

Техническая информация

Департамент радиомониторинга
и специальных технических средств

Широкополосный мониторинговый приемник от 9 кГц до 26,5 ГГц

R&S®ESMD



Редакция от 18.11.2011

1. Применение

Широкополосный мониторинговый приемник R&S®ESMD предназначен для выполнения всевозможных задач поиска сигналов, радиообнаружения, радиомониторинга и радиоразведки согласно рекомендациям Международного союза электросвязи (МСЭ). Отлично подходит как для стационарных, так и для мобильных операций благодаря возможности работы от переменного и постоянного напряжения. Имеет широкую полосу анализа реального времени, что значительно расширяет область применения приемника.

R&S®ESMD выделяется из ряда мониторингового оборудования благодаря широкому диапазону частот, превосходным характеристикам приемного тракта, полосой анализа реального времени до 80 МГц и широкому набору функций. Благодаря опциональному дополнению R&S®ESMD может выполнять функцию пеленгатора сигналов с характеристиками, превышающими аналогичное оборудование в своем классе.

Алгоритм анализа сигналов построен на базе мощных процессоров и матрицы логических элементов с эксплуатационным программированием (FPGA). На плате прибора расположено дополнительно три незадействованных слота для подключения дополнительных аппаратных модулей под возможные будущие задачи. Прибор имеет функцию удаленного управления с возможностью передачи измерительной информации через LAN.



Рис. 1-1. R&S® ESMD, вид сзади.

Ключевые особенности

- Диапазон рабочих частот от 9 кГц до 26,5 ГГц
- Высококачественный преселектор для приема сигналов даже в условиях плотной загрузки спектра
- Полоса анализа реального времени до 80 МГц
- 4 дополнительных цифровых приемника в полосе анализа реального времени
- Скорость сканирования радиочастотного спектра до 300 ГГц/с
- Полихромное отображение спектра ПЧ для контроля импульсных сигналов
- Видео спектр для отображения демодулированных сигналов
- Режим временной диаграммы
- Два независимых тракта анализа для демодуляции/измерений и обзора радиочастот
- Широкополосная демодуляция для точного измерения уровня даже очень коротких импульсов
- Приемник и радиопеленгатор в одном корпусе

1.1. Широкий набор возможностей

Благодаря широкому набору возможностей R&S®ESMD даже в базовой конфигурации превосходит характеристики обычного измерительного приемника. Благодаря опциональным возможностям R&S®ESMD представляет собой интегрированную компактную систему для радиомониторинга, радиоизмерений и радиолокации, способную решить практически любую задачу.

Панорамное сканирование для быстрого обзора спектра с высоким разрешением

Функция панорамного сканирования позволяет осуществлять необычайно быстрый мониторинг сигналов со скоростью до 100 МГц/с (в полосе анализа реального времени 20 МГц) даже с очень высоким разрешением. Опциональное увеличение полосы анализа до 80 МГц обеспечивает скорость сканирования до 300 ГГц/с. В результате чего прибор имеет очень высокую вероятность перехвата даже для коротких импульсов.

Надежное определение и анализ широкополосных сигналов

Благодаря необычайно широкой полосе анализа реального времени до 80 МГц даже в режиме измерения на фиксированной частоте (FFM) прибор гарантирует высокую вероятность перехвата таких коротких импульсов как выбросы, радарные импульсы, сигналы с ППРЧ.

Мониторинг и анализ всех типов помеховых сигналов

Благодаря панорамному сканированию R&S®ESMD может быстро обнаружить помехи, частота которых не известна. После чего интересующий сигнал может быть подвергнут более детальному анализу в режиме FFM. Многофункциональная панорама радиосигналов и обширные настройки параметров позволяют осуществлять углубленный анализ сигналов.

Полоса демодуляции до 20 МГц

Благодаря широкой полосе демодуляции R&S®ESMD позволяет проводить одновременный контроль широкополосных сигналов, как например, одновременно всю полосу частот служб контроля движением или полосу аналогового ТВ вещания. ТВ картинка и звук помогут в определении передатчика. Получаемая информация доступна как в цифровом, так и аналоговом формате.

