

Анализатор сигналов
нового поколения

NARDA
SignalShark



Содержание

1. Измерительный блок – основа любого из SignalShark
Характеристики: Высокий динамический диапазон – HDR
Полоса анализа реального времени 40 МГц
Детекторы и анализ
Режим сканирования спектра и маркеры
Интерфейс
2. Портативный анализатор - SignalShark 3310
Анализатор для дистанционного управления - SignalShark 3320
Ручное пеленгование
Автоматическое пеленгование
3. Примеры использования
Семейство
Дальнейшие планы

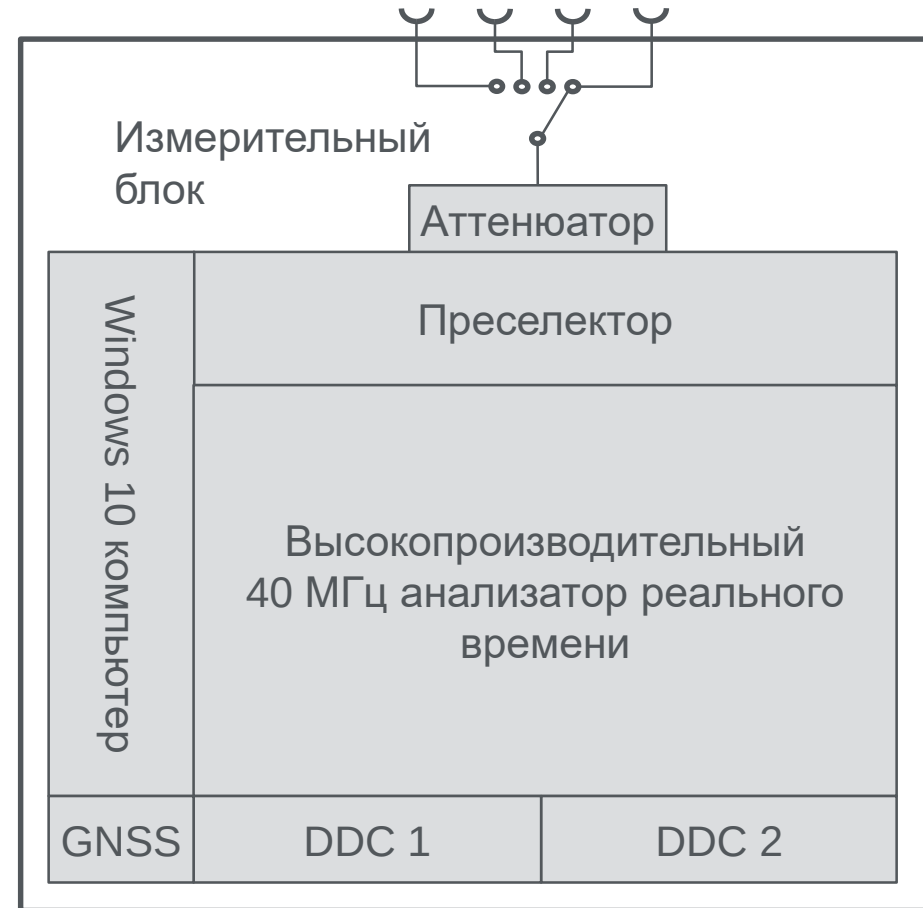
Технические параметры измерительного блока:

- Диапазон частот: 8 кГц - 8 ГГц
- Полоса анализа реального времени: 40 МГц
- Скорость сканирования: до 50 ГГц/с
- DANL (без предусилителя): $-159 \text{ дБм/Гц} \leq 3 \text{ ГГц}$
- IP2, двухтоновый: + 40 дБм
- IP3, двухтоновый: + 12 дБм



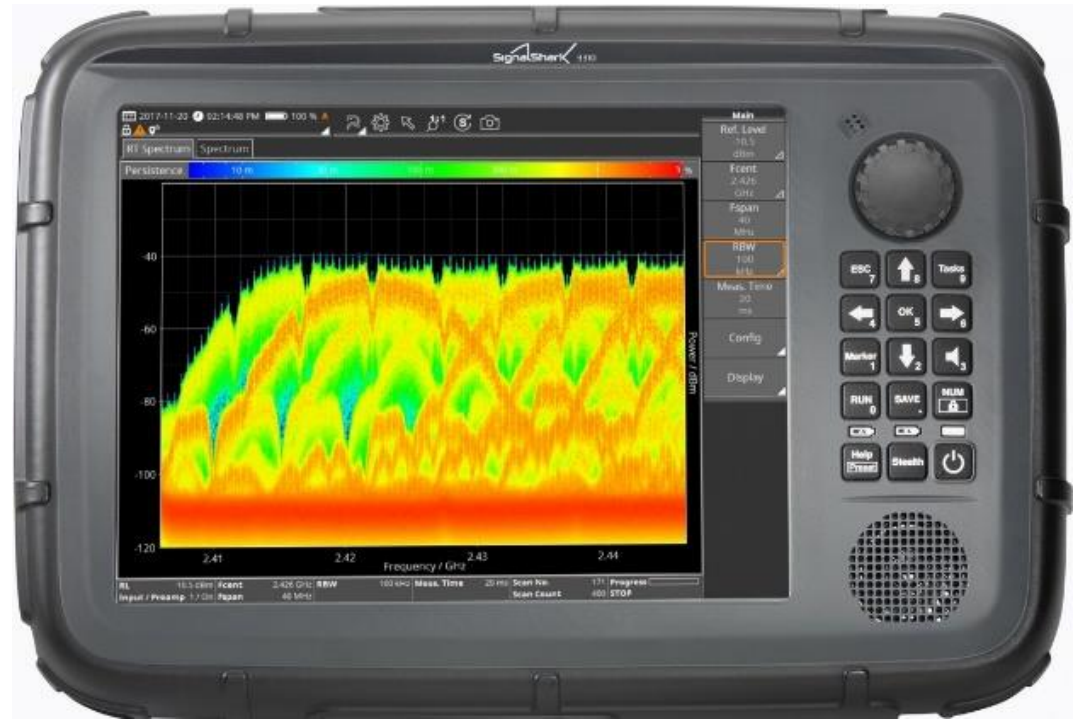
Блок-схема измерительного блока:

- 4 входа с электронным коммутатором
- Атенюатор с шагом 0,5 дБ
- Преселектор
- Высокпроизводительный 40 МГц анализатор реального времени
- 2 цифровых блока обработки сигнала
- GPS/GNSS приёмник
- Win10 компьютер



Различная конструкция анализаторов:

- SignalShark 3310
портативный анализатор



Различная конструкция анализаторов:

- SignalShark 3310 портативный анализатор
- SignalShark 3320 настольный анализатор для дистанционного управления



Различная конструкция анализаторов:

- SignalShark 3310 портативный анализатор
- SignalShark 3320 настольный анализатор для дистанционного управления
- SignalShark 3320 анализатор для дистанционного управления в стойку 19 дюймов

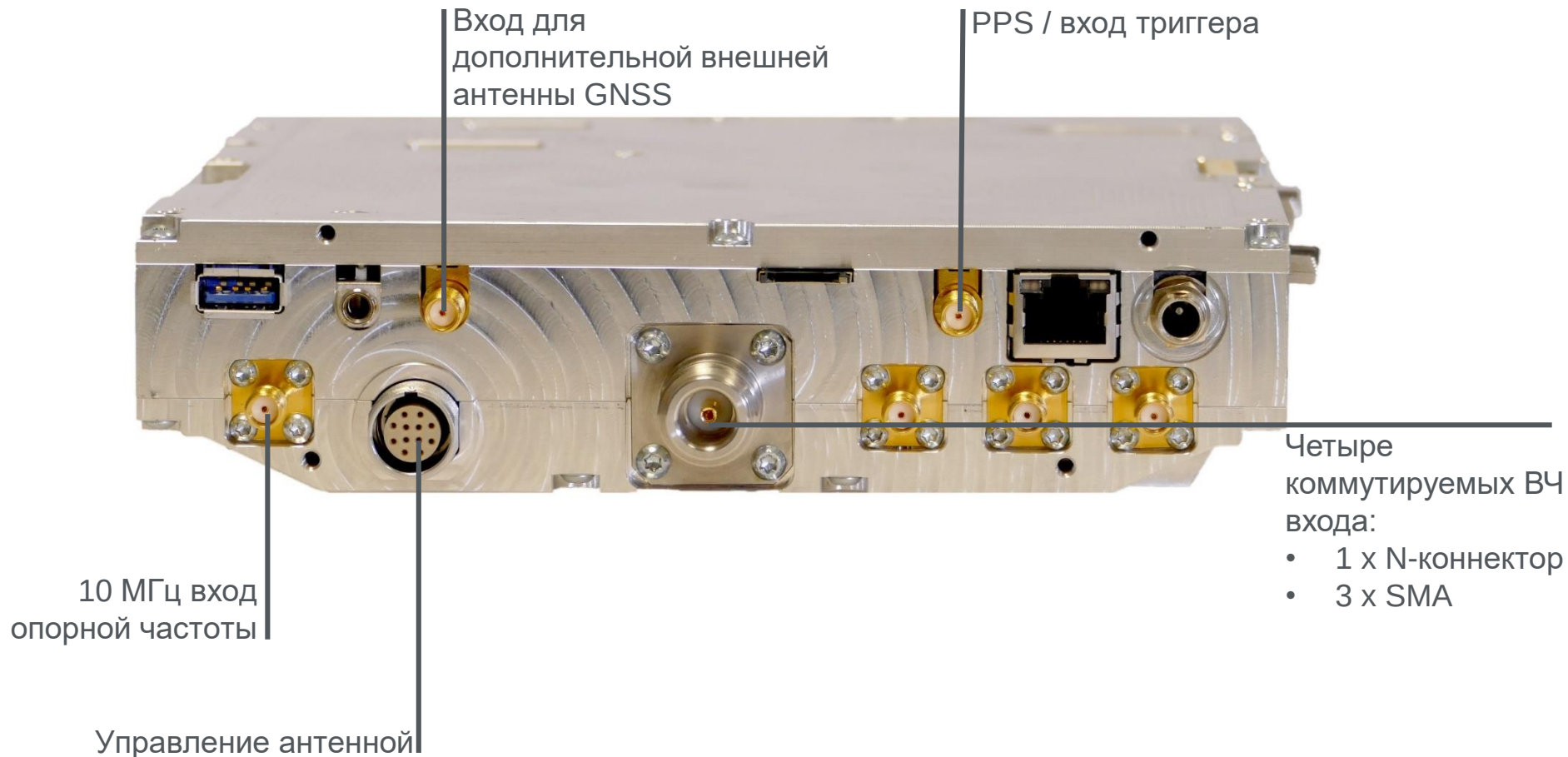


Различная конструкция анализаторов:

- SignalShark 3310 портативный
- SignalShark 3320 настольный для ДУ
- SignalShark 3320 стоечный для ДУ
- SignalShark 3330 всепогодный для монтажа вне помещения*



* Запланирован выпуск в 2019 году



Измерительный блок – основа любого из SignalShark

разъем для
наушников 3.5 мм

USB 3.0 host

1 GigE Ethernet:

- дистанционное управление
- I/Q трансляция



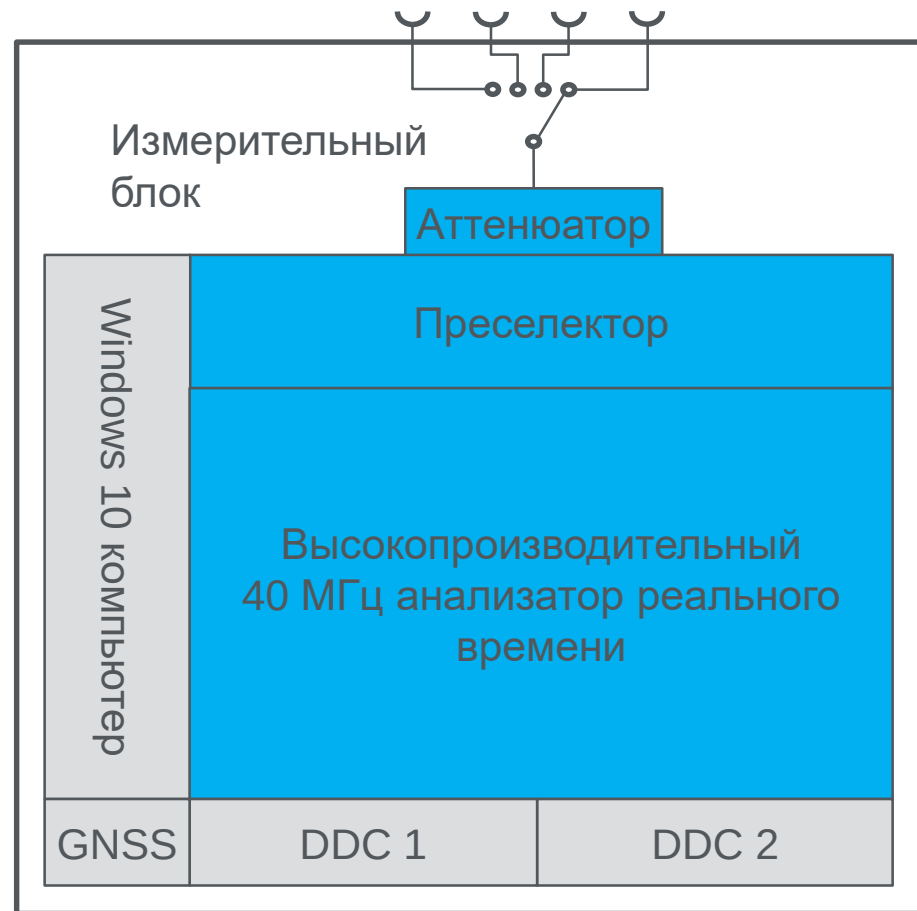
MicroSD карта
(microSDXC)

DC вход питания,
10 В - 48 В

- с фиксацией или
без фиксации
штекера

Высокий динамический диапазон - HDR

Характеристика любого из SignalShark

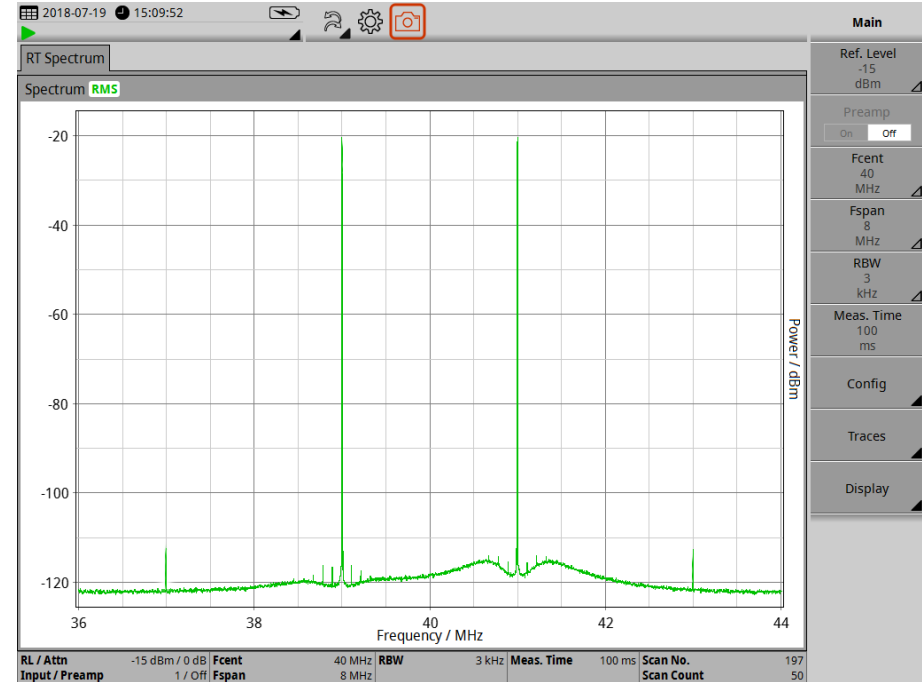


Тест на интермодуляции на частоте 40 МГц

Продукты интермодуляции с уровнем менее -80 дБн означают, что Точка пересечения по интермодуляциям третьего порядка (IP3) лучше чем +20 дБм

- Более нет сомнений, что продукты интермодуляции производятся тестируемыми устройствами, а не самим анализатором

Более того: на спектре видно, что фазовые шумы генератора 41 МГц хуже, чем генератора 39 МГц



Интермодуляции и динамический диапазон

Динамический диапазон свободный от интермодуляций (IMFDR) определяется тремя параметрами:

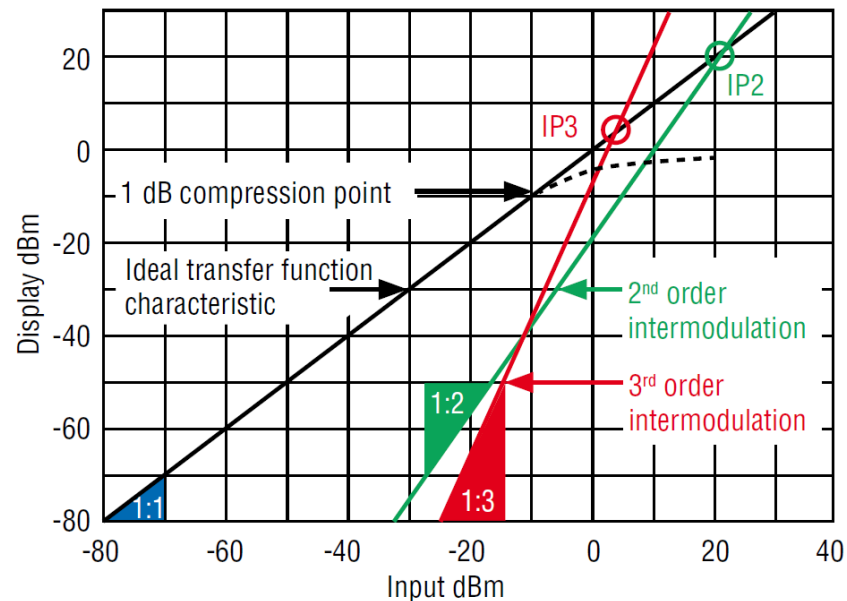
- Отображаемым средним уровнем шума (DANL)
- Точкой пересечения второго порядка (IP2)
- Точкой пересечения третьего порядка (IP3)

Формулы для вычисления IMFDR:

- $IMFDR_2 = \frac{1}{2} \times (IP2 - DANL_{RBW})$
- $IMFDR_3 = \frac{2}{3} \times (IP3 - DANL_{RBW})$

Важно:

- **Все величины должны измеряться при одинаковых настройках,**
обычно аттенюатор 0 дБ, предусилитель выкл.



