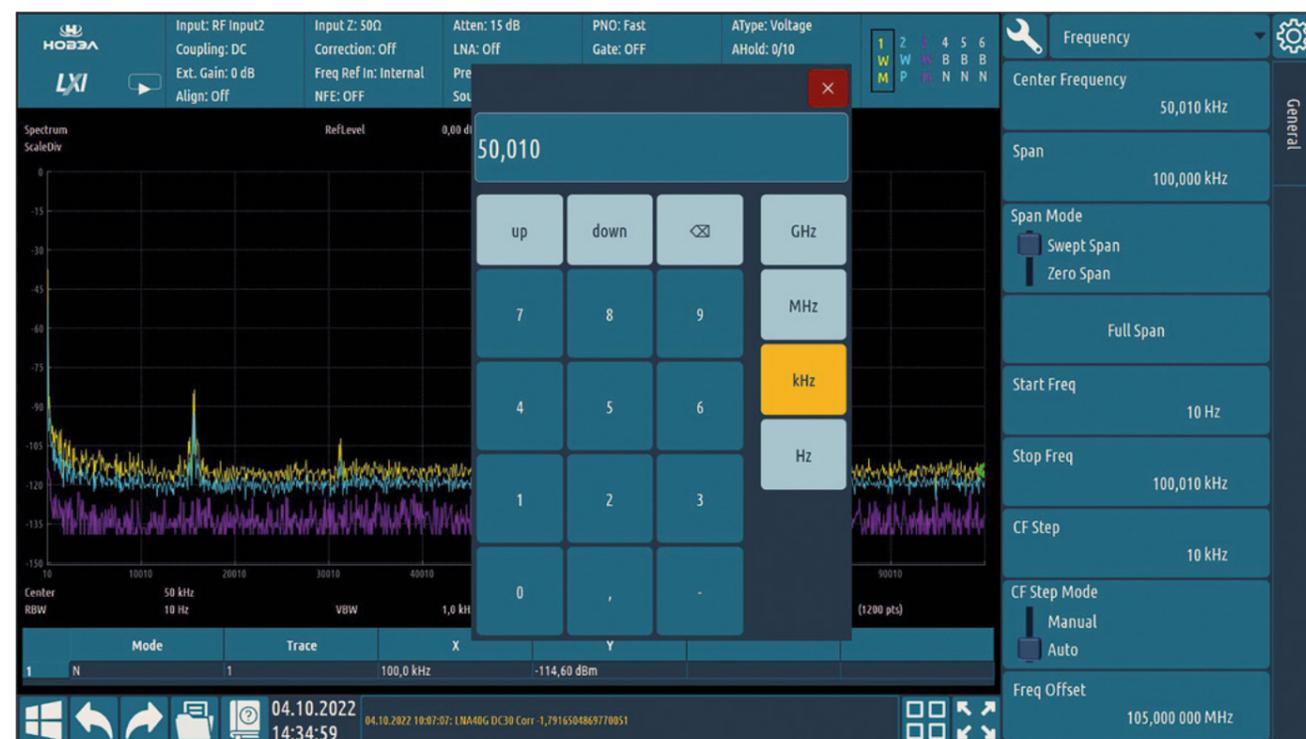
С программно-активируемой опцией ADEM прибор СК4-МАХ4 получает функционал анализатора аналоговых видов модуляций, таких как АМ, ЧМ и ФМ.

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 следующие измерительные задачи:

- 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.

Снимок экрана в режиме ввода значения центральной частоты



Отображение модулирующего сигнала и его спектра



Типы детекторов и усреднений трассы

Применение цифровых дисплеев задаёт конечное количество пикселей, которое доступно для отображения спектрограммы, как по горизонтали (шкала частоты), так и по вертикали (шкала уровня). 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-MAX4 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 возможность автоматизации.. Поэтому анализатором СК4-MAX4 можно управлять удалённо, просто подключившись к прибору с внешнего ПК.

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.