Анализ сигналов с классификацией, демодуляцией и декодированием

R&S®ESMD способен проводить демодуляцию аналоговых сигналов. Для анализа цифровых сигналов разработано специальное программное обеспечение анализа R&S®GX430. ПО R&S®GX430 устанавливается на компьютер и обрабатывает цифровой поток данных с приемника через LAN интерфейс. В результате мы получаем компактное и очень мощное приложение для анализа сигналов.

Высокоточное пеленгование

Благодаря опции пеленгования R&S®ESMD способен осуществлять пеленгацию сигналов в диапазоне частот от 300 кГц до 6 ГГц. Азимут вычисляется благодаря БПФ в выбранной полосе обзора.

Хранение и воспроизведение данных с внутренних и внешних носителей

R&S®ESMD дает возможность записи и воспроизведения цифровых потоков данных I/Q, ПЧ и РЧ спектра как на собственный носитель, так и на удаленный компьютер.

1.2. Всесторонний анализ спектра с функцией ПЧ и видео панорамы

Панорама ПЧ с полосой анализа реального времени от 1 кГц до 80 МГц

Для углубленного анализа частотного спектра приемник оборудован функцией панорамы ПЧ (панорама БПФ). Текущая контролируемая частота расположена по центру экрана, полоса

анализа выбирается пользователем от 1 кГц до 80 МГц для наилучшей адаптации к измерительной задаче. Доступны режимы «Усреднения», «Накопления максимума» и «Накопление минимума».

При отображении спектра доступны два режима работы: «Автоматический», с фиксированной длиной БПФ, и «Ручной», где частотное разрешение отображаемого спектра может выбираться из 35 значений. Преимуществом данного режима является то, что частотное разрешение адаптировано к ширине канала исследуемой радиослужбы. В результате, каждая точка спектра всегда настроена на центр соответствующего канала.

Крутизна фильтра может быть выбрана между значениями «Авто», «Нормально», «Прямо», «Резко» для лучшего разделения соседних каналов.

Полихромный дисплей для обнаружения и анализа коротких импульсов

В режиме гистограммы с послесвечением спектр ПЧ отображается посредством большого количества цветов (полихромный спектр). Продолжительность сигнала в спектре определяется соответствующим цветом. Сигналы с короткой длительностью отображаются синим цветом, в то время как продолжительные сигналы – красным. Таким образом, перекрытие коротких и продолжительных сигналов в спектре. В то время как в традиционных режимах как накопления максимума и усреднения это невозможно. Другой режим отображения временной диаграммы с полихромным спектром позволяет измерять длительности импульсов.

Видео панорама

При использовании видео панорамы отображается спектр демодулированных сигналов. Данный режим применяется, например, для отображения поднесущих сигналов с ФМ (контрольные сигналы, несущие RDS). Режимы AM^2 , FM^2 и I/Q^2 применимы для измерения таких параметров сигнала, как скорость передачи и частота следования (для сигналов DSSS) для цифровых методов.