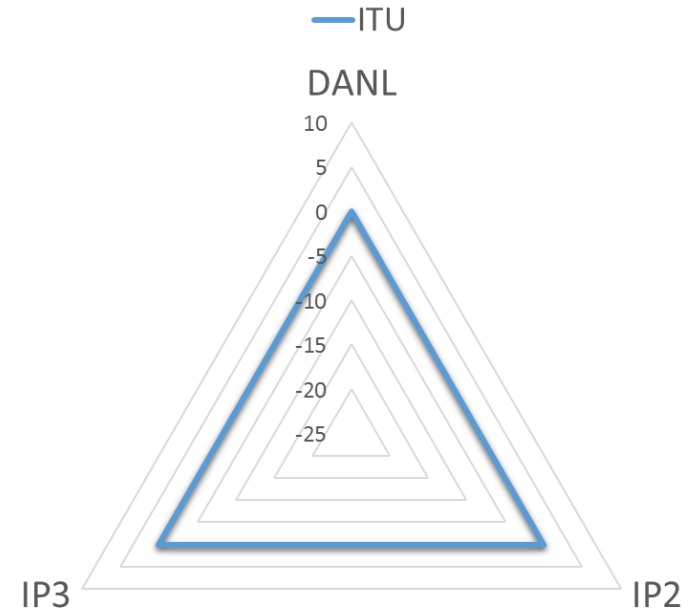
Рекомендации МСЭ-Р (ITU)

ITU выпустило рекомендации (ITU-R, Справочник по радиоконтролю, таблица 3.3-1) для всех трёх параметров, которые определяют динамический диапазон.

ITU рекомендации (20 МГц - 3 ГГц):

- DANL: -162 дБм/Гц
- IP2: +40 дБм
- IP3: +10 дБм

Синий треугольник на рисунке отображает вышеуказанные эталонные значения, нормированные как 0 по всем трём осям.



Рекомендации МСЭ-Р (ITU)

ITU рекомендации (20 МГц to 3 ГГц):

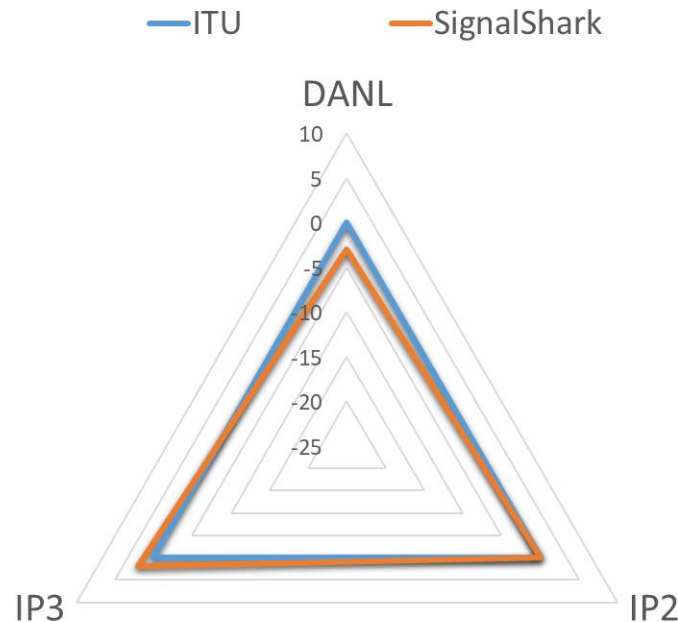
- DANL: -162 дБм/Гц
- IP2: +40 дБм
- IP3: +10 дБм

Спецификация SignalShark

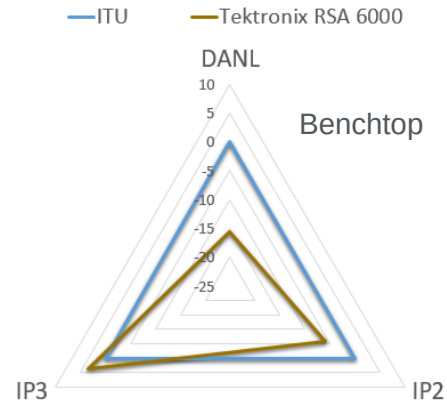
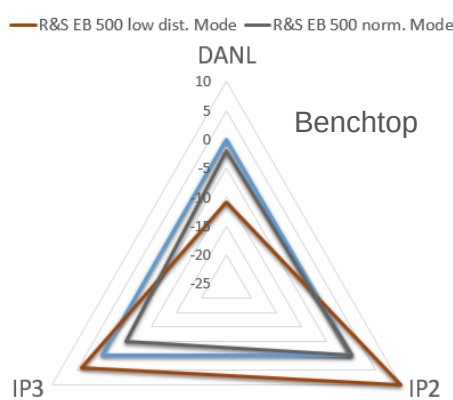
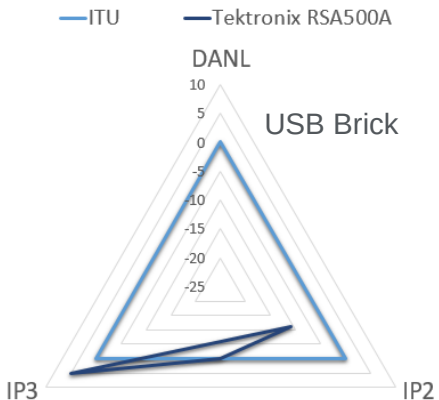
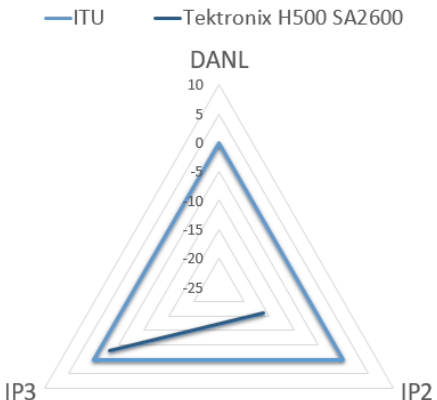
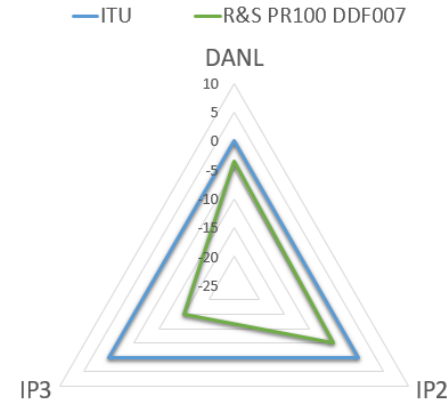
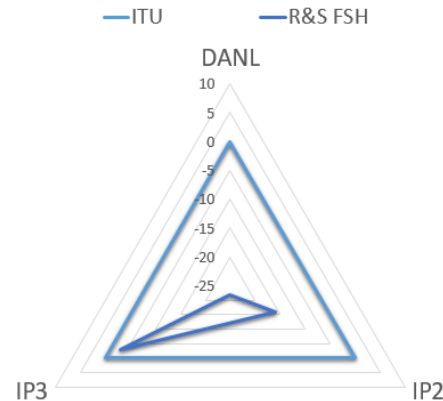
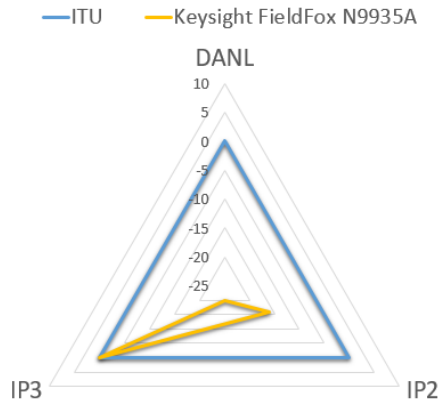
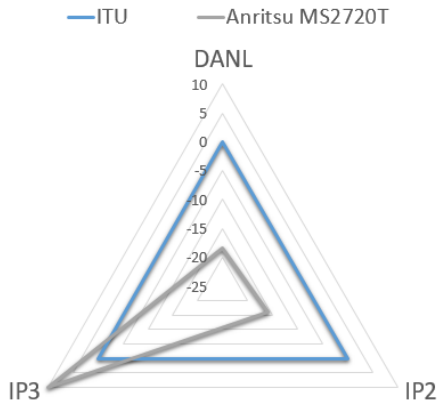
- DANL: -159 дБм/Гц
- IP2: +40 дБм тип.
- IP3: +12 дБм тип.

Резюме:

- › **Хорошее соответствие, лучший портативный приёмник/анализатор**



Сравнение динамического диапазона по спецификациям



Детали по сравнению находятся в приложении

Сравнение SignalShark против Tektronix H500, R&S PR100/DDF007 и Anritsu Spectrum Master

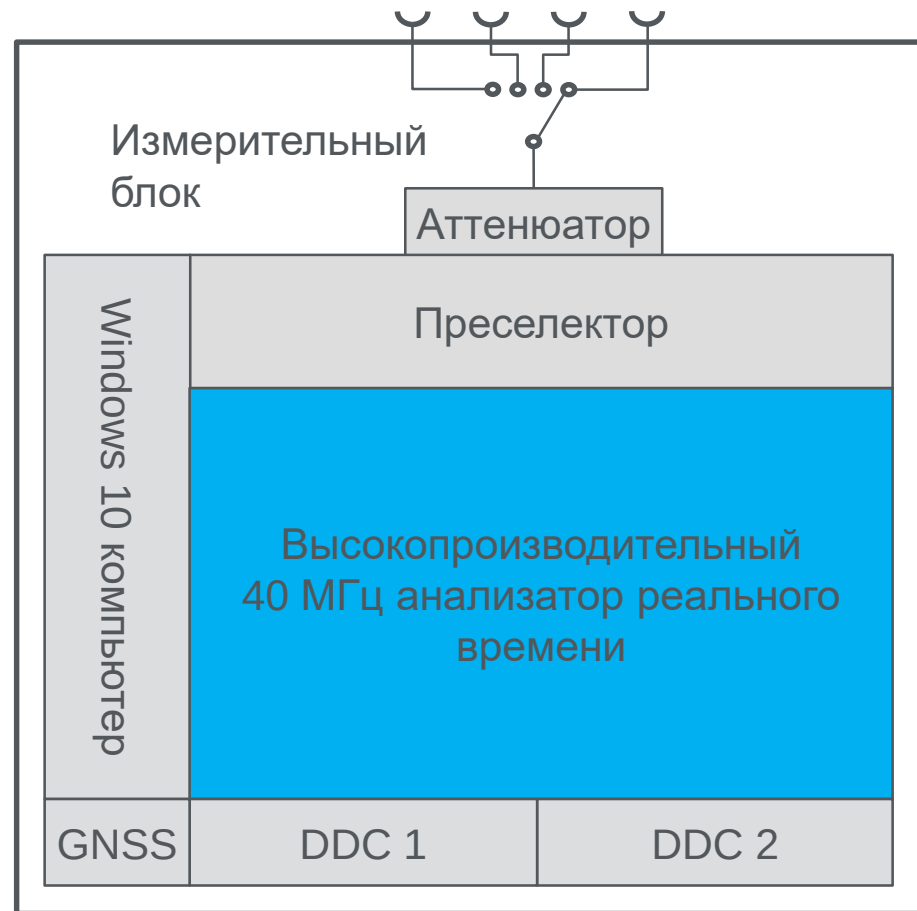


Для дальнейшей информации посетите наш YouTube канал:

<https://www.youtube.com/watch?v=Ry0tKoAEeG8>

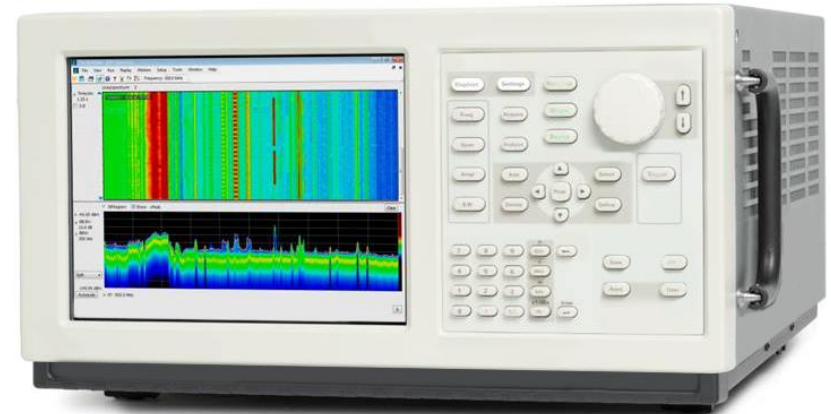
40 МГц полоса анализа в реальном времени

Характеристика любого из SignalShark



Самый мощный портативный анализатор спектра реального времени

Высокое разрешение, измерения сигнала без потери информации с полосой анализа в реальном времени 40 МГц



Самый мощный портативный анализатор спектра реального времени

Полоса анализа в реальном времени: 40 МГц

- Перекрытие БПФ: 75 % ($F_{span} > 20$ МГц)
- Перекрытие БПФ : 87.5 % ($F_{span} \leq 20$ МГц, $RBW \leq 400$ кГц))
- Размер выборки БПФ: до 16,384

Минимальная длительность сигнала для 100 % POI: 3.125 мкс при гарантируемой погрешности измерений по амплитуде

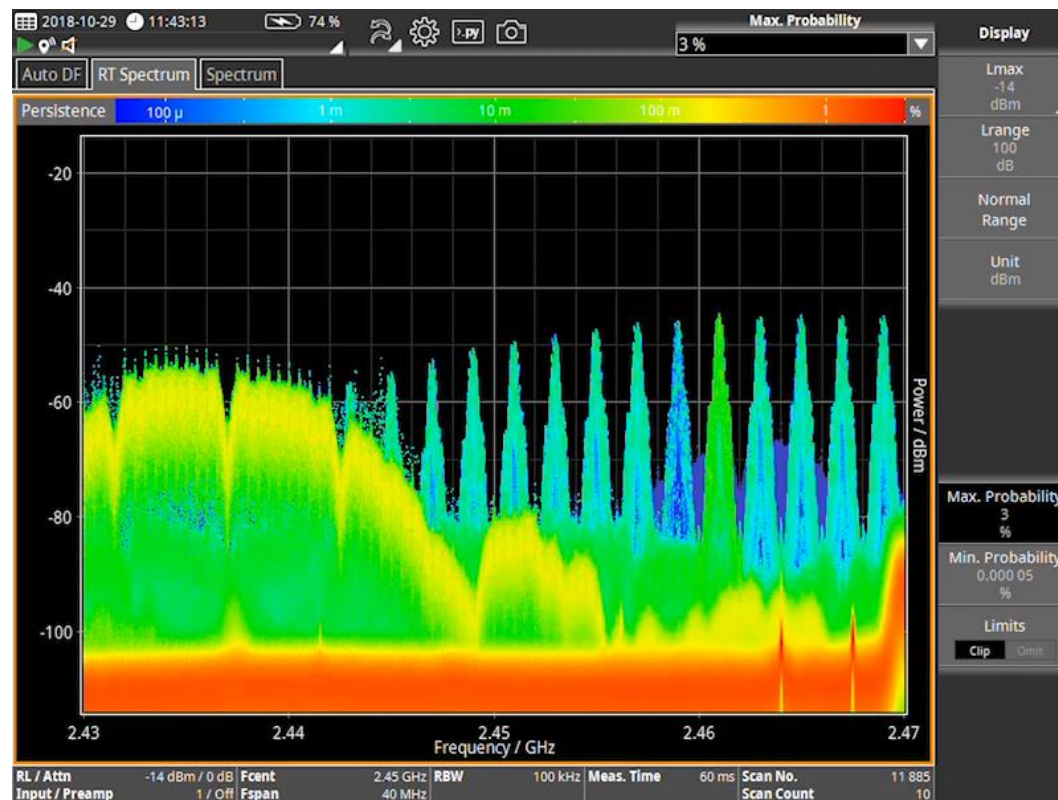
Минимальная детектируемая длительность сигнала: < 5 нс



Самый мощный портативный анализатор спектра реального времени

Послесвечение

- До 1.6 миллиона спектров в секунду



Signal: WiFi & Bluetooth



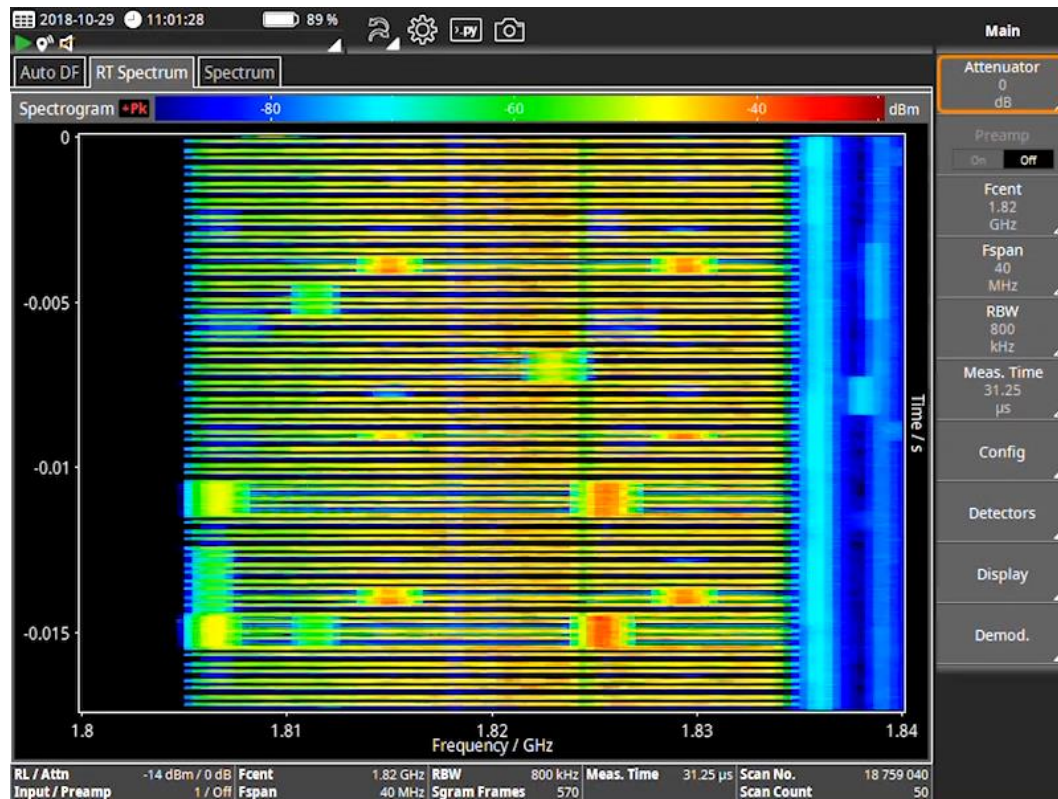
Самый мощный портативный анализатор спектра реального времени

Послесвечение

- До 1.6 миллиона спектров в секунду

Спектрограмма

- Разрешение по времени: до 31.25 мкс
- До трёх детекторов
 - +Pk, RMS, Avg, -Pk, Sample



Signal: LTE

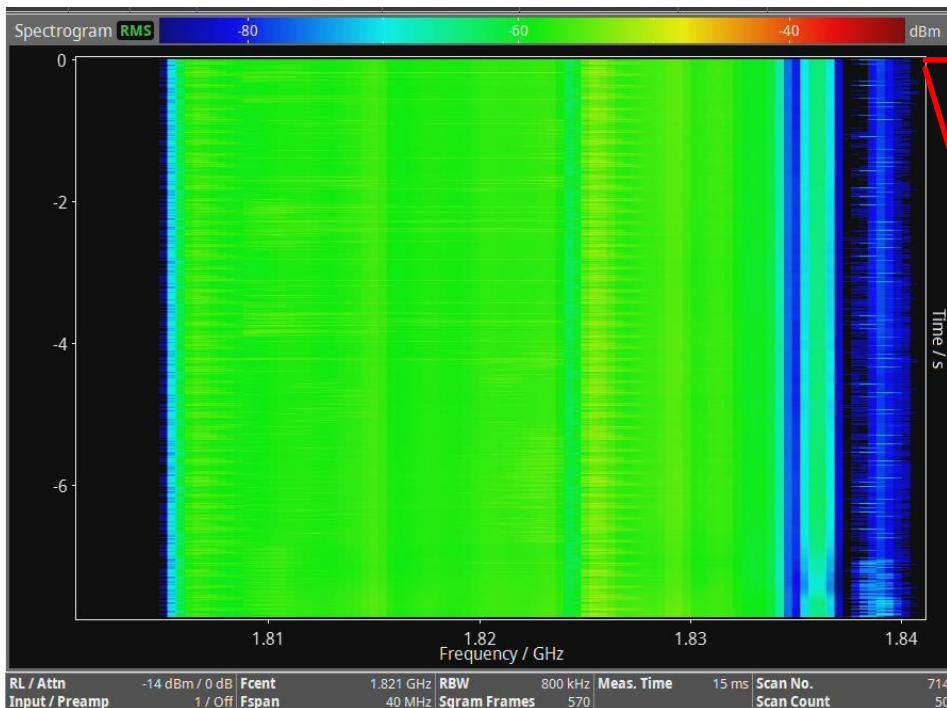


Самый мощный портативный анализатор спектра реального времени

Скорость измерений в режиме реального времени изменяет вид спектрограммы!