Пример удаленного доступа к прибору СК4-MAX4



Окно программы Полатор

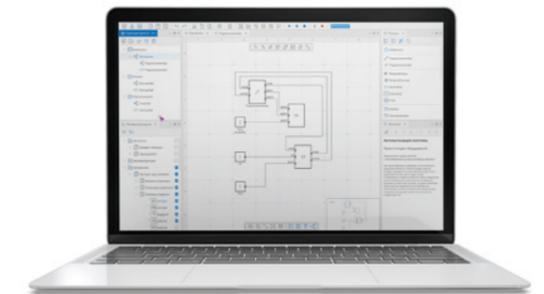
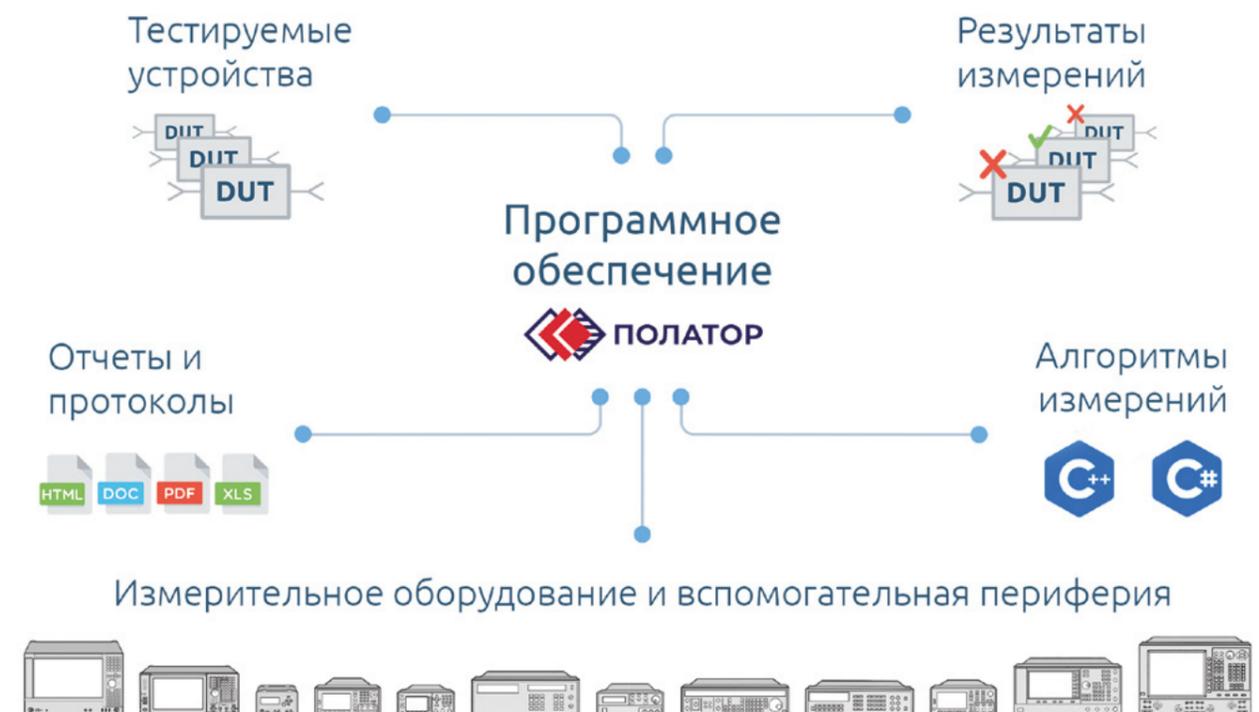