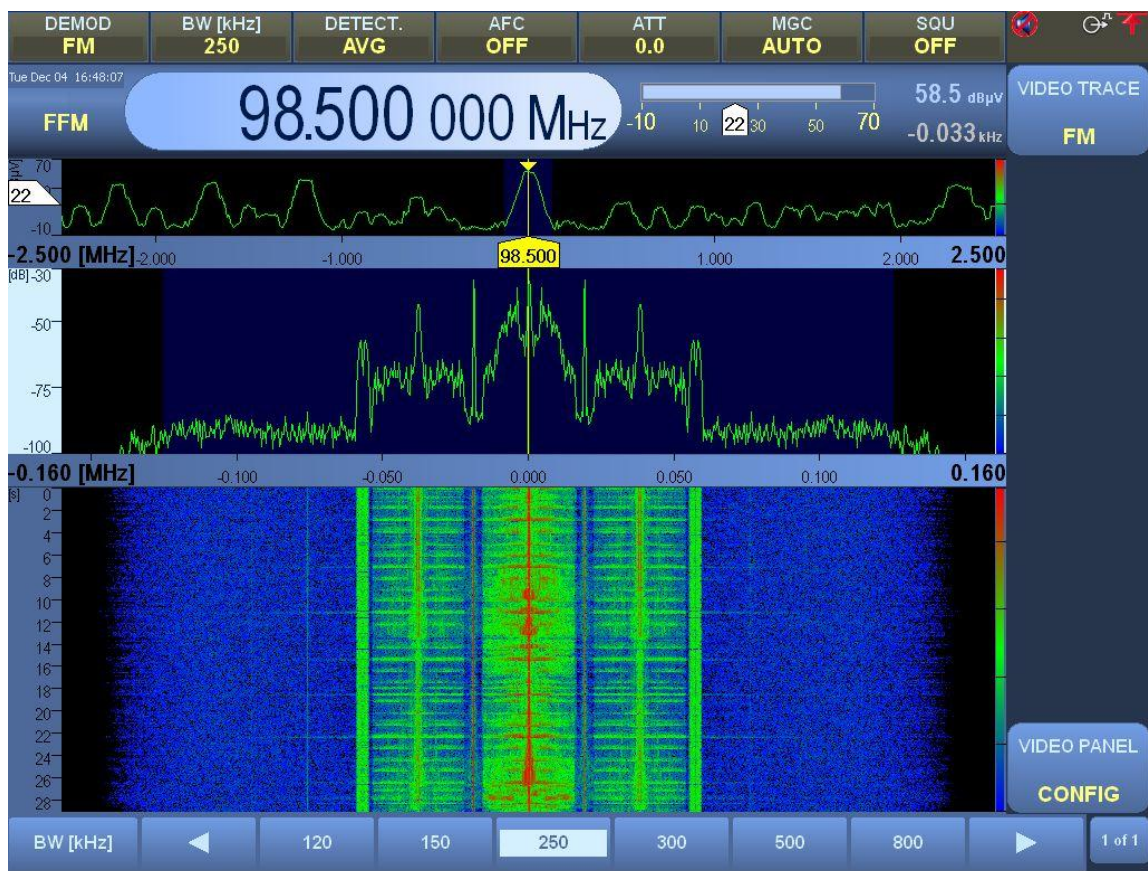


Рис. 1-2. Режим отображения видеопанорамы и временная диаграмма

1.3. Режимы сканирования

Быстрое сканирование в заданном диапазоне частот (панорамное сканирование)

Панорамное сканирование (PSCAN) позволяет R&S®ESMD выполнять сверхбыстрое сканирование выбранного пользователем диапазона частот, что дает быстрый обзор занятости спектра. Любые изменения в спектре, связанные с работой нелегальных передатчиков, помехами, и иные излучения немедленно отображаются на экране. Для быстрой настройки приемника на интересующий сигнал для демодуляции и анализа используется маркер.

Отличительной особенностью панорамного сканирования является высокая скорость сканирования даже с очень высоким разрешением, что позволяет достичь высокой чувствительности. Скорость сканирования R&S®ESMD составляет до 20 ГГц/с (с полосой анализа 20 МГц) и до 43 ГГц/с (с опциональной полосой 80 МГц) разрешением 100 кГц. Разрешение выбирается оператором из 24 различных значений.

В дифференциальном режиме во время панорамного сканирования спектр представлен в виде некоторой относительной кривой, все отклонения от которой отображаются на экране. В этом режиме хорошо заметны все изменения в спектре, в то время как постоянные сигналы подавляются.