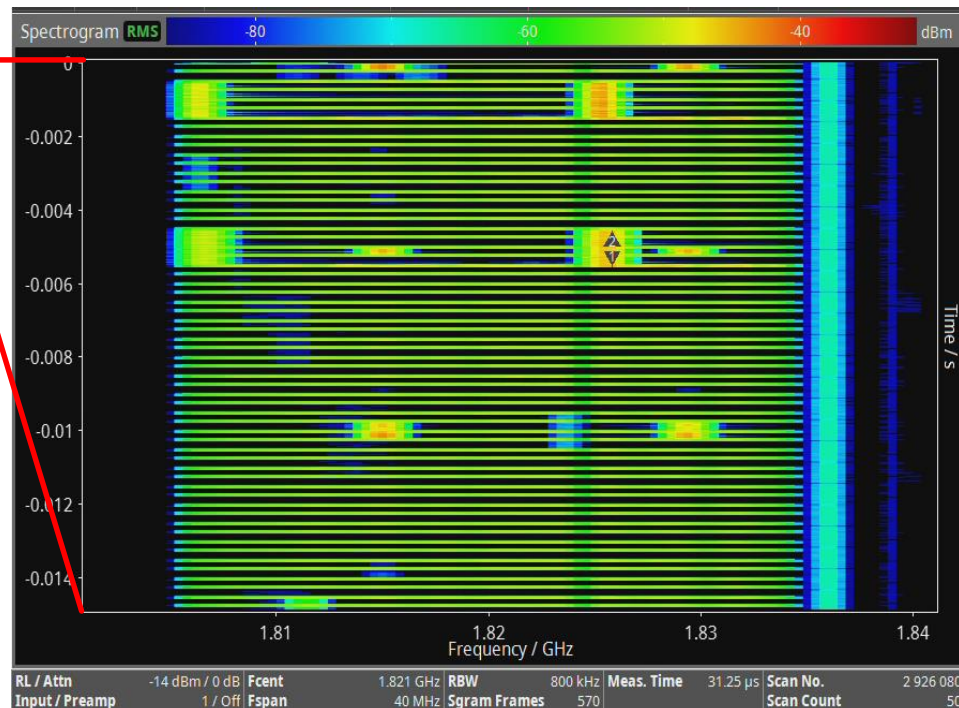
Традиционная спектрограмма сигнала LTE

- Каждая линия отражает 15 мс



RT-спектрограмма сигнала LTE

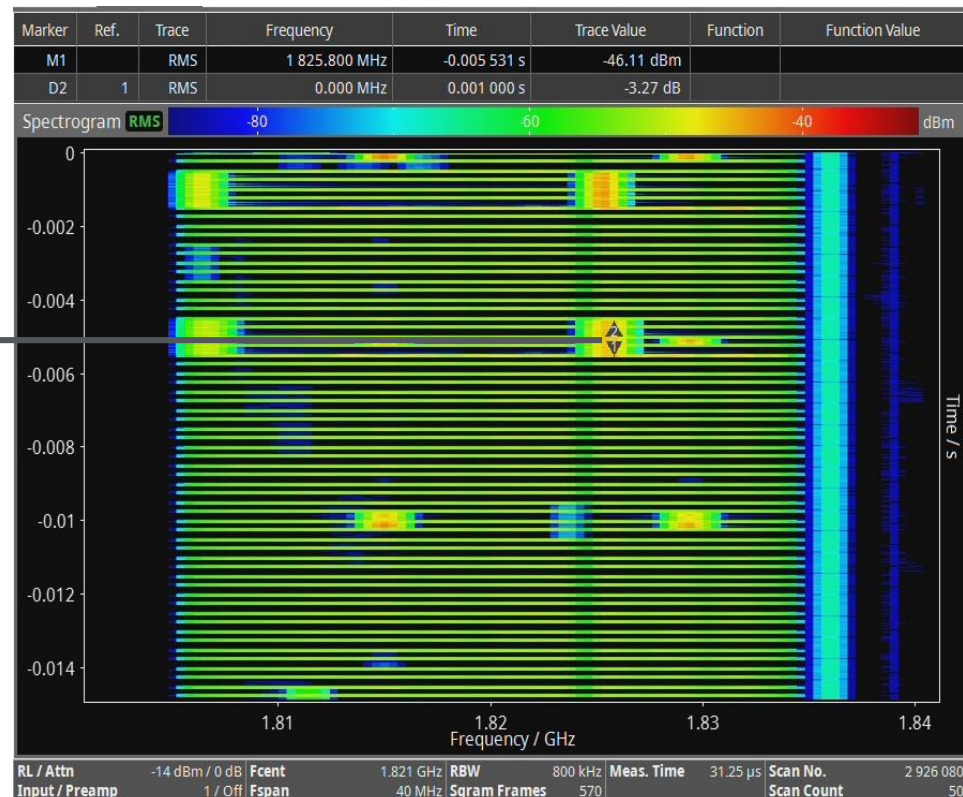
- Весь график отражает 15 мс, каждая линия - 31,25 мкс
- Разрешение выше в 500 раз



Самый мощный портативный анализатор спектра реального времени

Скорость измерений в режиме реального времени изменяет вид спектрограммы!

При разрешении выше в 500 раз
можно увидеть сигнал, за другим
сигналом, измерить длительность
пакета....

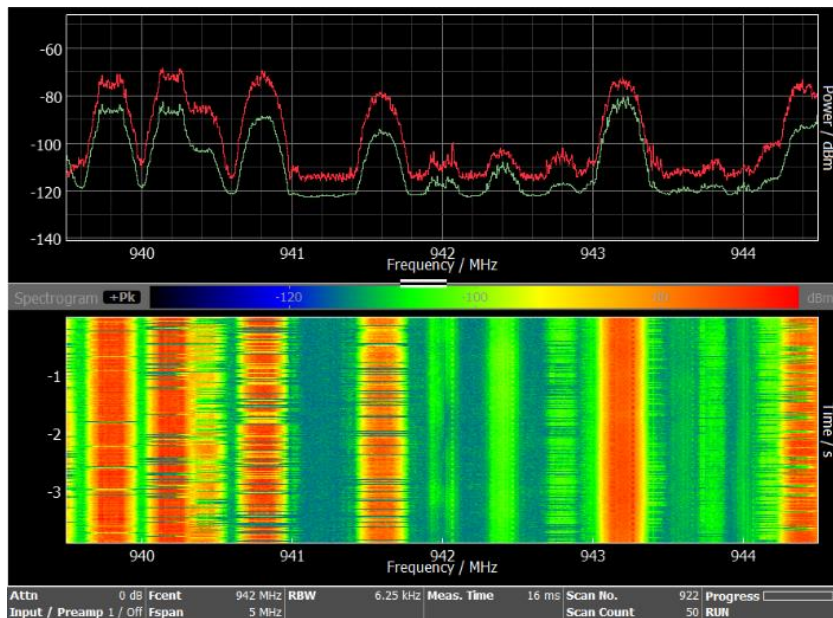


Самый мощный портативный анализатор спектра реального времени

Полоса анализа 40 МГц вмещает целые диапазоны систем связи

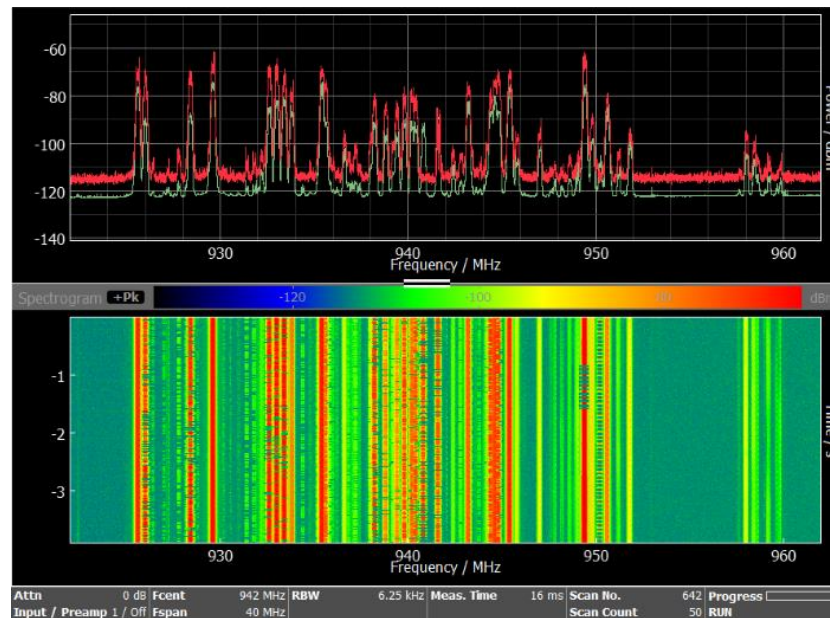
5 МГц RTBW хороша для отображения деталей

- Но теряется общая картина overview is missing



40 МГц меняют ситуацию

- Можно увидеть все каналы в диапазоне

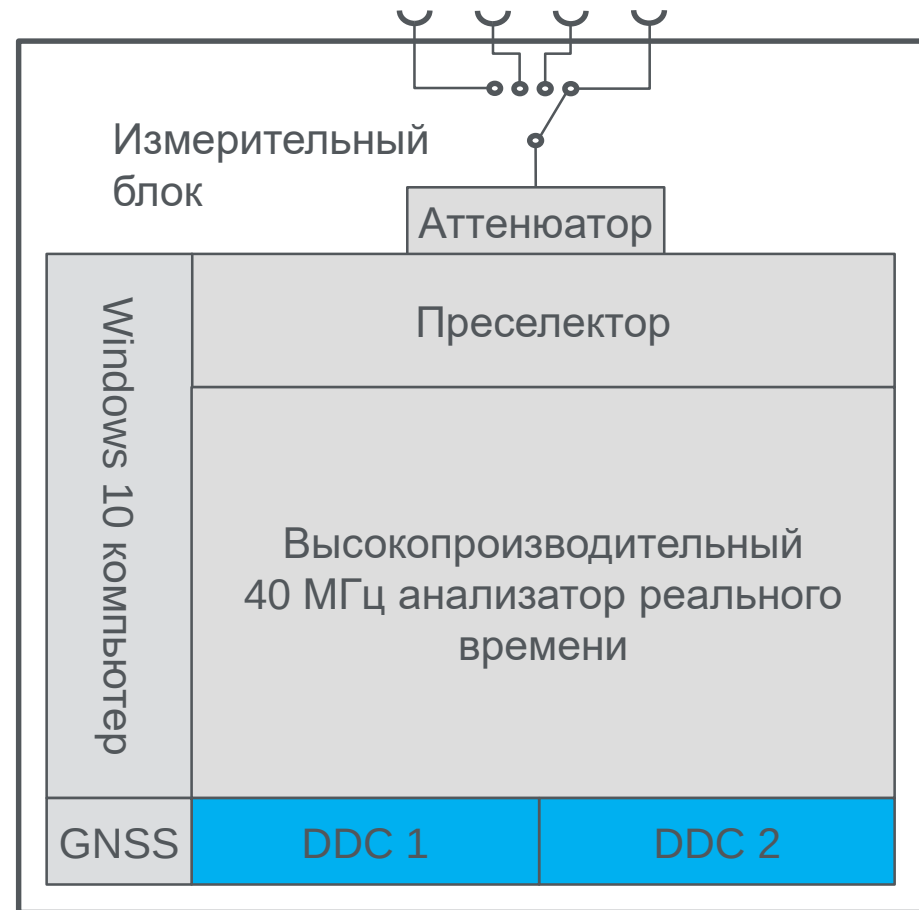


Самый мощный портативный анализатор спектра реального времени

Полоса анализа реального времени меняет ситуацию

		Narda Signal- Shark	Anritsu MS2720T	Keysight FieldFox N9935A	R&S FSH	R&S PR100 DDF007	Tektronix H500 SA2600	R&S EB 500	Tektronix RSA 6000	Tektronix RSA500A
	RTBW 100% POI	40 MHz 3.125 µs	-	10 MHz 12µs	-	10 MHz ?	20 MHz 125µs	20 MHz ?	40 MHz (110 MHz option) 3.9µs	40 MHz 100 µs
GSM 850 (Entire Up- /Downlink)	25 MHz	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓
GSM 900 (Entire Up- /Downlink)	35 MHz	✓	-	-	-	-	-	-	✓	✓
UMTS (Single channel)	5 MHz	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓
LTE (Single channel)	Up to 20 MHz	✓	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓
WiFi (Entire Up- /Downlink)	20/40/80 MHz	✓/✓/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	-/-/-	✓/-/-	✓/-/-	✓/✓/-	✓/✓/-
Remark								Benchtop	Benchtop	USB-Brick

Детектирование и анализ



Полосы и детекторы

RBW:

- 1 Гц - 800 кГц в режиме реального времени,
- 1 Гц - 6.25 МГц в режиме сканирования

CBW:

- 25 Гц ... 40 МГц в режиме измерения уровня

Детекторы:

- +Peak, RMS, -Peak, Average & Sample для спектра и режима измерения уровня

Полосы фильтров ЭМС:

- 10 Гц, 100 Гц, 200 Гц, 1 кГц, 9 кГц, 10 кГц, 100 кГц, 120 кГц & 1 МГц для спектра и режима измерения уровня

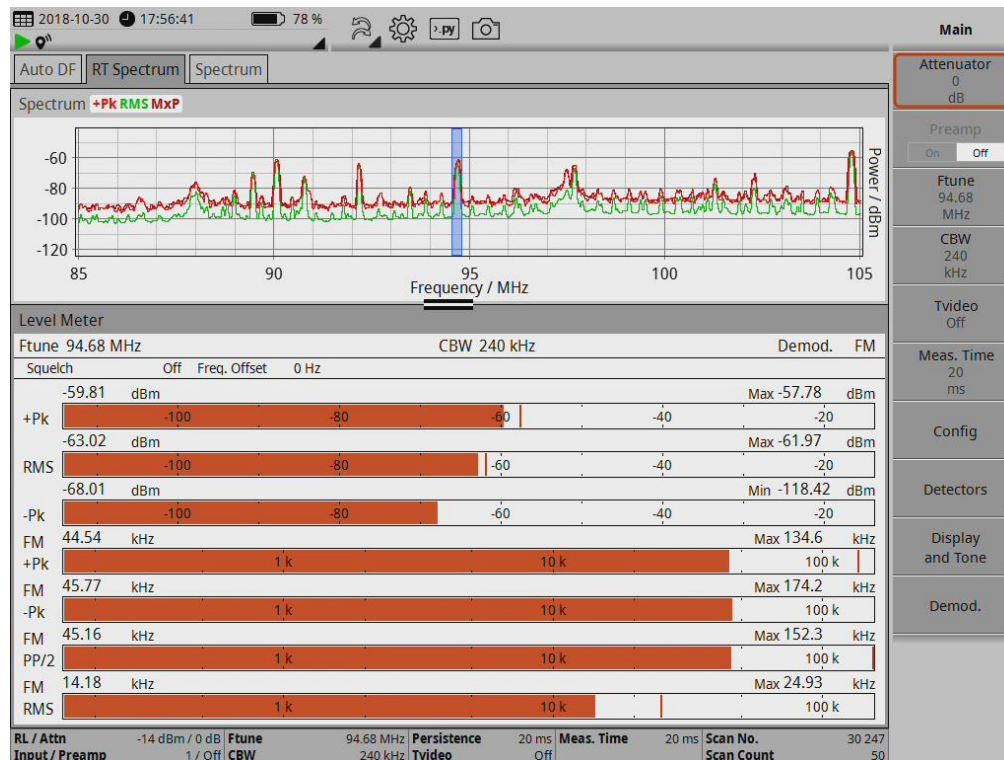
CISPR детекторы:

- CISPR-Peak (Quasi-Peak), CISPR-RMS & CISPR-average в режиме измерения уровня

Аналоговая демодуляция и измерения демодулированных сигналов:

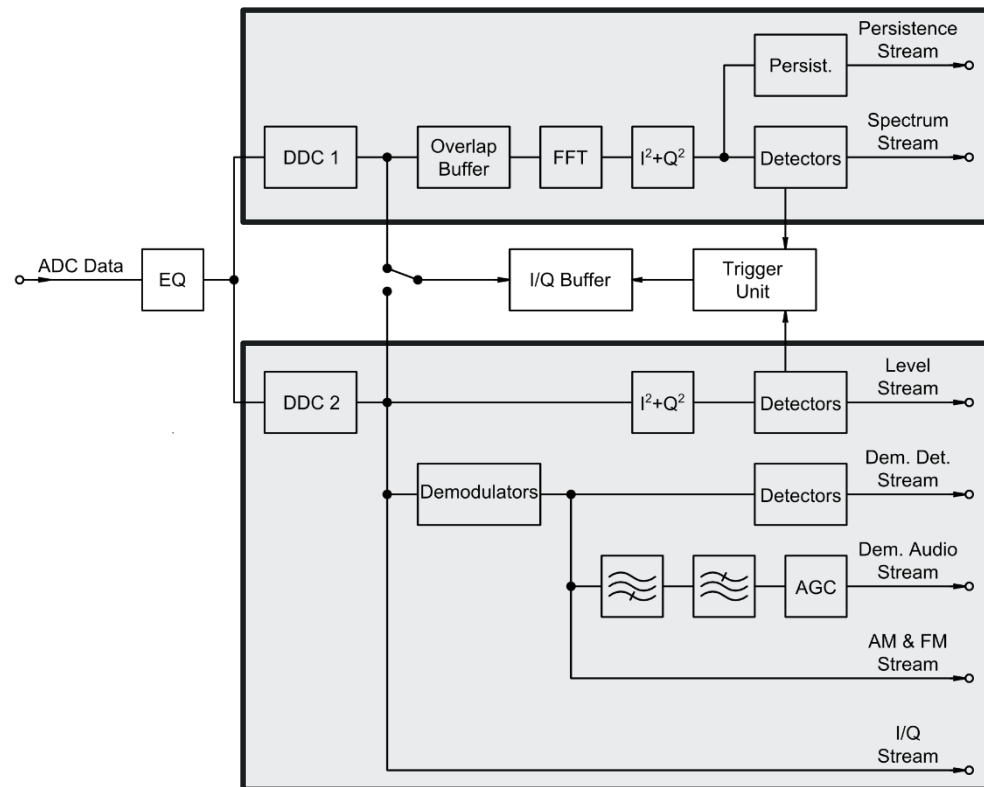
- CW, AM, Pulse, FM, PM, LSB, USB, ISB, I/Q
- Automatic Gain Control **AGC (APУ)**
- **Squelch** для аудиодемодуляторов
- Automatic Frequency Control **AFC (АПЧ)**

Измерение параметров модуляции: AM, FM, PM



Два независимых блока обработки (DDC)

Два DDC делают возможным, например, наблюдать спектр сигнала и демодулировать его одновременно в пределах полосы анализа реального времени.