Схема возможностей по автоматизации процесса измерений



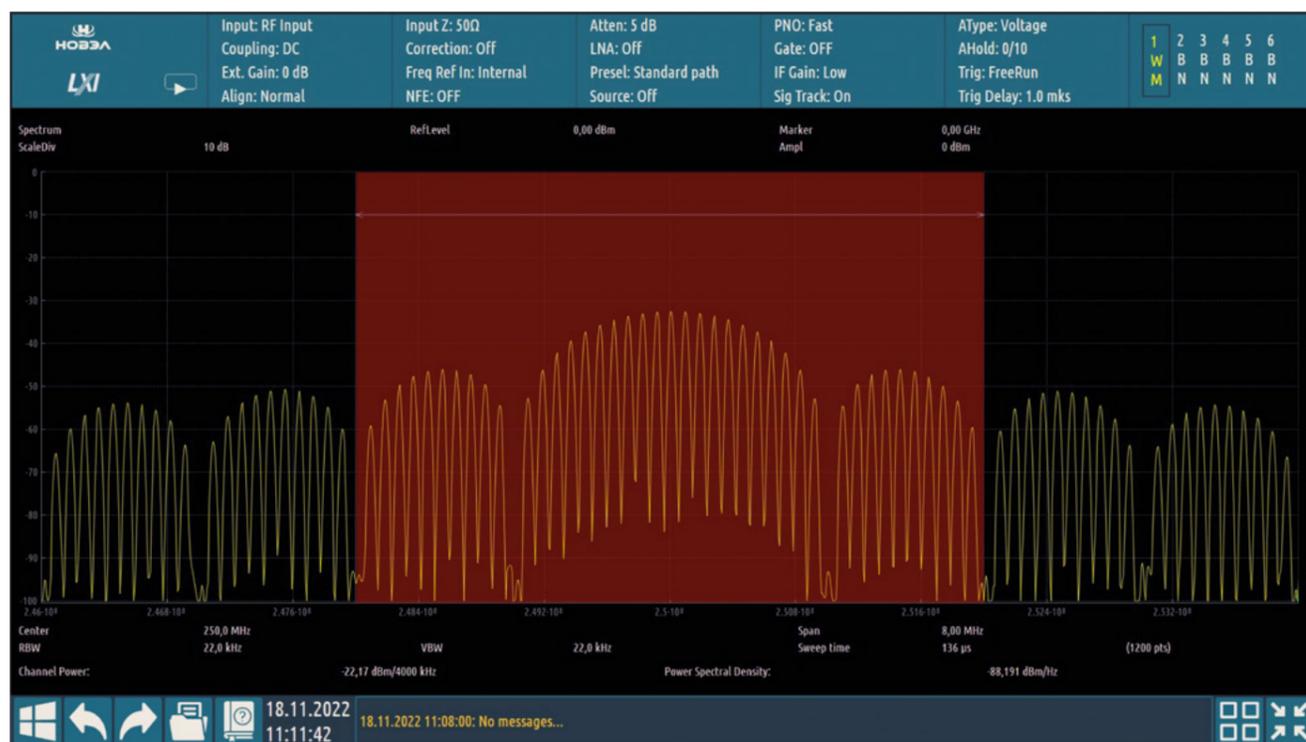
Измерение мощности в канале

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



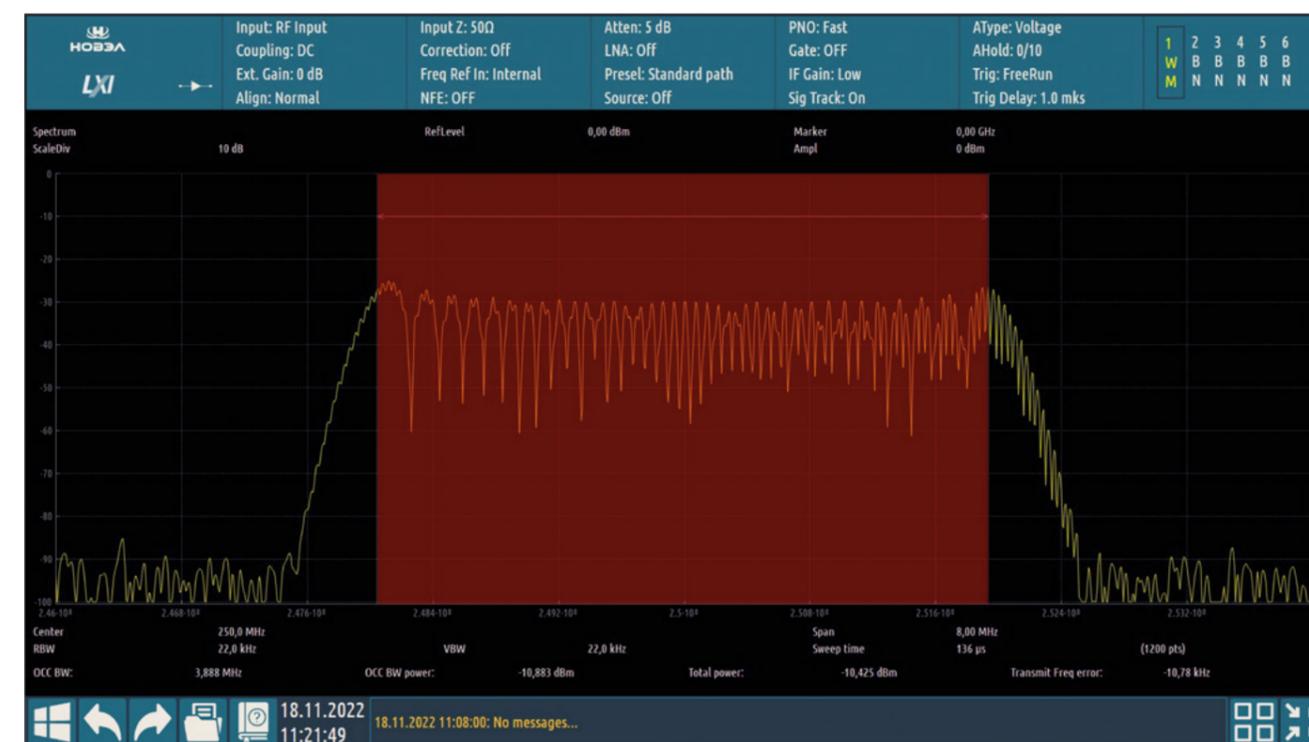
Измерение занимаемой полосы частот

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-MAX4.