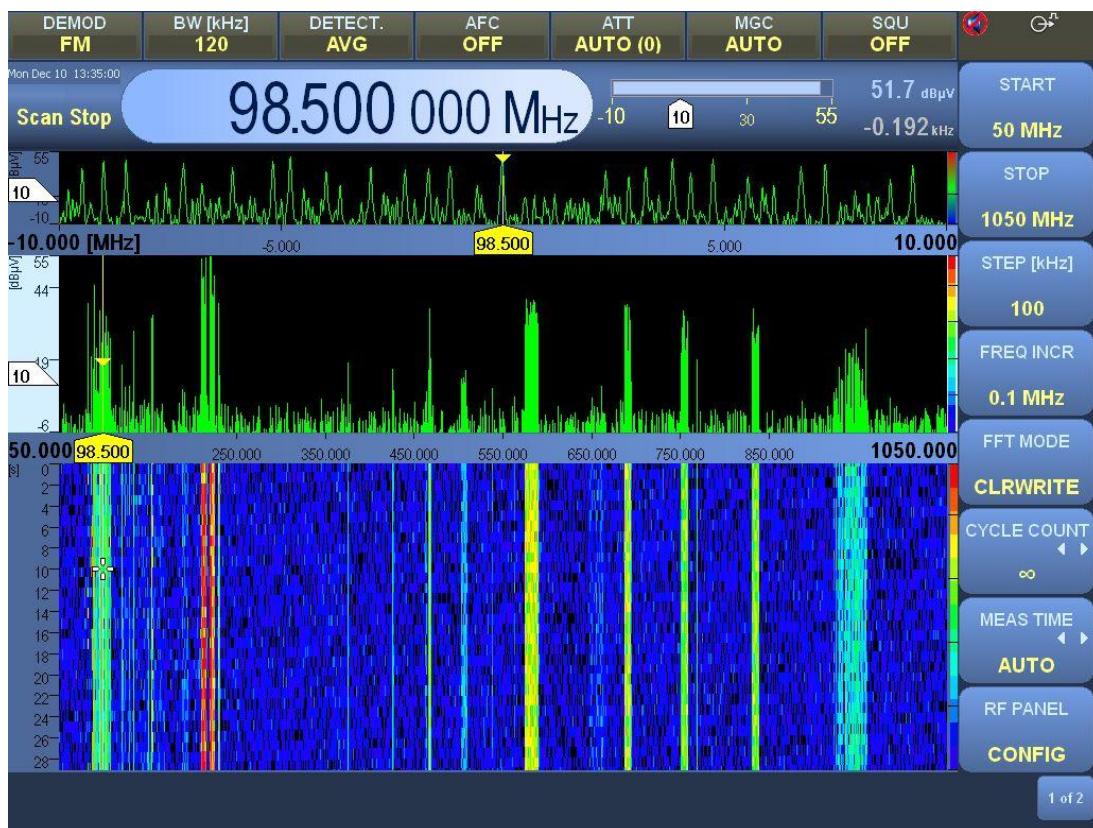


Рис. 1-3. Функция панорамного сканирования

Сканирование диапазона частот с фиксированной величиной шага (частотное сканирование)

Функция частотного сканирования (FSCAN) позволяет просканировать выбранный диапазон частот с равноотстоящими шагами, выбираемыми оператором. Каждый интервал (канал) сканируется на предмет занятости.

Функция FSCAN разработана специально для мониторинга радиослужб, использующих фиксированную ширину каналов.

Сканирование сохраненных частот (по памяти)

R&S®ESMD имеет 10 000 ячеек памяти (каналов). Для каждого канала может быть установлен свой набор параметров: частота, полоса демодуляции, режим демодуляции, тип детектора уровня и пр.

В режиме сканирования по памяти (MSCAN) последовательно сканируется каждый на предмет занятости. Данный режим полезен для сканирования индивидуальных частот, не имеющих равного расстояния между каналами для сканирования частотными блоками.

Функция подавления частот доступна в режимах FSCAN и MSCAN.

1.4. Выдающиеся характеристики приемного тракта

R&S®ESMD соответствует рекомендациям Международно союза электросвязи (МСЭ) в части мониторинговых приемников и пеленгаторов сигналов, удовлетворяя значениям рекомендованных параметров и превосходя их (например, в части фазовых шумов и динамического диапазона).