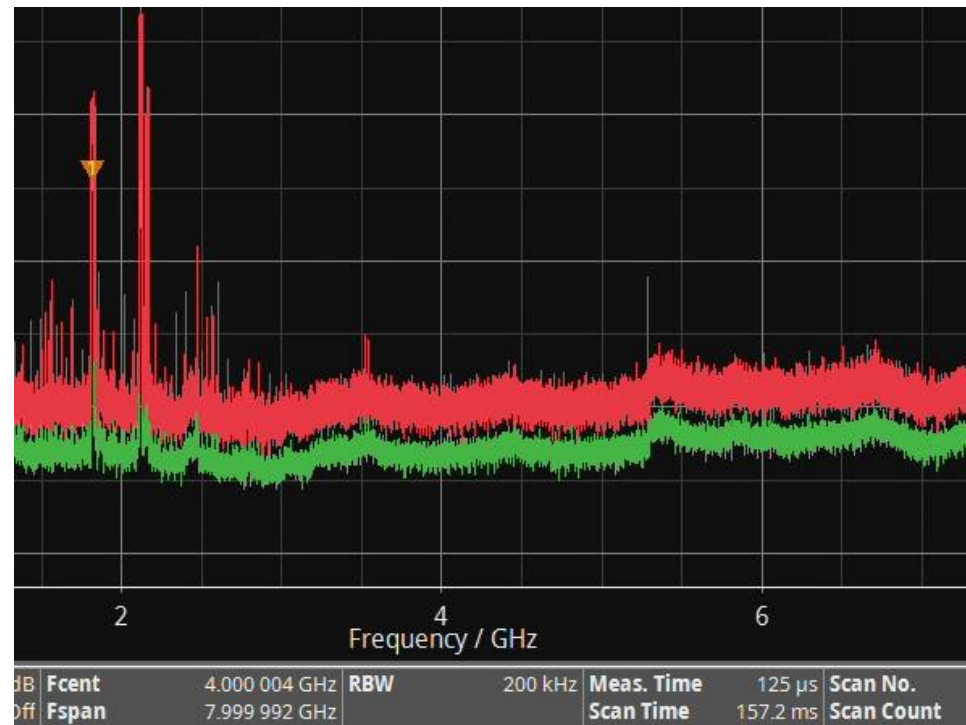


Режим сканирования и маркеры



Режим сканирования

- Скорость до 50 ГГц/с
- Быстрое обнаружение одиночных помеховых сигналов даже на полной развертке
- Сигнал не будет пропущен

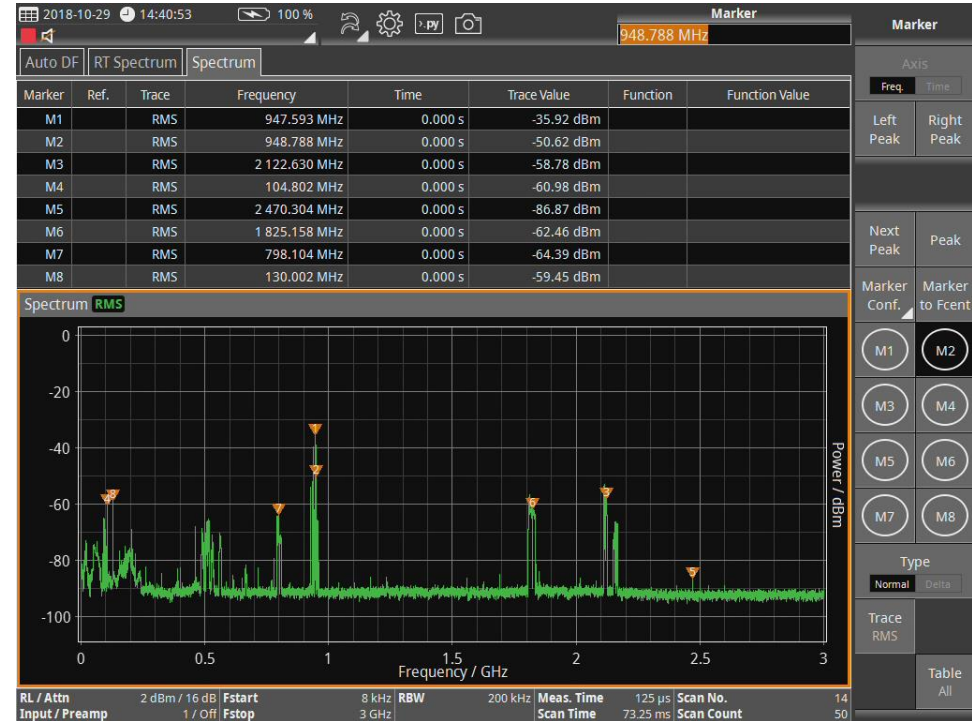


$$8 \text{ ГГц} / 157 \text{ мс} = 50.95 \text{ ГГц/с}$$

Режим сканирования

- Скорость до 50 ГГц/с
- Быстрое обнаружение одиночных помеховых сигналов даже на полной развертке
- Сигнал не будет пропущен

До 8 маркеров

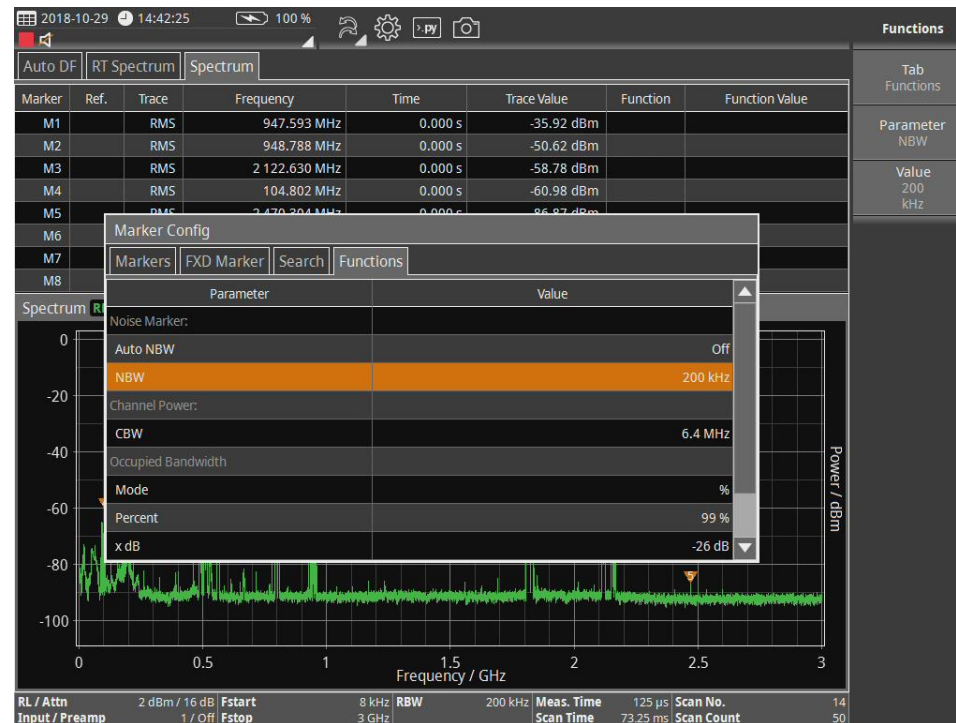


Режим сканирования

- Скорость до 50 ГГц/с
- Быстрое обнаружение одиночных помеховых сигналов даже на полной развертке
- Сигнал не будет пропущен

До 8 маркеров, включая:

- Спектральную плотность мощности шума
- Мощность в канале
- Занимаемая полоса частот в соответствии с рек. ITU-R SM.443-4



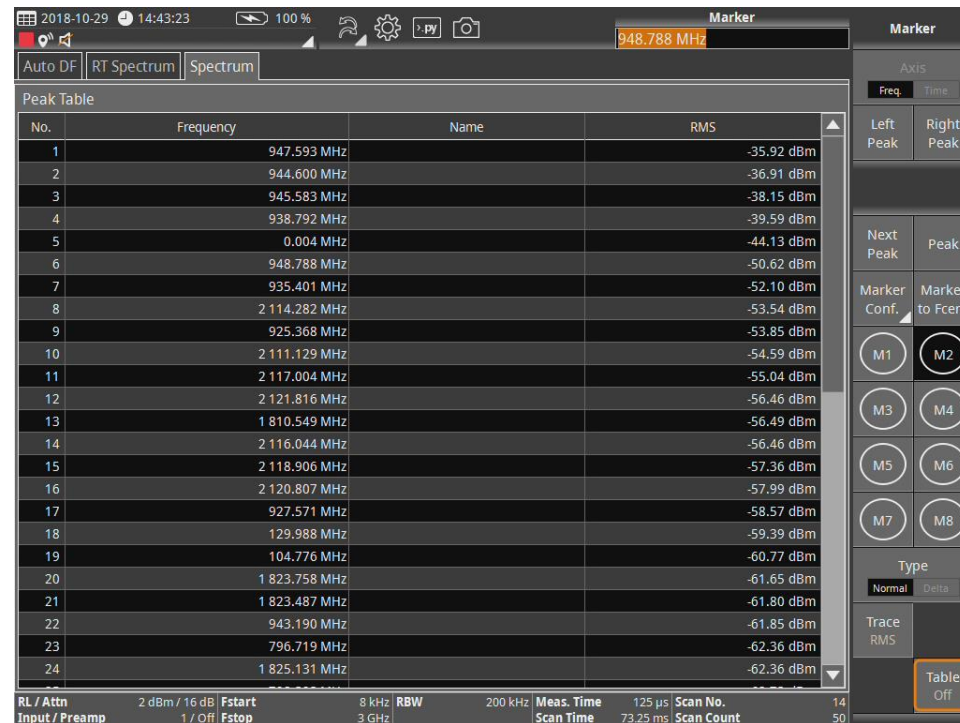
Режим сканирования

- Скорость до 50 ГГц/с
- Быстрое обнаружение одиночных помеховых сигналов даже на полной развертке
- Сигнал не будет пропущен

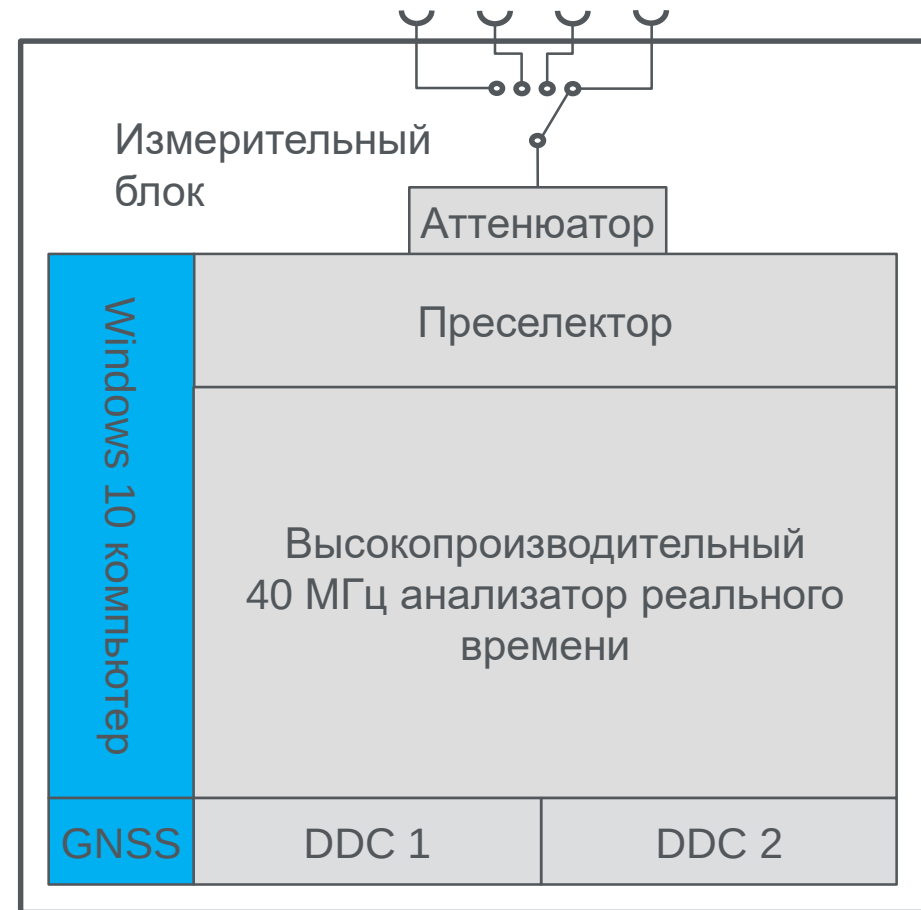
До 8 маркеров, включая:

- Спектральную плотность мощности шума
- Мощность в канале
- Занимаемая полоса частот в соответствии с рек. ITU-R SM.443-4

Таблица максимумов отображает до 50 самых мощных сигналов



Интерфейс



На базе ОС Windows 10

SignalShark имеет встроенную ОС Windows 10 и обеспечивает различные интерфейсы:

- USB 3.0 & 2.0 для клавиатуры, мыши, принтера, жёсткого диска,...
- DisplayPort для подключения монитора или проектора...
- microSD для сохранения результатов....
- Ethernet для подключения к сети или Интернету

Таким образом возможно

- Сохранять результаты на сетевом диске
- Запускать различные приложения непосредственно с SignalShark
- Делать отчёты прямо с прибора



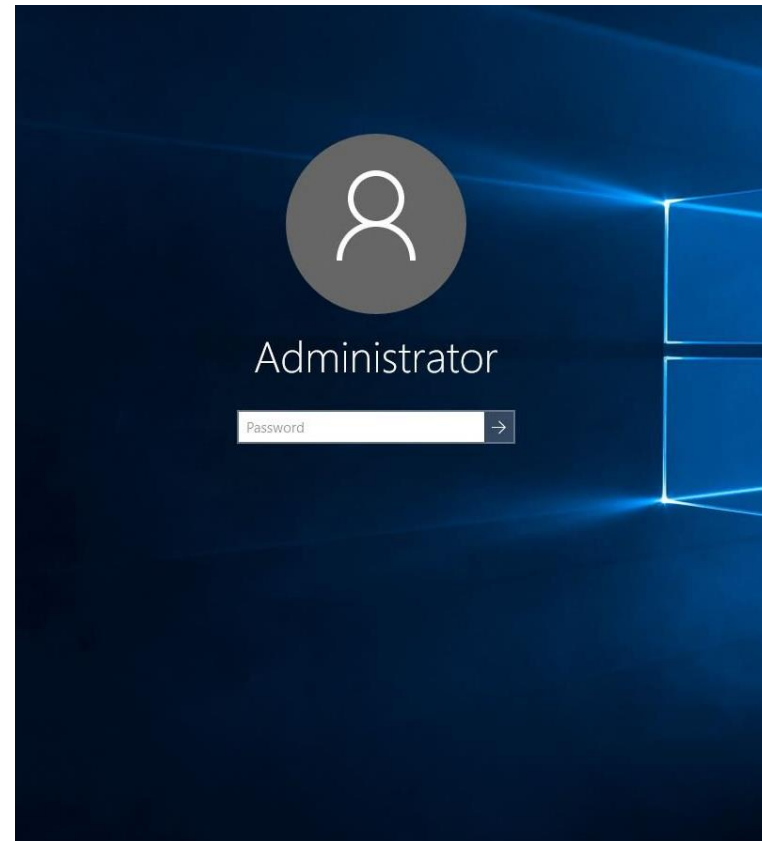
Роли пользователей

Как и на PC можно предоставить различные права пользователям, например

- **Standard user – не требует входа в систему:**
 - Можно измерять и сохранять, но нет доступа к ОС
- **Administrator:**
 - Все права
- Другие роли в будущем

Для безопасности будет доступна программная опция:

- **Security data protection**
 - Результаты можно сохранять только на внешних устройствах, например, USB Stick без возможности записи во внутреннюю память



SignalShark – это открытая платформа. Она не использует своих особых стандартов

Коммуникации (включено):

Операционная система: **Win10**

Индустриальный стандарт. Обеспечивает поддержку всех видов коммуникационного оборудования (WiFi, модемы 4G и т.д.). Можно использовать ПО для удаленного доступа (remote desktop...)

Дистанционное управление: **SCPI**

Индустриальный стандарт синтаксиса и команд

Картография: **Slippy map, OpenStreetMap**

Другие форматы можно конвертировать в slippy maps и импортировать в SignalShark (www.globalmapper.com)

Скрипты: **Python**

Язык программирования высокого уровня для упрощения разработки

SignalShark – это открытая платформа. Она не использует своих особых стандартов

Сохранение и трансляция результатов:

Хранение: **HDF5**

Hierarchical Data Format (HDF) – формат, разработанный для хранения больших объемов данных. Легко импортируется в Matlab, LabView, GNU-Radio...

Потоковая трансляция (Streaming): **VITA 49**

The Digital IF Data Representation (VITA 49) – определяет структуру данных для передачи оцифрованного сигнала ПЧ. Стандартизованная структура используется для дальнейшей обработки потока. SignalShark поддерживает VITA 49 включая высокоточную метку времени.

Скриншоты: **PNG**

Растровая графика с поддержкой сжатия без потери информации.