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

В приборе СК4-MAX4 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.

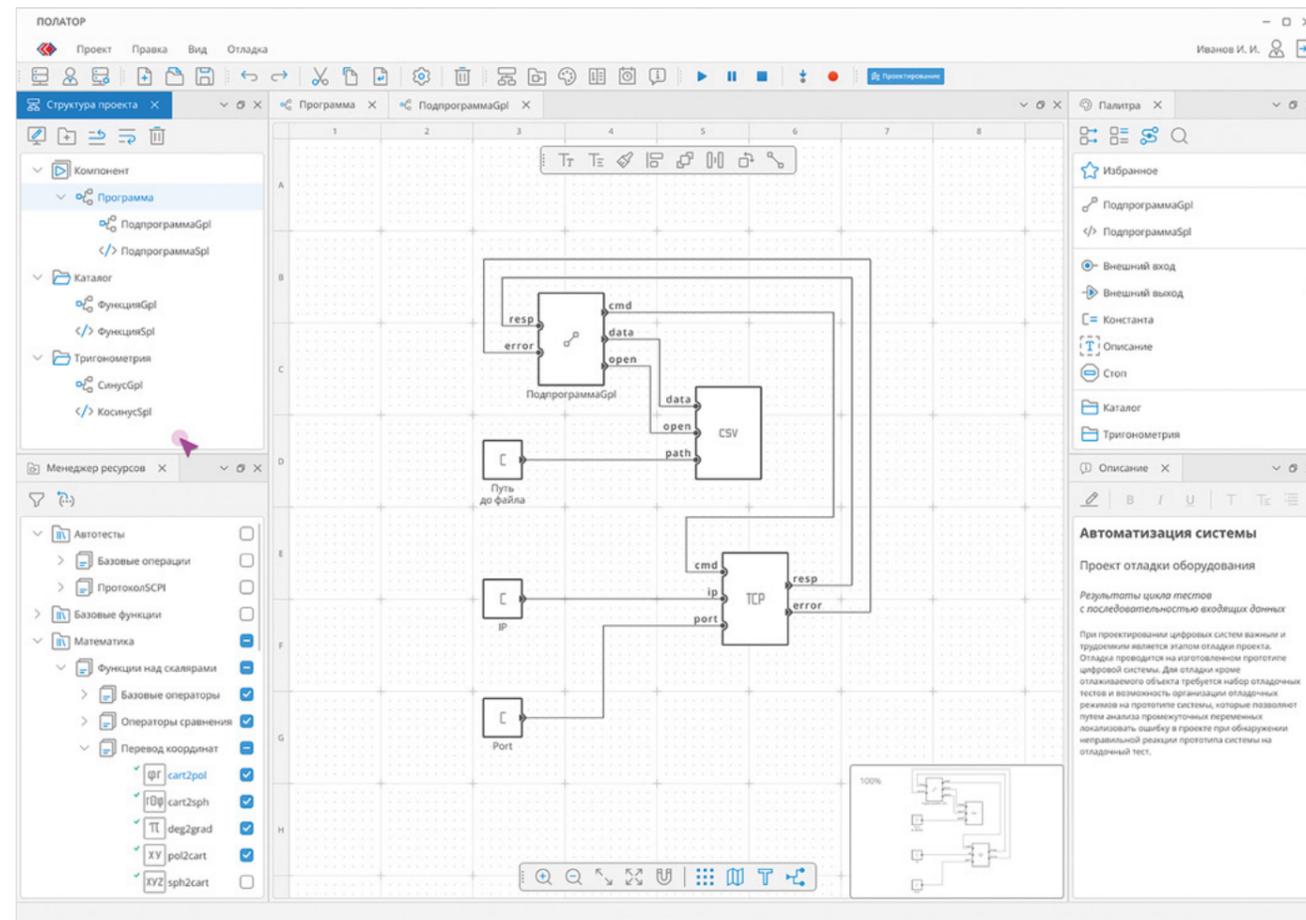
САПР ориентирована на аналого-цифровую симуляцию и реализует две парадигмы вычислений: классическую, фон Неймана, и параллельную, управляемую потоками данных (DataFlow)