Возможности трансляции

- Запись I/Q с полосой до 40 МГц *
- Запись на внутренний SSD 32 GByte
- Внешняя запись на USB 3.0 Stick/Disk
- Внешняя запись на microSD (SDXC)
- Vita 49 IQ поток, 20 МГц полоса
- Поток по ethernet до 25.6 МГц скорость выборки

VITA 49: мощный протокол для трансляции I/Q данных и высокоточных меток времени

Делает возможным использование стороннего ПО для классификации, демодуляции и воспроизведения



VITA
Open Standards, Open Markets

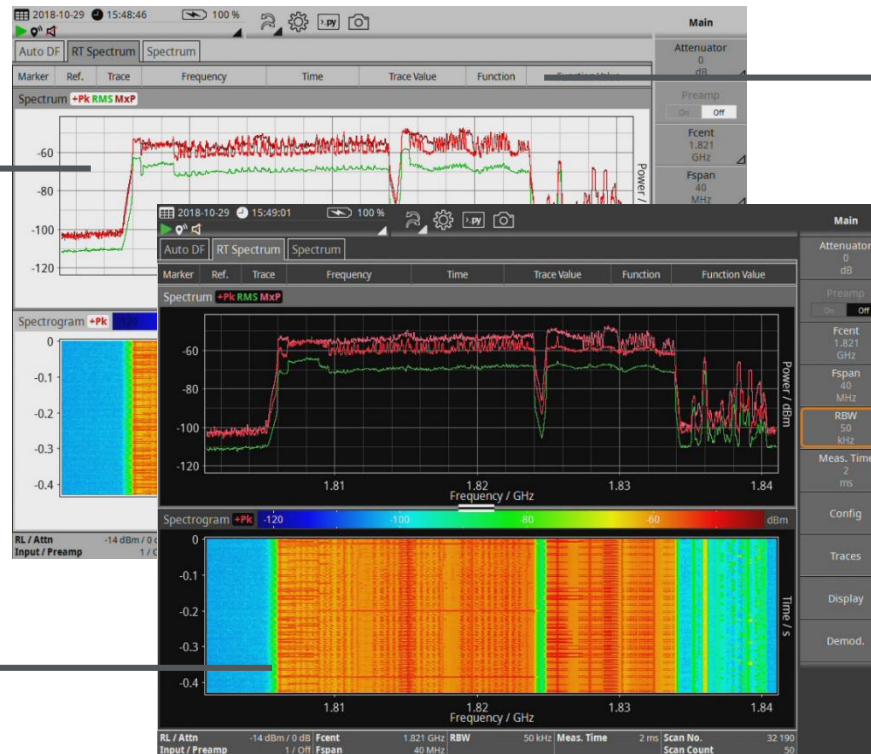


* This feature will be included with future software updates

Интерфейс пользователя (GUI)

Интуитивное
управление, не
требующее инструкции

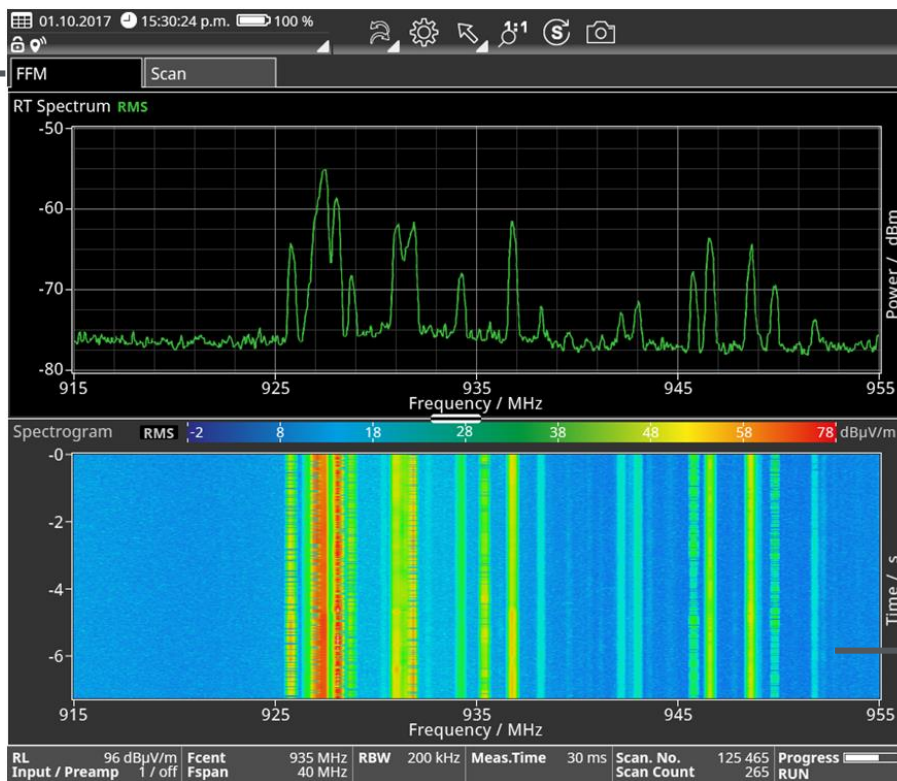
Выбор цветовой схемы для
работы днём и ночью



Языковые пакеты для
установки пользователем

Задачи включают:

- Выбор режима измерений
- Настройки измерений
- Размещение окон



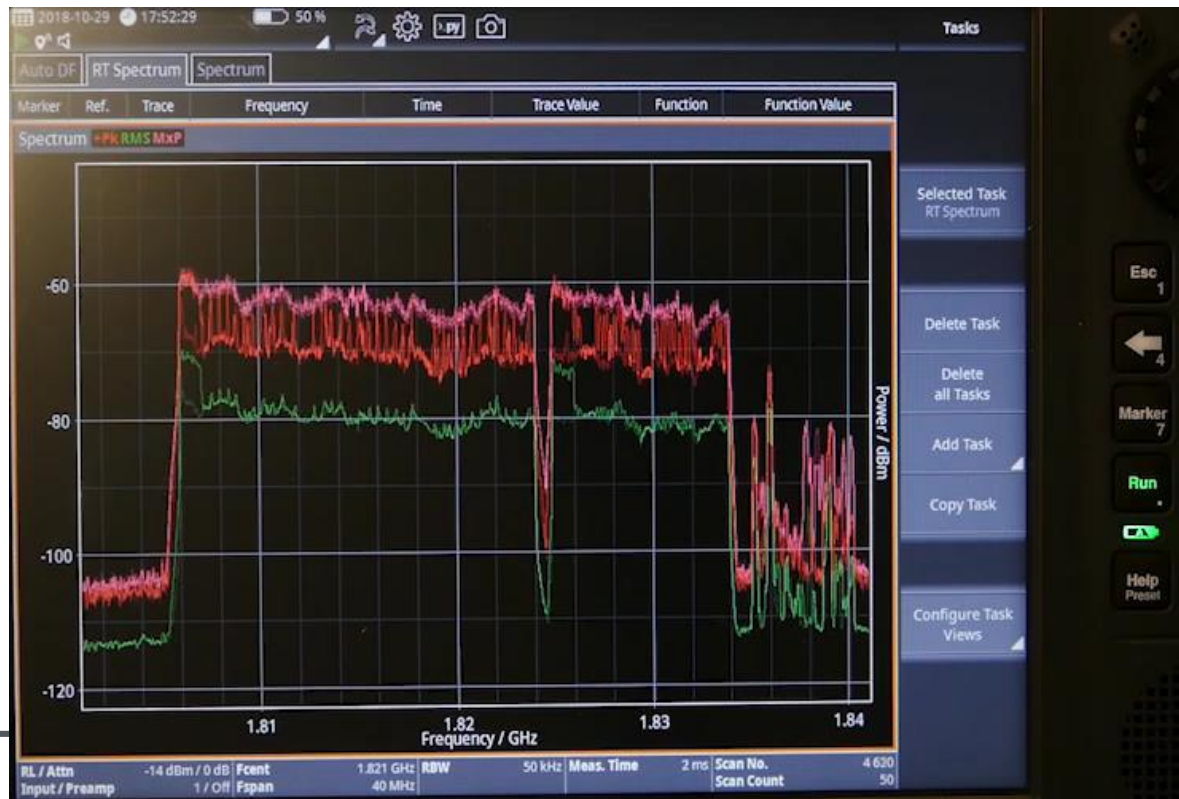
Окна включают:

- Различное представление результатов измерений

- Задачи выбираются одним касанием
- Каждая задача имеет собственный полный набор настроек (частоты, окна, режимы, ...)



Окна настраиваются в
интуитивно понятном
меню



Любой окно можно
развернуть/свернуть
двойным кликом



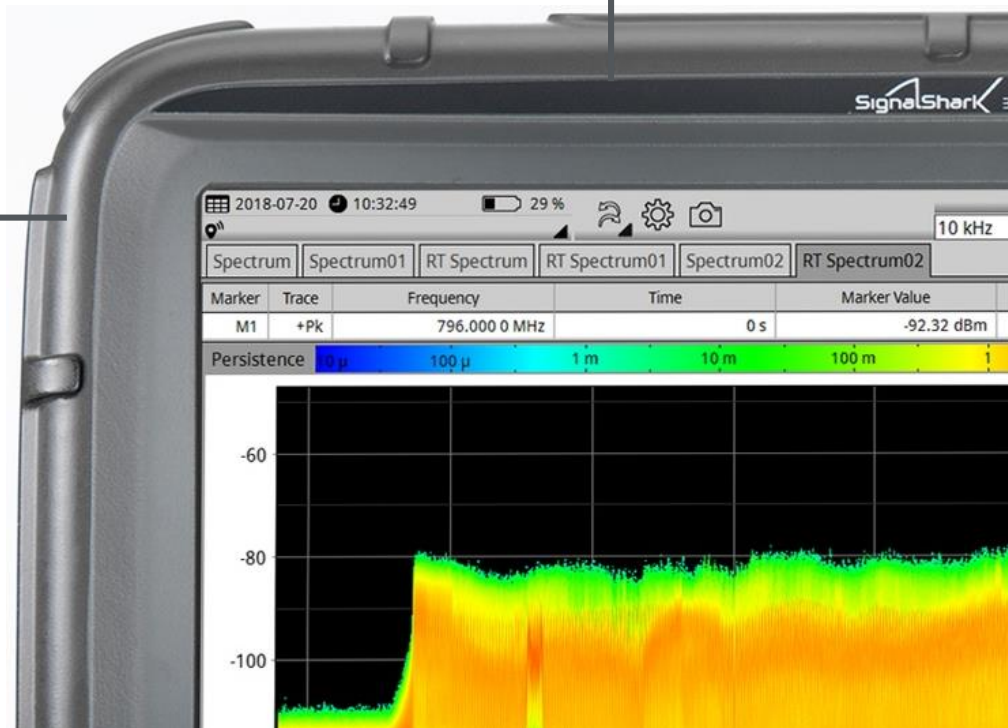
Портативный анализатор - SignalShark 3310





Прочный корпус для мобильного использования в тяжелых условиях по MIL-PRF-28800F class 2

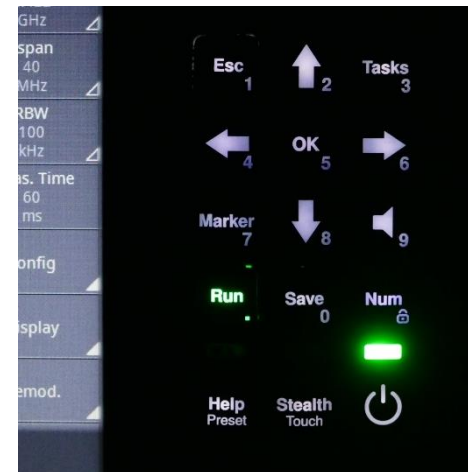
- 2 x аккумулятора Li-ion с внутренней и внешней зарядкой
- Горячая замена для длительных измерений без прерывания
- Аккумуляторы стандартные, Тип: RRC2057, Li-ion, 48 Wh
- Доступна зарядка в автомобиле
- Время работы: прибл. 3 часа



Микрофон для записи
голосовых
комментариев



Клавиатура с отключаемой
подсветкой



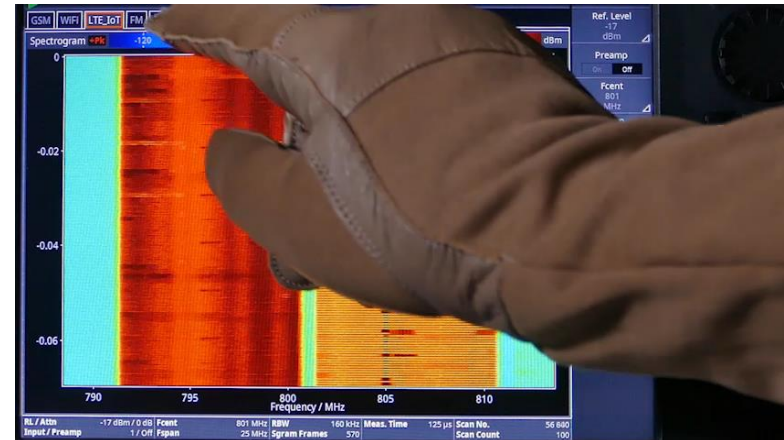
Встроенные подсказки, режим
«Невидимка», отключение
кнопок и сенсоров экрана



Встроенный динамик с мощным
чистым звуком

10.4" резистивный сенсорный
экран

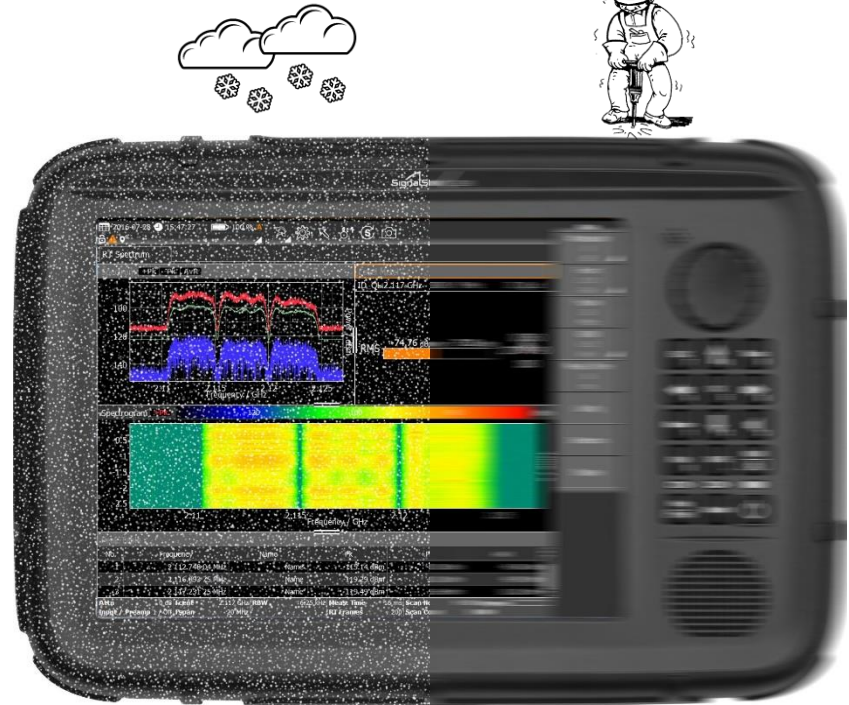
- Интуитивное управление
даже в перчатках



Идеальные размер, вес и энергопотребление (SWaP)

- Габариты (H × W × D)
230 мм × 335 мм × 85 мм
- Масса
Прибл. 3.9 кг
(без аккумулятора, аккумулятор 240 г каждый)
- Электропитание блока: 10 - 48 В DC
- Внешний адаптер:
Вход 100В-240В AC, Выход 12В DC, 5.5А

Итого: работает везде!



Комплект для мобильного использования:

- Адаптер питания от автомобильной сети с фиксируемым штекером
- 2 x внешних зарядных устройства
- Адаптер для зарядных устройств в автомобиль
- Ремень для базового блока
- Наушники, 3.5mm штекер
- 10.4" защитная плёнка на экран
- Кейс для транспортировки SignalShark 3310



Анализатор для дистанционного управления - SignalShark 3320

Анализатор для дистанционного управления - SignalShark 3320

Доступен в 3 вариантах:
1. Настольный



3. В стойку 19" 1 HU с 2 блоками

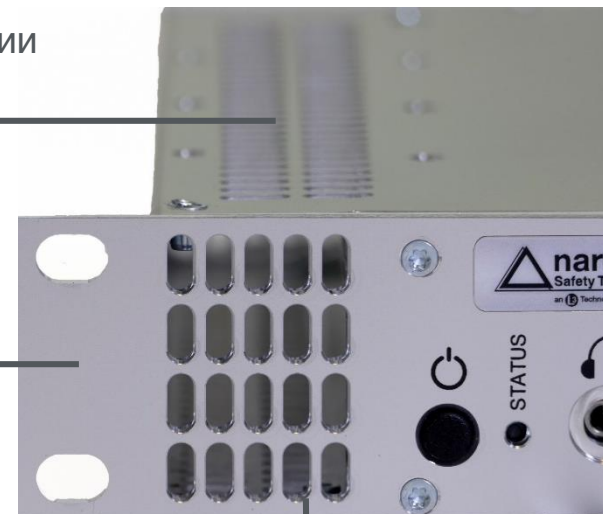
Анализатор для дистанционного управления - SignalShark 3320



Анализатор для дистанционного управления - SignalShark 3320

Дополнительное ПО для анализа может работать на встроенном ПК, то есть связь нужна только для сообщения о наступлении события

Анализатор работает автономно



Масштабируемое решение
путем добавления устройств в
стойку

Ручное пеленгование

Антенны для ручного пеленгования



Активная/пассивная антенная рукоять с контролем азимута, угла места и поляризации



4 очень лёгких антенны для охвата всего диапазона частот от 9 кГц до 8 ГГц

Рамочная антенна
9 кГц - 30 МГц
380 грамм



Направленная антенна 1
20 МГц - 250 МГц
400 грамм



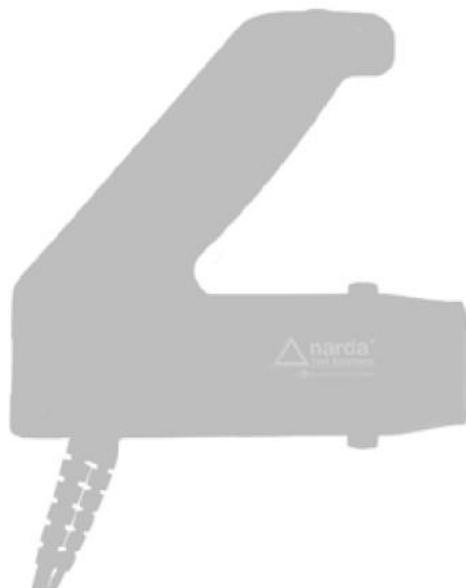
Направленная антенна 2
200 МГц - 500 МГц
300 грамм



Направленная антенна 3
400 МГц - 8 ГГц
350 грамм



Адаптер для подключения антенн сторонних производителей



Адаптер N-разъем вилка для
подключения антенн сторонних
производителей

Коэффициенты антенн
сохраняются и активируются
в базовом блоке

SignalShark отражает всю информацию, полученную от антенной рукояти

SignalShark распознает антенну и применяет антенные коэффициенты

SignalShark получает направление 3D от рукояти для определения пеленга



SignalShark обеспечивает:

- Тоновый поиск
- Пеленгование
- Тепловую карту



Автоматическое пеленгование

Антенна для автоматического пеленгования ADFA 1



Антенна для автоматического пеленгования ADFA 1

Диапазон частот
200 МГц - 2.7 ГГц



Центральный вибратор используется как опорный элемент для пеленгования и всенаправленного мониторинга

Пеленгование сигналов
длительностью от 2,5 мс

Девять диполей по кругу
диаметром 380 мм для
пеленгования

Антенна для автоматического пеленгования ADFA 1

Магнитное крепление:
Быстрое крепление и не
повреждает крышу а/м

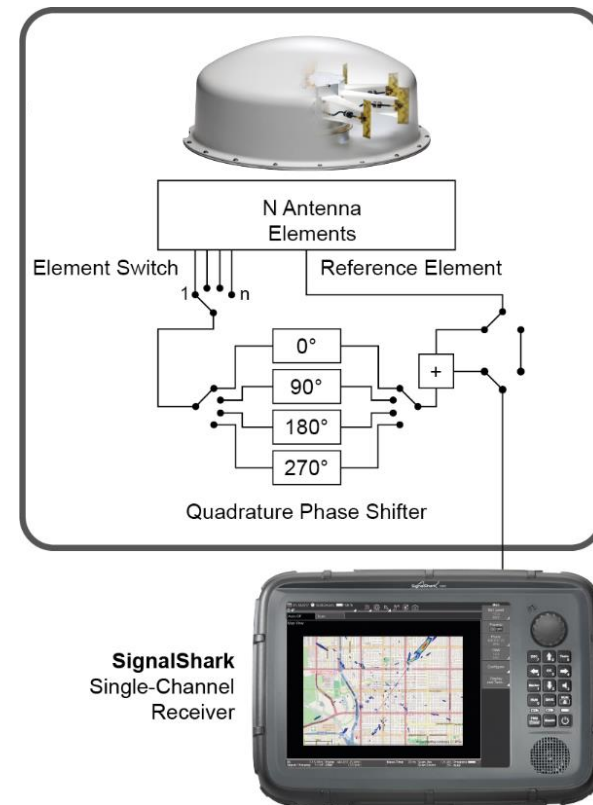


Крепление на штатив или мачту:
Временное и длительное
использование для
радиомониторинга



Антенна для автоматического пеленгования ADFA 1

- Встроенный фазовращатель и коммутатор
- Метод пеленгования: корреляционный интерферометр
- Погрешность пеленга: 1° RMS (тип.)
- Поляризация: вертикальная
- Чувствительность пеленгования: 6 дБ μ V/m
- Встроенный электронный компас и приёмник GNSS с антенной и выходом PPS
- Диаметр: 480 мм
- Масса: 5.6 кг

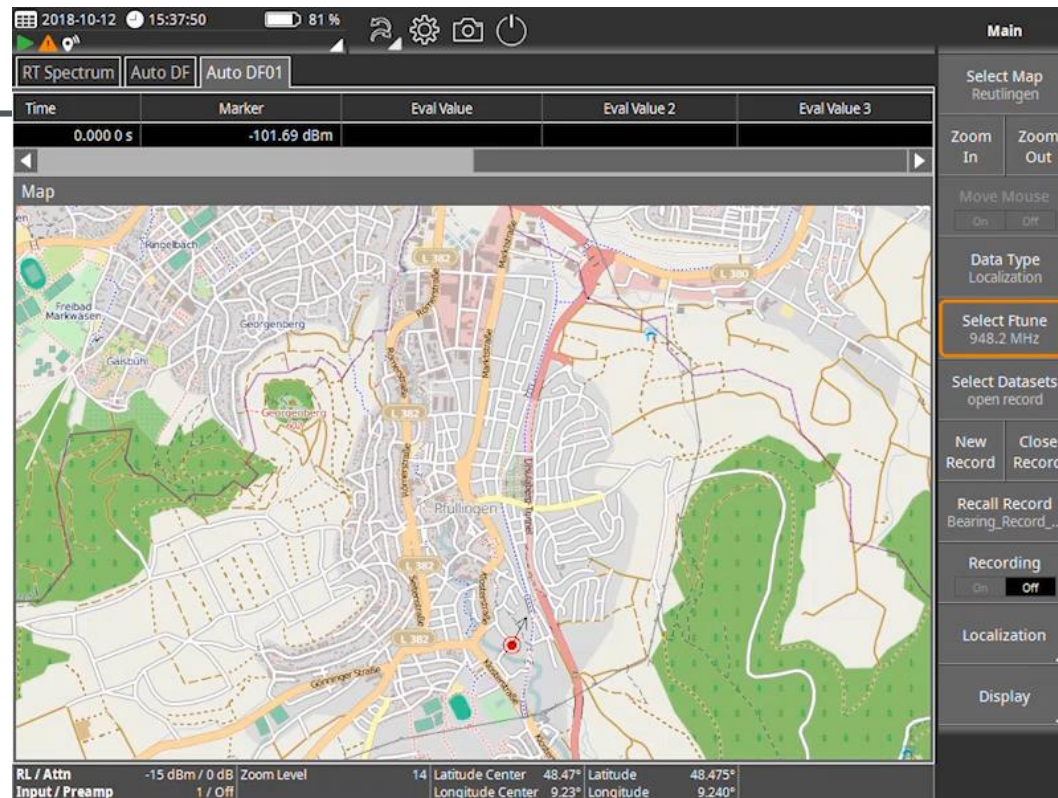


SignalShark в работе с ADFA 1

Мощное ПО для пеленгования и представления результатов в реальном времени на экране SignalShark:

- Тепловая карта
- Минимальная погрешность пеленгования
- Высокая устойчивость к отражениям

Скорость на видео увеличена в 10 раз



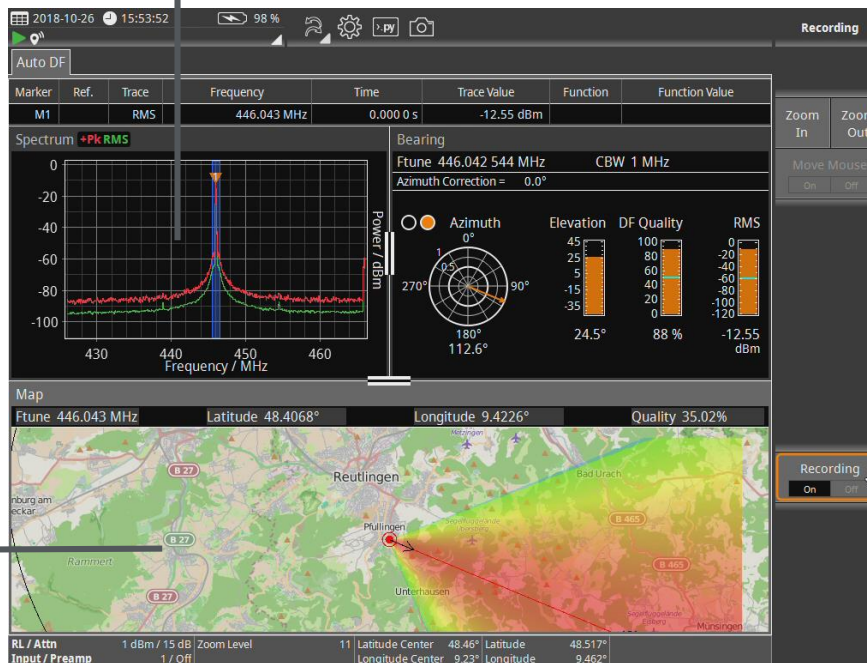
SignalShark в работе с ADFA 1

Не требуется внешний
компьютер



SignalShark в работе с ADFA 1

Контроль спектра для наблюдения
подозрительных сигналов



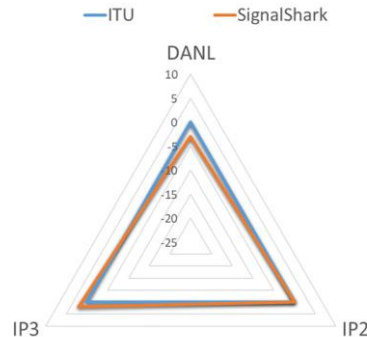
- Пеленги по азимуту и углу места
- Индекс качества пеленга

Тепловая карта пеленга

Пример использования 1 – Поиск источника помех (Портативным анализатором)

Основное применение портативного SignalShark

- Самый чувствительный портативный приёмник на рынке
- Высокая помехоустойчивость для работы рядом с передатчиком
- Доступны все аксессуары, например, направленные антенны
- Возможность демодуляции, 2 блока обработки
- Широкая полоса анализа реального времени для поиска коротких сигналов
- Режим послесвечения для слабых сигналов, скрытых сильными

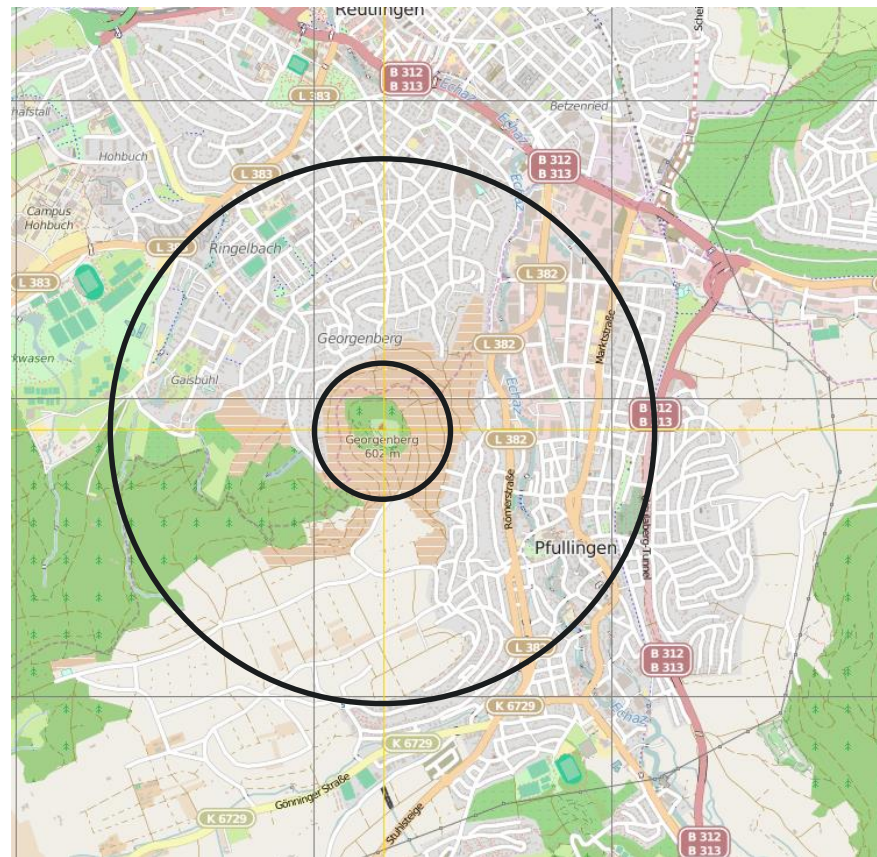


Основное применение портативного SignalShark

По сравнению с портативными анализаторами Anritsu Spectrum Master или Keysight Fieldfox

SignalShark захватывает источники минимум

- В 4 раза дальше по расстоянию
- В 16 раз больше по площади



Пример использования 2 – Автоматический пеленгатор

Когда нужна скорость

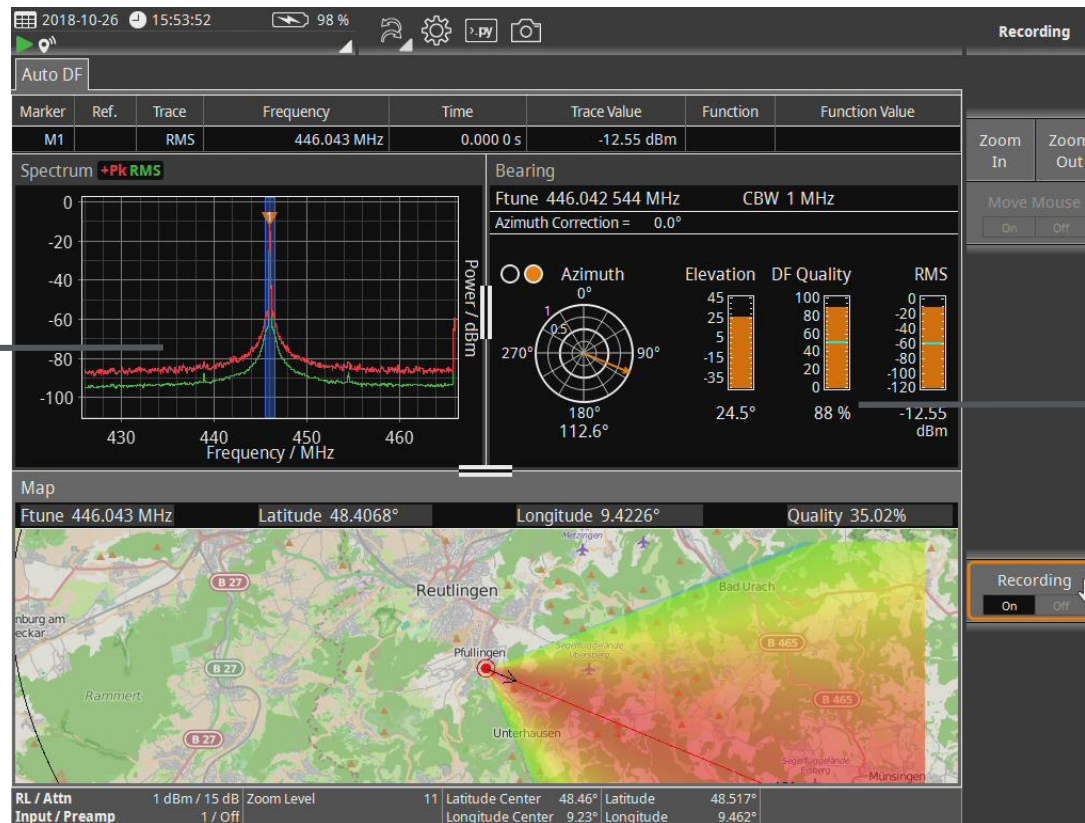
SignalShark с автоматической пеленгационной антенной – высокопроизводительное и эффективное решение для многих задач:

- Обслуживание сетей PMR и мобильных операторов с быстрым и точным пеленгованием передатчиков и источников помех
- Контроль частотных диапазонов
- Мониторинг частот на приграничных территориях
- Обслуживание закрытых объектов (территорий) и радиоразведка



Обзор интерфейса пеленгования

Контроль спектральной
ситуации в процессе
пеленгования



Данные по азимуту и
углу места

Пример использования 3 – Универсальное средство для спектрального менеджмента

Пример использования 3 – Универсальное средство для спектрального менеджмента

SignalShark предлагает общее решение для любой ситуации

Стационарная установка

- Автономная работа 24/7
- Полное дистанционное управление
- Масштабируемая полоса реального времени
- Лёгкость интеграции



Мобильное использование

- Монтаж на автомобиле
- Или треноге
- Портативное устройство для двойного использования
- Блок для ДУ для экономии места при установке



В помещении

- Портативный SignalShark идеальный прибор для последней мили и пеленгования в помещении

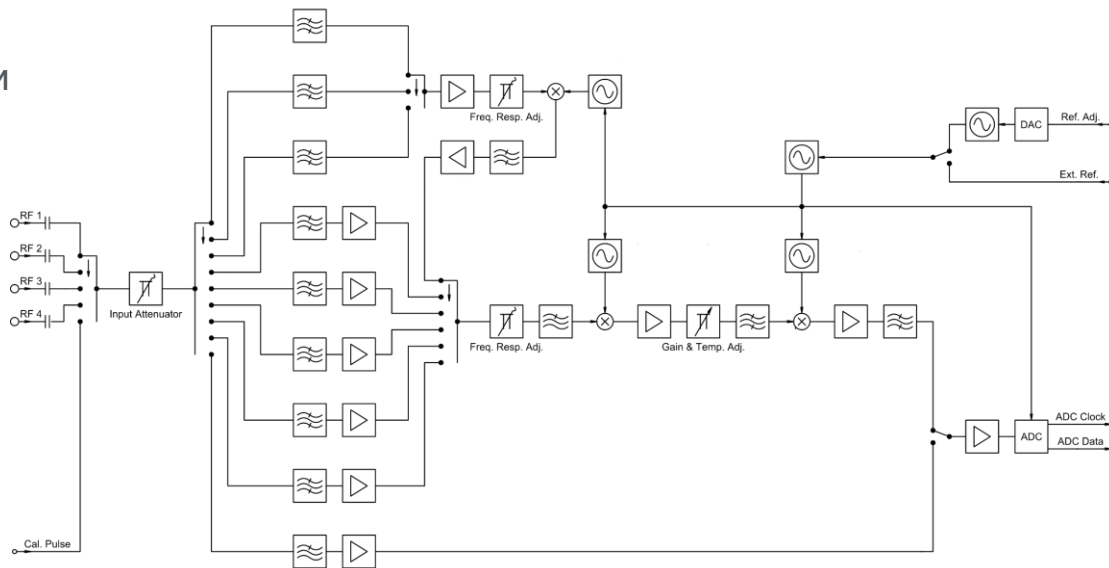


Пример использования 4 – TDoA сенсор

SignalShark подходит для TDoA измерений.

SignalShark можно синхронизировать по времени от различных источников:

- Pulse-per-second PPS сигнал внутреннего приёмника GNSS или
- PPS сигнал GNSS антенны ADFA или
- Внешний PPS сигнал



Пример использования 5 – установка для тестирования приёмных антенн

Пример использования 5 – установка для тестирования приёмных антенн

Исходные условия

Пользователь: Производитель/поставщик мобильных антенн

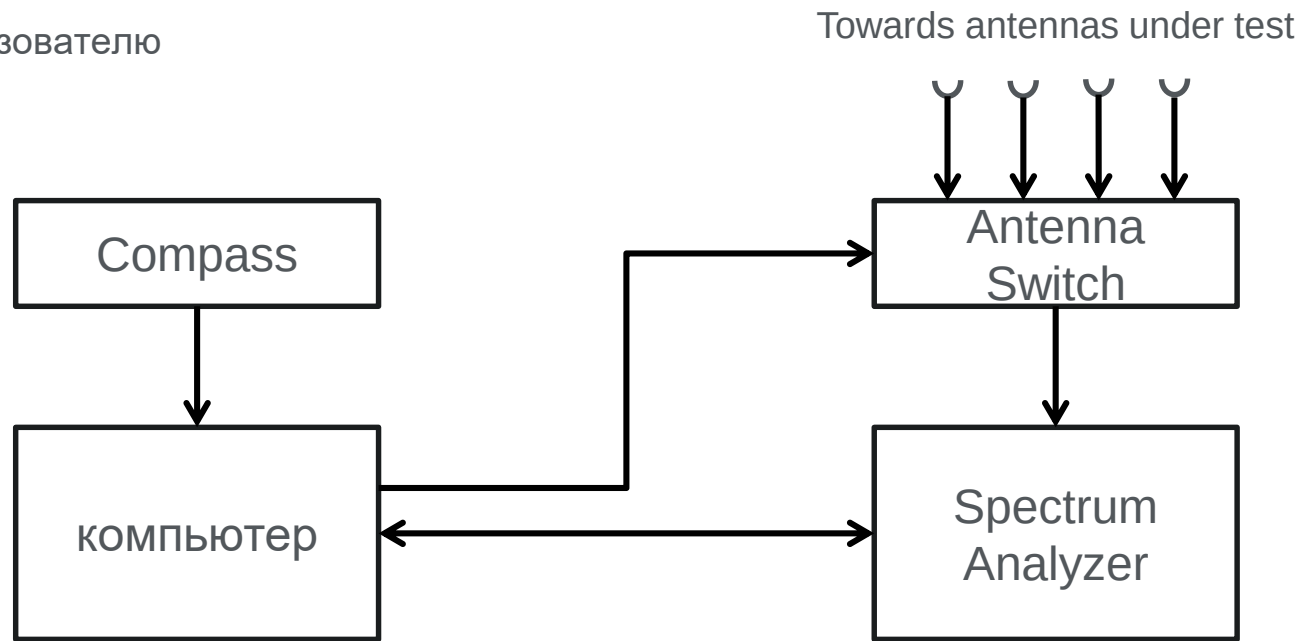
Задача: Проверка диаграммы направленности антенны при объезде контрольного передатчика

Проблемы: Требуется промерить несколько антенн и несколько частот одновременно для снижения затрат

Пример использования 5 – установка для тестирования приёмных антенн

Ранее:

- Сложно
- Медленно
- Не просто привезти к пользователю
- Подвержено ошибкам



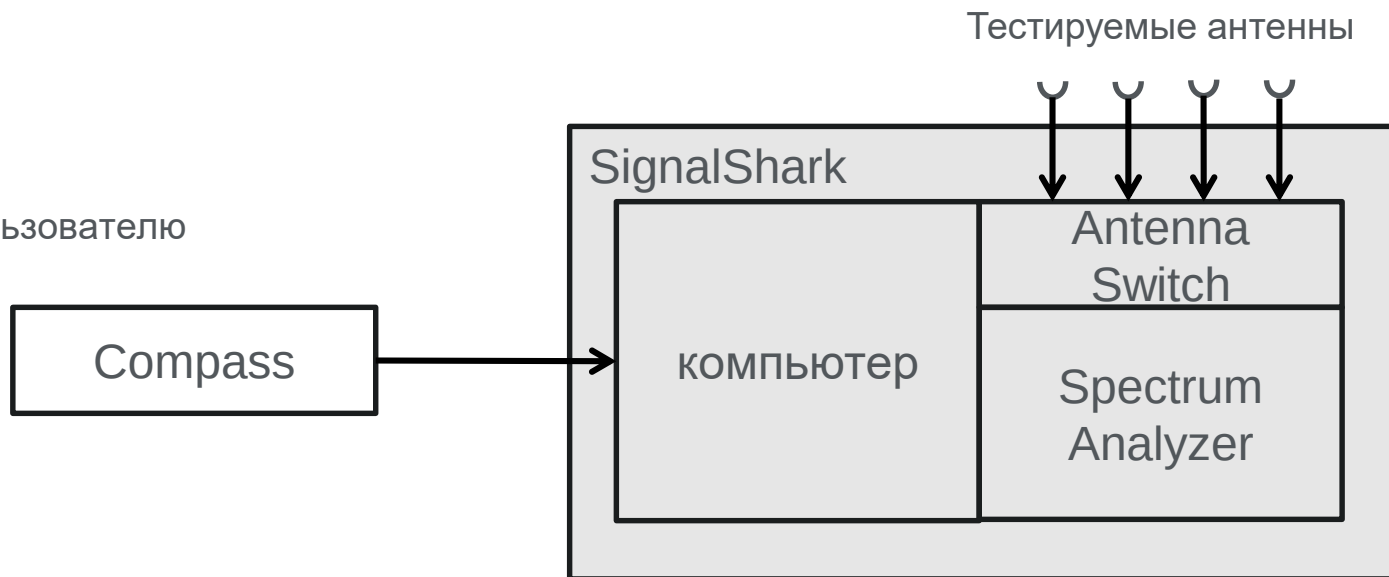
С SignalShark

Все компоненты измерительной системы есть в портативном SignalShark

Для позиционирования пользователь использует внешний компас/гироскоп. Он может контролироваться через порт USB host в SignalShark. Процедура измерений и съём показаний компаса реализованы с помощью создания скрипта на Python, который запускается непосредственно на SignalShark.