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

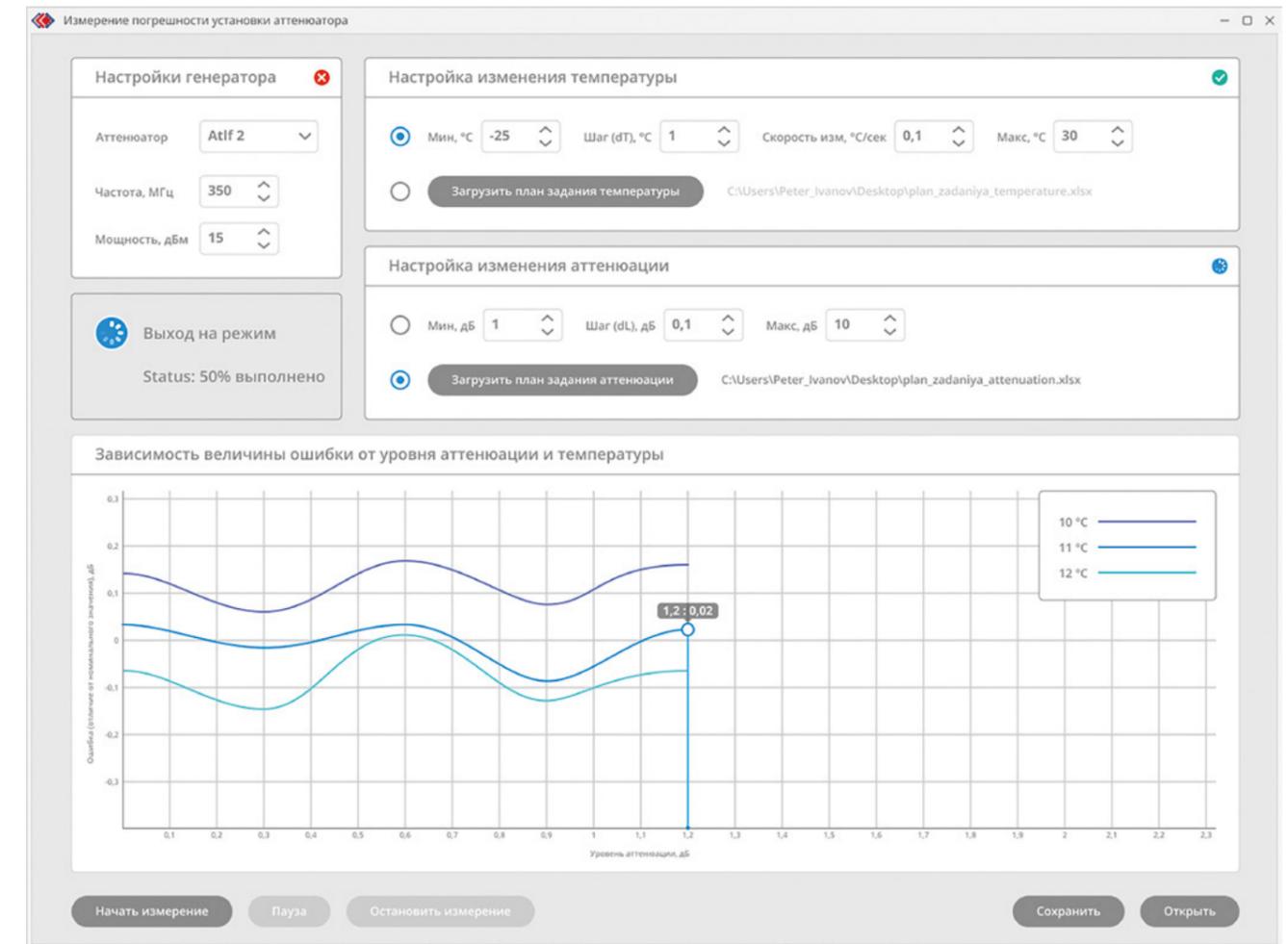
- «Виртуальные испытания»
- «Виртуальные стенды»
- «Виртуальные полигоны»