Преимущества:

- Легко
- Быстро
- Легко привезти к пользователю
- Прочно

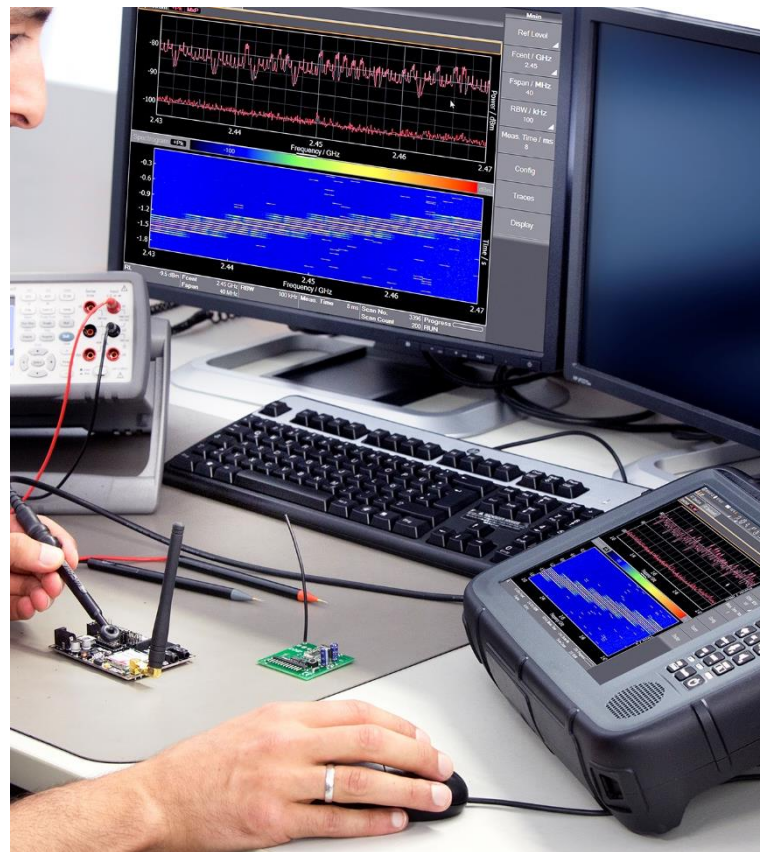


Пример использования 6 –анализатор спектра реального времени с полосой 40 МГц

Пример использования 6 –анализатор спектра реального времени с полосой 40 МГц

Ускорьте вашу ежедневную работу

- Высокий динамический диапазон HDR для обнаружения сигналов, которые раньше были невидимы
- Высокая скорость измерений
- 40 МГц полоса анализа реального времени
- Высокоскоростная спектрограмма, например, для контроля переходных режимов при передаче
- ПК встроен: просто подключите монитор/мышь/клавиатуру,...
- ПК встроен: нет бутылочного горлышка в виде соединения USB или ethernet между измерительным блоком и компьютером
- Win10 ПК встроен: подключитесь к вашей сети и, например, сохраняйте результаты на сетевом диске
- Возможность использования для предварительных испытаний на ЭМС
- 4 входа и скрипты Python для автоматизации тестирования



Пример использования 7 – анализатор спектра реального времени для драйвтестов

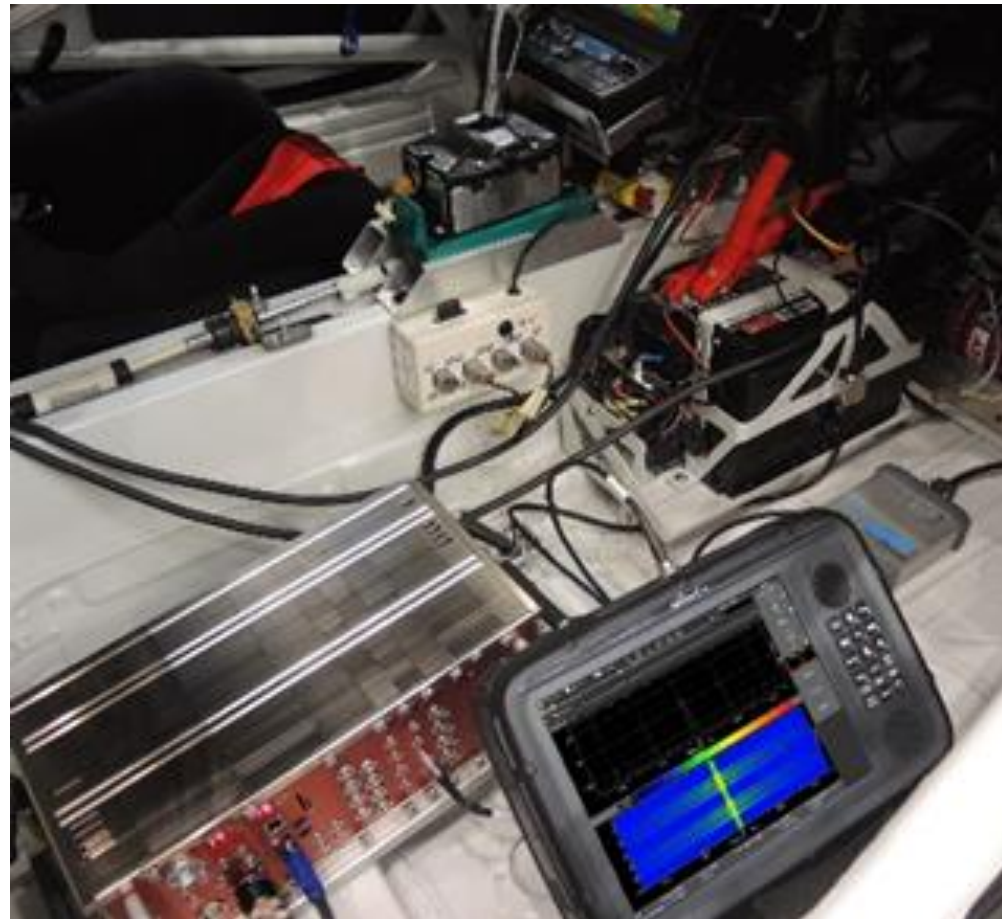
Пример использования 7 – анализатор спектра реального времени для драйвтестов

Пользователь: поставщик автомобильных компонентов

Задача: поиск импульсных помех в сети автомобиля при драйвтесте

Требования к анализатору: малые габариты, батарейное питание, прочный, риаптайм

Решение: SignalShark с датчиками ближнего поля



Продолжение следует



Семейство



NRA / NRA-RX



IDA-2



SignalShark Handheld SignalShark Remote Unit ADFA-1



Дорожная карта (планы на будущее)

В 2019 году будут доступны следующие возможности / элементы:

ADFA 2:
Диапазон частот
10 МГц - 8 ГГц

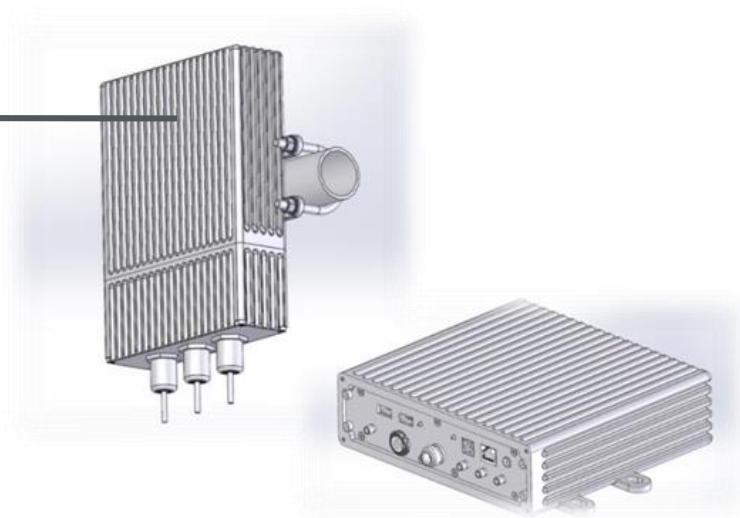


Размер как и у ADFA 1

Принцип пеленгования Ватсон-Ватт и корреляционный интерферометр

В 2019 году будут доступны следующие возможности / элементы:

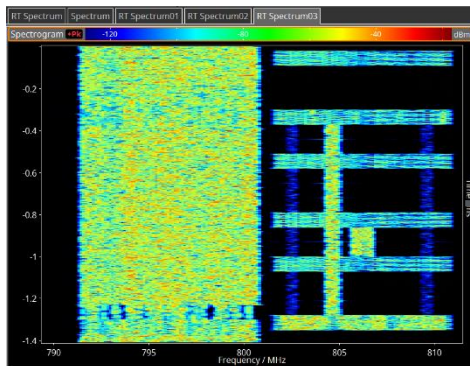
SignalShark 3330 – всепогодный блок



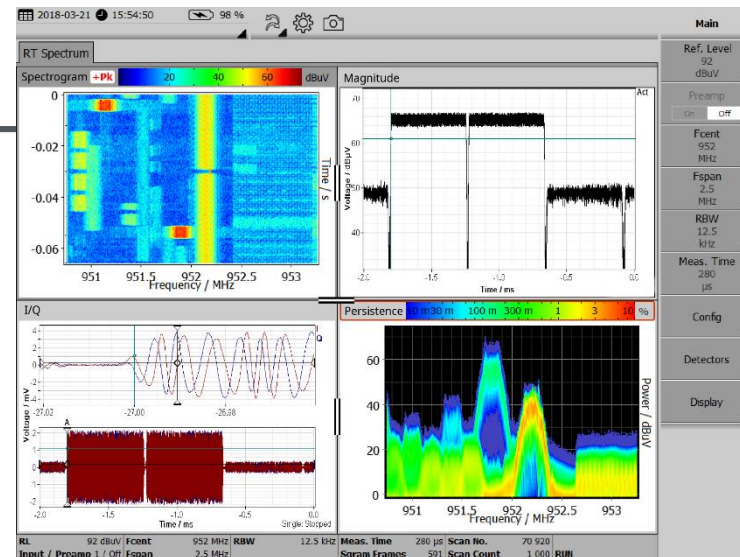
В 2019 году будут доступны следующие возможности / элементы:

I/Q анализатор:

- Измерения во временной области (zero span)
- Триггер
- Триггер по частотной маске



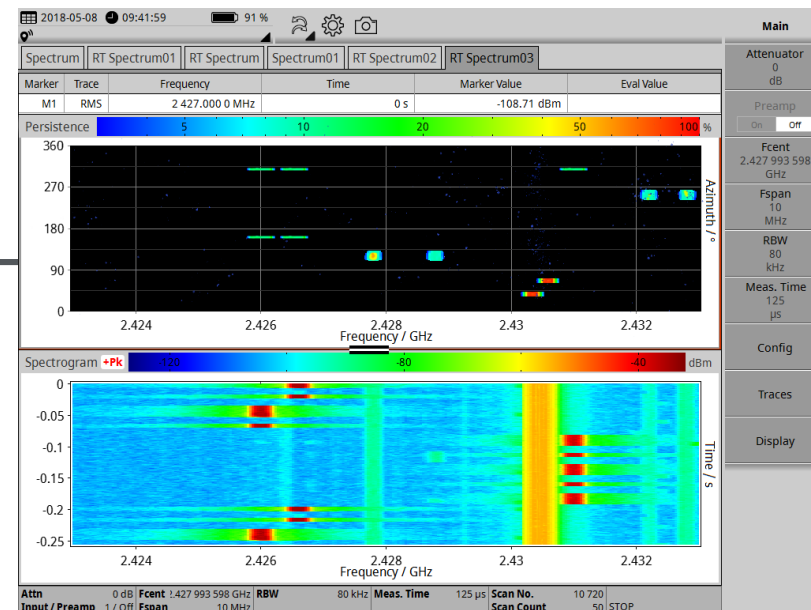
Спектрограмма с разрешением до 200 нс



Дополнительный функционал в скором будущем:

DF-Spectrum (спектр пеленгов):

- Карта пеленгов на различные источники в полосе анализа реального времени



To be continued...





Get more information at:

www.narda-sts.com/signalshark



Seven senses for signals
Catch it ALL!

For a fair comparison it's mandatory to compare equal values

General:

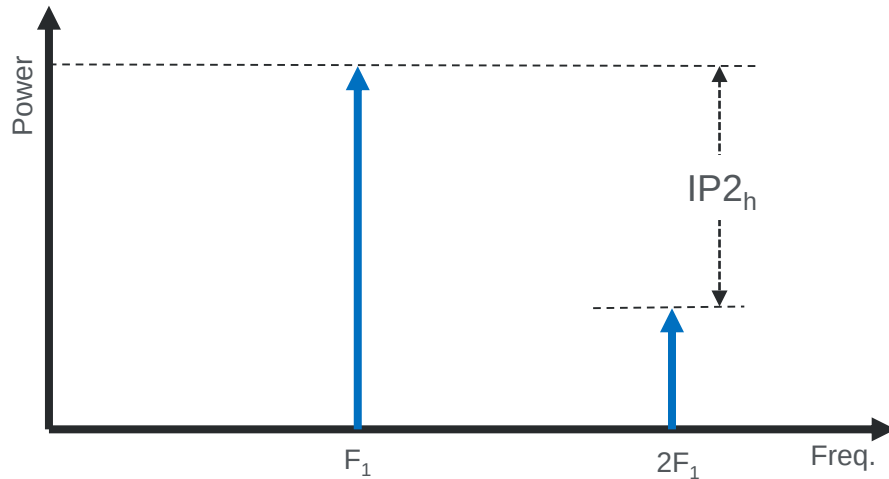
- worst value in the frequency range of interest (20 МГц to 3 ГГц for ITU Spec) has to be taken into account
- Noise: guaranteed values only. If only typical or nominal value available a mark up of 3 дБ has been done (more than fair)
- IP2, IP3: it's common to specify typical values
- IP2, IP3 and DANL must be determined with the same setting, e.g. pre-amp off, input-Аттенюатор 0 дБ

Definition:

- IP3: Easy, only one definition
- IP2: Two definitions available, second-order intercept due to harmonics or due to intermodulation. Conversion possible, see next slide
- DANL:
 - if averaging is based on level values, a correction of 2.5 дБ for noise signals has to apply to compute the true RMS level
E.g.: traditional block diagram of spectrum analyzer: first stage lin/log converter followed by detector
 - SignalShark specifies DANL as true RMS values, so no correction is necessary

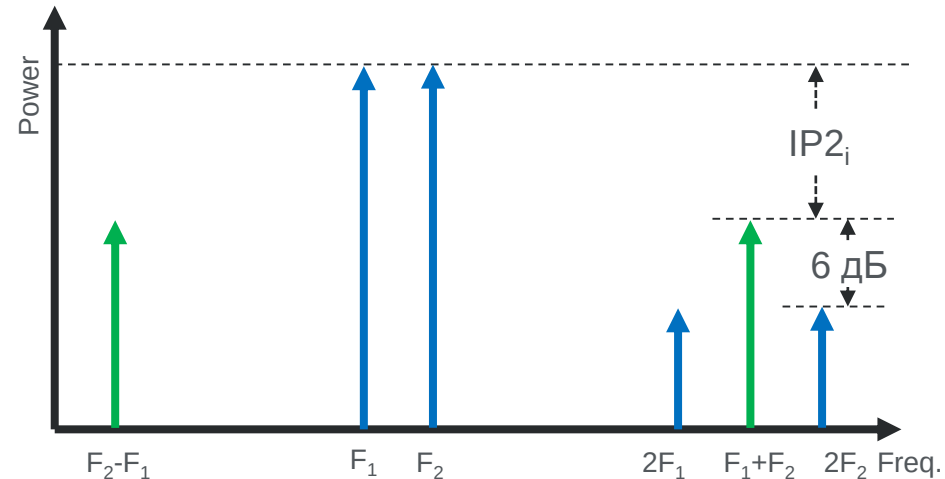
If no hint is found in other data sheets, no correction is done (in dubio pro reo)

$IP2_h$ - is the second-order intercept due to harmonics



Many times second order harmonics and intermodulation are compared with each other without taking into account that those values are different.

$IP2_i$ - is the second-order intercept due to intermods



Luckily there is a strict relationship between both parameter so it is possible to convert values:

$$IP2_h - 6 \text{ dB} = IP2_i$$

<https://dl.cdn-anritsu.com/en-us/test-measurement/files/Brochures-Datasheets-Catalogs/datasheet/11410-00646P.pdf>

Displayed Average Noise Level (DANL) (RMS detection, VBW/Avg type = Log, Ref Level = -20 dBm for Preamp Off and -50 dBm for Preamp On, Auto Attenuator On, Performance Sweep Mode)				
	Preamp = Off		Preamp = On	
	Maximum	Typical	Maximum	Typical
9 GHz Instrument				
10 MHz to 3 GHz	-146 dBm	-149 dBm	-160 dBm	-163 dBm
> 3 GHz to 8 GHz	-140 dBm	-143 dBm	-152 dBm	-155 dBm
> 8 GHz to 9 GHz	-	-138 dBm	-	-155 dBm
13 to 43 GHz Instruments				
10 MHz to 4 GHz	-145 dBm	-148 dBm	-161 dBm	-164 dBm
> 4 GHz to 9 GHz	-142 dBm	-145 dBm	-159 dBm	-162 dBm
> 9 GHz to 13 GHz	-136 dBm	-139 dBm	-156 dBm	-159 dBm
20 GHz Instrument				
> 13 GHz to 20 GHz	-136 dBm	-142 dBm	-155 dBm	-161 dBm
32 to 43 GHz Instruments				
> 13 GHz to 20 GHz	-134 dBm	-141 dBm	-152 dBm	-158 dBm
> 20 GHz to 32 GHz	-135 dBm	-140 dBm	-154 dBm	-159 dBm
> 32 GHz to 40 GHz	-127 dBm	-130 dBm	-148 dBm	-151 dBm
> 40 GHz to 43 GHz	-	-130 dBm	-	-151 dBm

MS2720T TDS

PN: 11410-00646 Rev. P

5 of 29

Third-Order Intercept (TOI) (-20 dBm tones 100 kHz apart, 0 dB Attenuation Preamp OFF, Reference Level -20 dBm)		
2.4 GHz		+14 dBm minimum
50 MHz to 20 GHz		+20 dBm typical
> 20 GHz to 32 GHz		+15 dBm typical
> 32 GHz to 43 GHz		+20 dBm typical
P1dB		
< 4 GHz		+5 dBm nominal
4 GHz to 20 GHz		+12 dBm nominal
> 20 GHz to 32 GHz		+7 dBm nominal
> 32 GHz to 43 GHz		+12 dBm nominal
Second Harmonic Distortion (0 dB input attenuation, -30 dBm input)		
50 MHz		-54 dBc maximum
< 4 GHz		-60 dBc typical
> 4 GHz		-75 dBc typical

DANL: $(-146 + 2.5) \text{ дБм/Гц} = -143.5 \text{ дБм/Гц}$

$IP2_h = -60 \text{ дБс} @ -30 \text{ дБм} \sim +30 \text{ дБм} \rightarrow IP2_i = (30 - 6) \text{ дБм} = +24 \text{ дБм}$

IP3 = + 20 дБм



<http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5990-9783EN.pdf?id=2210837>

28 | Keysight | FieldFox Handheld Analyzers 4/6.5/9/14/18/26.5/32/44/50 GHz - Data Sheet

Spectrum Analyzer (continued)

Dynamic range specifications

Displayed average noise level (DANL) - (dBm)
Input terminated, RMS detection, log averaging, 0 dB input attenuation, reference level of -20 dBm, normalized to 1 Hz RBW
N991xA, N993xA¹

Preamplifier	Spec (23 ± 5 °C)	Spec (-10 to 55 °C)	Typical (23 ± 5 °C)	Typical (-10 to 55 °C)
2 MHz to 4.5 GHz ²	-137	-135	-139	-138
> 4.5 to 7 GHz	-133	-131	-136	-130
> 7 to 13 GHz	-129	-127	-132	-130
> 13 to 17 GHz	-124	-122	-126	-125
> 17 to 22 GHz	-119	-117	-122	-121
> 22 to 25 GHz	-114	-111	-117	-114
> 25 to 26.5 GHz	-110	-108	-112	-111

Second harmonic distortion (dBc)	Nominal
-30 dBm signal at mixer input	N991xA, N993xA
≤ 1.3 GHz ²	-
> 1.3 GHz	-
≤ 4 GHz ²	< -60
> 4 GHz	< -80

1. Excludes 4.5 MHz, -95 dBm at 4.5 MHz.
2. Applies to frequencies > 15 MHz

Nominal

A general, descriptive term or design parameter. It is not tested, and not covered by the product warranty. FieldFox must be within its calibration cycle.

Third order intermodulation distortion (TOI) - (dBm)	Spec	Typical
Two -15 dBm signals, 100 kHz spacing at input mixer (-10 to 55 °C)		
N991xA, N993xA	At 2.4 GHz, +15	< 1 GHz, +10
		1 to 7.5 GHz, +15
		> 7.5 GHz, +21

DANL: $(-137 + 2.5) \text{ дБм/Гц} = -134.5 \text{ дБм/Гц}$

$\text{IP2}_h = -60 \text{ дБс @ } -30 \text{ дБм} \sim +30 \text{ дБм} \rightarrow \text{IP2}_i = (+30 - 6) \text{ дБм} = +24 \text{ дБм}$

IP3 = + 10 дБм

https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/service_support_30/FSH_dat-sw_en_5214-0482-22_v2301.pdf

Version 23.01, February 2017	
Displayed average noise level	0 dB RF attenuation, termination 50 Ω, RBW = 100 Hz, VBW = 10 Hz, sample detector log scaling , tracking generator off, normalized to 1 Hz
frequency	preamplifier = off
9 kHz to 100 kHz	
R&S®FSH4, R&S®FSH8 (models .04/.14/.08/.18 only)	< -108 dBm, typ. -118 dBm
R&S®FSH13, R&S®FSH20	< -96 dBm, typ. -106 dBm
100 kHz to 1 MHz	< -115 dBm, typ. -125 dBm
1 MHz to 10 MHz	< -136 dBm, typ. -144 dBm
10 MHz to 2 GHz	< -141 dBm, typ. -146 dBm
2 GHz to 3.6 GHz	< -138 dBm, typ. -143 dBm
3.6 GHz to 5 GHz	< -142 dBm, typ. -146 dBm
5 GHz to 6.5 GHz	< -140 dBm, typ. -144 dBm
6.5 GHz to 13.6 GHz	< -136 dBm, typ. -141 dBm

Intermodulation	
Third-order intercept (TOI), nominal values	intermodulation-free dynamic range, signal level 2 × -20 dBm, RF attenuation = 0 dB, RF preamplifier = off
$f_n < 300 \text{ MHz}$	> 54 dBc TOI > +7 dBm typ. +11 dBm
$300 \text{ MHz} \leq f_n < 3.6 \text{ GHz}$	> 60 dBc (TOI > +10 dBm, typ. +15 dBm)
$3.6 \text{ GHz} \leq f_n \leq 20 \text{ GHz}$	> 46 dBc (TOI > +3 dBm, typ. +10 dBm)
intermodulation-free dynamic range, signal level 2 × -40 dBm, RF attenuation = 0 dB, RF preamplifier = on	
$f_n < 300 \text{ MHz}$	> 50 dBc (TOI > -15 dBm)
$300 \text{ MHz} \leq f_n \leq 20 \text{ GHz}$	> 56 dBc (TOI > -12 dBm)
Second harmonic intercept (SHI), nominal values	RF attenuation = 0 dB, RF preamplifier = off
$f_n = 20 \text{ MHz to } 1.5 \text{ GHz}$	+40 dBm
$f_n = 1.5 \text{ GHz to } 3 \text{ GHz}$	+30 dBm
$f_n = 3 \text{ GHz to } 4 \text{ GHz}$	+20 dBm
$f_n = 4 \text{ GHz to } 10 \text{ GHz}$	+60 dBm

DANL: $(-138 + 2.5) \text{ дБм/Гц} = -135.5 \text{ дБм/Гц}$

$\text{IP2}_h = +30 \text{ дБм} \rightarrow \text{IP2}_i = (+30 - 6) \text{ дБм} = +24 \text{ дБм}$

IP3 = + 7 дБм

Datasheet Release 02.02

DANL (spectral path) (10 kHz IF bandwidth, normalized to 1 Hz RBW, averaged over 1 s, Blackman window)	100 kHz	$\leq -44.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -151.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	1 MHz	$\leq -47.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -154.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	11 MHz	$\leq -47.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -154.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	19 MHz	$\leq -44.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -151.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	50 MHz (attenuator off)	$\leq -54.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -161.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	140 MHz (attenuator off)	$\leq -54.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -161.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	430 MHz (attenuator off)	$\leq -53.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -160.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	1.1 GHz (attenuator off)	$\leq -51.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -158.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	1.5 GHz (attenuator off)	$\leq -54.0 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -161.0 \text{ dBm (1 Hz)}$
	3.4 GHz (attenuator off)	$\leq -50.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -157.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	3.6 GHz	$\leq -46.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -153.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	5.5 GHz	$\leq -44.5 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -151.5 \text{ dBm (1 Hz)}$
	7.499 GHz	$\leq -40.0 \text{ dB}\mu\text{V (1 Hz)} / \leq -147.0 \text{ dBm (1 Hz)}$

Third-order intercept (TOI) (input)	at $\geq 300 \text{ kHz}$ test signal offset	
Test level -20 dBm	9 kHz to 30 MHz	$\geq 18 \text{ dBm, typ. } 22 \text{ dBm}$
Test level -35 dBm	20 MHz to 600 MHz (attenuator off)	$\geq -14 \text{ dBm, typ. } -11 \text{ dBm}$
Test level -35 dBm	600 MHz to 2.6 GHz (attenuator off)	$\geq -11.5 \text{ dBm, typ. } -7 \text{ dBm}$
Test level -35 dBm	2.6 GHz to 3.5 GHz (attenuator off)	$\geq -8 \text{ dBm, typ. } -5 \text{ dBm}$
Test level -10 dBm	20 MHz to 1.5 GHz (attenuator on)	$\geq 15 \text{ dBm, typ. } 20 \text{ dBm}$
Test level -10 dBm	1.5 GHz to 3.5 GHz (attenuator on)	$\geq 15 \text{ dBm, typ. } 20 \text{ dBm}$
Test level -30 dBm	3.5 GHz to 7.5 GHz	$\geq -6 \text{ dBm, typ. } -3 \text{ dBm}$
Second-order intercept (SOI) (input)	at $\geq 300 \text{ kHz}$ test signal offset	
	9 kHz to 30 MHz	typ. 60 dBm
	20 MHz to 1.5 GHz (attenuator off)	typ. 35 dBm
	1.5 GHz to 3.5 GHz (attenuator off)	typ. 40 dBm
	3.5 GHz to 6 GHz	typ. 30 dBm
	6 GHz to 7.5 GHz	typ. 6 dBm

DANL: = -158.5 дБм/Гц

IP2_i = +35 дБм

IP3 = -5 дБм

http://de.tek.com/sites/tek.com/files/media/media/resources/H500-SA2500-Spectrum-Anayzer-Datasheet-2_0.pdf

Spectral purity	
Displayed average noise level, preamp On	-153 dBm, 10 MHz to 2 GHz, 10 Hz RBW -152 dBm, 2 GHz to 4 GHz, 10 Hz RBW -151 dBm, 4 to 5 GHz, 10 Hz RBW -145 dBm, 5 to 6.2 GHz, 10 Hz RBW
Third order IMD	≤ -70 dBc for two tones at or below the reference level, preamp Off, all gain settings auto-coupled
Second harmonic	≤ -60 dBc for a single tone at or below the reference level, preamp Off, all gain settings auto-coupled
Input-related spurious	≤ -70 dBc except for Fin= 2.282 GHz ± 20 MHz The dBc reference for this specification is the total power of all signals at the input of the instrument regardless of the current span
Input-related spurious, exception frequencies, typical	≤ -55 dBc at Fin= 2.282 GHz ± 20 MHz The dBc reference for this specification is the total power of all signals at the input of the instrument regardless of the current span
Third order intercept	≥ +7 dBm 0 dB input attenuation, preamp Off

DANL: only stated with pre-amp on, so not taken into account

$$IP2_h = -60 \text{ dBc} @ -28 \text{ dBm}^* \sim +32 \text{ dBm} \rightarrow IP2_i = (+30 - 6) \text{ dBm} = +24 \text{ dBm}$$

$$IP3 = +7 \text{ dBm}$$

* No absolute reference level stated in the data sheet. But from information of “Third order intercept” and “Third order IMD” it was possible to re-calculate to reference level. This value was applied to calculate IP2



<http://www.tek.com/sites/tek.com/files/media/media/resources/RSA500A-Real-Time-Spectrum-Analyzer-Datasheet-37W603805.pdf>

Displayed average noise level (DANL)	(Normalized to 1 Hz RBW with log-average detector)			
Frequency range	Preamp on	Preamp on, typical	Preamp off	typical
500 kHz to 1 MHz	-138 dBm/Hz	-145 dBm/Hz	-130 dBm/Hz	
1 MHz to 25 MHz	-153 dBm/Hz	-158 dBm/Hz	-130 dBm/Hz	
>25 MHz to 1 GHz	-161 dBm/Hz	-164 dBm/Hz	-141 dBm/Hz	
>1 GHz to 2 GHz	-159 dBm/Hz	-162 dBm/Hz	-141 dBm/Hz	
>2 GHz to 3 GHz	-156 dBm/Hz	-159 dBm/Hz	-138 dBm/Hz	
>3 GHz to 4.2 GHz, RSA507A	-153 dBm/Hz	-156 dBm/Hz	-138 dBm/Hz	
>4.2 GHz to 6 GHz, RSA507A	-159 dBm/Hz	-162 dBm/Hz	-147 dBm/Hz	
>6 GHz to 7.5 GHz, RSA507A	-156 dBm/Hz	-158 dBm/Hz	-145 dBm/Hz	

Noise and distortion

3rd Order IM intercept (TOI) +12 dBm at 2.130 GHz

3rd Order IM intercept (TOI),

Preamp off, typical

+10 dBm (9 kHz to 25 MHz)

+15 dBm (25 MHz to 3 GHz)

+15 dBm (3 GHz to 4 GHz, RSA507A)

+10 dBm (4 GHz to 7.5 GHz, RSA507A)

DANL: $(-130 + 2.5 + 3) \text{ дБм/Гц} = -124.5 \text{ дБм/Гц}$

$IP2_h = +35 \text{ дБм} \rightarrow IP2_i = (+35 - 6) \text{ дБм} = +29 \text{ дБм}$

$IP3 = +15 \text{ дБм}$

Noise and distortion

2nd Harmonic distortion, typical

2nd Harmonic distortion

< -75 dBc (40 MHz to 1.5 GHz)

< -75 dBc (1.5 GHz to 3.75 GHz, RSA507A)

2nd Harmonic distortion,
Preamp on

< -60 dBc, 40 MHz to 13.5 GHz, input frequency

2nd Harmonic distortion intercept (SHI)

+35 dBm (40 MHz to 1.5 GHz, input frequency)

+35 dBm, 1.5 GHz to 3.75 GHz, input frequency

2nd Harmonic distortion intercept (SHI), Preamp on

+15 dBm, 40 MHz to 3.75 GHz, input frequency

German datasheet, release 03.01

Rauschmaß

9 kHz bis 32 MHz	Normal Mode	
	400 kHz ≤ f ≤ 30 MHz	≤ 15 dB, typ. 12 dB
	f > 30 MHz	≤ 18 dB, typ. 16 dB
20 MHz bis 3,6 GHz	Low Distortion Mode	typ. 20 dB
	Normal Mode	≤ 14 dB, typ. 10 dB
	Low Distortion Mode	typ. 20 dB
3,6 GHz bis 6 GHz	Normal Mode	≤ 20 dB, typ. 15 dB

Normal Mode:

DANL: (-174 +14) дБм/Гц = -160 дБм/Гц

IP_{2i} = +40 дБм

IP₃ = +5 дБм

Interceptpunkt 2. Ordnung (IP2)		
9 kHz bis 32 MHz	Low Distortion Mode	
	1 MHz ≤ f ≤ 32 MHz	≥ 70 dBm, typ. 80 dBm
	Normal Mode	≥ 55 dBm, typ. 70 dBm
20 MHz bis 6 GHz	Low Distortion Mode	typ. 50 dBm
	Normal Mode	typ. 40 dBm
Interceptpunkt 3. Ordnung (IP3)		
9 kHz bis 32 MHz	Low Distortion Mode (150 kHz Testsignalabstand bei -5 dBm)	
	1 MHz ≤ f ≤ 32 MHz	≥ 30 dBm, typ. 35 dBm
	9 kHz ≤ f < 1 MHz	typ. 30 dBm
	Normal Mode (150 kHz Testsignalabstand bei -15 dBm)	
	1 MHz ≤ f ≤ 32 MHz	≥ 20 dBm, typ. 28 dBm
	9 kHz ≤ f < 1 MHz	typ. 20 dBm
20 MHz bis 6 GHz	Low Distortion Mode (2 MHz Testsignalabstand bei -20 dBm)	
	20 MHz ≤ f ≤ 650 MHz	≥ 15 dBm, typ. 19 dBm
	650 MHz ≤ f ≤ 6 GHz	≥ 10 dBm, typ. 14 dBm
	Normal Mode (2 MHz Testsignalabstand bei -30 dBm)	
	20 MHz ≤ f ≤ 650 MHz	≥ 7 dBm, typ. 10 dBm
	650 MHz ≤ f ≤ 6 GHz	≥ 0 dBm, typ. 5 dBm

Low Distortion Mode:

DANL: (-174 +20 + 3) дБм/Гц = -151 дБм/Гц

IP_{2i} = +50 дБм

IP₃ = +14 дБм

<http://www.tek.com/sites/tek.com/files/media/media/resources/RSA6000-Spectrum-Analyzer-Datasheet-37W2805510.pdf>

Displayed average noise level, Preamp off ⁹			
General	Frequency	Specification	Typical
	9 kHz to 10 MHz	-99 dBm/Hz	-102 dBm/Hz
	>10 MHz to 100 MHz	-149 dBm/Hz	-151 dBm/Hz
	>100 MHz to 2.3 GHz	-151 dBm/Hz	-153 dBm/Hz
	>2.3 GHz to 4 GHz	-149 dBm/Hz	-151 dBm/Hz
	>4 GHz to 6.2 GHz	-145 dBm/Hz	-147 dBm/Hz

⁹ Measured using 1 kHz RBW, 100 kHz span, 100 averages, Best Noise mode, input terminated. Average of Logs detection.

DANL: $(-149 - 2.5) \text{ дБм/Гц} = -146.5 \text{ дБм/Гц}$

$IP2_h = +40 \text{ дБм} \rightarrow IP2_i = (+40 - 6) \text{ дБм} = +34 \text{ дБм}$

$IP3 = +13.5 \text{ дБм}$

3rd order intermodulation distortion, typical ^{5,6}			
RSA6106B, RSA6114B	Frequency	3 rd order intermodulation distortion, dBc	3 rd order intercept, dBm
	9 kHz to 100 MHz	-77	13.5
	100 MHz to 3 GHz	-80	15
	3 GHz to 6.2 GHz	-84	17
RSA6120B	6.2 GHz to 14 GHz	-84	17
	9 kHz to 100 MHz	-79	14.5
	100 MHz to 3 GHz	-90	20
	3 GHz to 6.2 GHz	-88	19
2 nd harmonic distortion	Frequency	2nd Harmonic Distortion, Typical	
	10 MHz to 3.1 GHz ⁷	< -80 dBc	
	>3.1 GHz to 7 GHz (RSA6114B) ⁷	< -80 dBc	
	>3.1 GHz to 10 GHz ⁸ (RSA6120B)	< -80 dBc	

- ⁵ Each Signal Level -25 dBm, Ref Level -20 dBm, Attenuator = 0 dB, 1 MHz tone separation.
- ⁶ 3rd order intercept point is calculated from 3rd order intermodulation performance.
- ⁷ -40 dBm at RF input, Attenuator = 0, Preamp Off, typical.
- ⁸ < -80 dBc, -25 dBm at RF input, Atten = 0, Preamp OFF, Maximize Dynamic Range "RF & IF Optimization" mode.