Разработчику предоставляется расширяемая библиотека элементов и возможность повторного использования готовых решений и их частей. Также даётся 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



Базовый блок:

Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ4, от 9 кГц до 3,6 ГГц

Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ4, от 9 кГц до 8,4 ГГц

Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ4, от 9 кГц до 13,6 ГГц

Анализатор сигналов и спектра СК4-МАХ4, от 9 кГц до 26,5 ГГц

Код опции	Тип опции	Функциональное назначение
МАХ4-А2	аппаратно-программная	Расширение начального частотного диапазона от 3 Гц
МАХ4-А3	аппаратно-программная	Встроенный отключаемый разделительный конденсатор на входе анализатора, позволяющий защитить его входные цепи от постоянного напряжения
МАХ4-А4	аппаратно-программная	Встроенный отключаемый предусилитель для улучшения чувствительности анализаторов
МАХ4-А5	аппаратно-программная	Следящий генератор. Опция измерения модуля коэффициента передачи устройств
МАХ4-А6	аппаратно-программная	Встроенный диплексер для возможности работы с внешними смесителями
МАХ4-А8	аппаратно-программная	Удаленное управление по GPIB
МАХ4-А9	аппаратно-программная	Возможность передачи отсчетов измеряемых сигналов по каналу USB 3.0 для записи на внешнее хранилище данных
МАХ4-Р7	программная	Опция демодуляции сигналов с аналоговыми видами модуляции
МАХ4-Р10	программная	Опция для работы в режиме реального времени
МАХ4-Р20	программная	Опция измерения параметров импульсных сигналов
МАХ4-Р30	программная	Опция измерения модуля коэффициента шума устройств
МАХ4-Р40	программная	Опция измерения спектральной плотности мощности фазового шума источников сигнала
МАХ4-Р54	программная	Опция измерительного приемника для оценки ЭМС

Стандартная комплектация:

Наименование	Изображение	Функциональное назначение
СК4-МАХ4		Анализатор сигналов и спектра
Кабель питания		Сетевой кабель для питания прибора от сети 220 В
Тарированные ключи		Два тарированных ключа: КТ-8-0,9 с моментом затяжки 0,9 Н·м и размером зева 8 мм КТ-19-1,35 с моментом затяжки 1,35 Н·м и размером зева 19 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
Документация		Комплект документации, включающий в себя руководство оператора, руководство по эксплуатации, формуляр
Переход		Коаксиальный переход розетка-розетка приборного класса в тракте 2,92 мм

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