Высокая линейность даже в условиях сильной загруженности спектра

R&S®ESMD разрабатывался для работы в условиях, где важно значение каждого параметра. Так например, приемник способен обрабатывать большое количество мощных сигналов в полосе приема без возникновения побочных помеховых сигналов (интермодуляции и гармоники).

Выдающиеся характеристики при измерениях согласно рекомендациям МСЭ

С опцией R&S®ESMD-IM приемник может выполнять измерения дополнительного набора параметров:

- Частоты и девиации частоты согласно ITU-R MS.377
- Модуляции согласно ITU-R MS.328
- Занятости спектра согласно ITU-R MS.182/SM.328 (с использованием внешнего ПО R&S®ARGUS-IT)
- Ширины полосы согласно ITU-R MS.443
- Анализ цифровых параметров сигналов согласно ITU-R MS.1600 (с использованием внешнего ПО анализа R&S®GX430)

Режим измерения напряженности поля согласно ITU-R MS.378 доступен в базовой комплектации прибора.

Все измерения производятся автоматически и одновременно, что позволяет рационально использовать время, персонал и оборудование.

Использование встроенного декодера радиослужб (RDS) позволяет демодулировать, декодировать сигнал RDS. Информация о названии станции, коде и текстовые сообщения отображаются на экране.

Преселекция сигналов

Благодаря выдающимся характеристикам тракта преселекции удается минимизировать суммарный сигнал на входе приемника. Другими словами, тракт преселекции проходят только те сигналы, которые попали в текущую полосу пропускания фильтра. Сигналы вне полосы пропускания фильтра подавляются.

Преселекция до 1500 МГц происходит с использованием следящего полосового фильтра, до 3,6 ГГц применяются субоктавные фильтры. В СВЧ диапазоне до 26,5 ГГц так же используются следящие фильтры. От 9 кГц до 32 МГц используется комбинация фильтров нижних и верхних частот.

Раздельные тракты приема для различных диапазонов частот

В базовой версии рабочий диапазон R&S®ESMD составляет от 20 МГц до 3,6 ГГц. С использованием дополнительных приемников диапазон частот может быть расширен вниз

(от 9 кГц до 32 МГц) и вверх (от 3,6 до 26,5 ГГц). Разделение тракта на несколько приемников позволяет оптимизировать приемные характеристики каждого. Это является главным преимуществом R&S®ESMD перед многополосными приемниками, используемыми в анализаторах спектра. Данная особенность позволяет проводить измерения с конкретной антенной, не смотря на присутствие мощного помехового электромагнитного поля.

1.5. Анализ сигналов в режиме реального времени

Полоса анализа реального времени 80 МГц

R&S®ESMD дает возможность анализа широкополосных сигналов и электромагнитной обстановки в полосе реального времени до 20 МГц (опционально до 80 МГц). I/Q данные так же доступны для передачи через соответствующие интерфейсы.

34 фильтра ПЧ с полосой демодуляции от 100 Гц до 20 МГц

Для обеспечения оптимального соотношения сигнал/шум приемник имеет 34 фильтра ПЧ с возможностью демодуляции сигналов в любой полосе (для SSB и CW максимум 9 кГц).

Расчет спектра БПФ

R&S®ESMD делает БПФ для всего спектра в режиме реального времени. Результатом чего является необычайно высокое разрешение и высокая чувствительность при сохранении высокой скорости сканирования (режим панорамного сканирования) или минимального времени расчёта (режим панорамы ПЧ).

Так как обе панорамные функции обрабатываются независимо друг от друга (с использованием индивидуальных настроек), переключение между режимами осуществляется простым нажатием клавиши (или посылкой команды). Данная функция особенно актуальна для задач радиомониторинга и не может быть осуществлена с помощью измерительного оборудования (как например анализаторы спектра).

Режим измерения спектра ПЧ имеет функцию наложения спектра (перекрытие 50 % при измерении в полосе анализа реального времени, равной половине от максимальной). Данная функция дает 100 % вероятность обнаружения даже очень коротких сигналов.

Отображение спектра и временной диаграммы

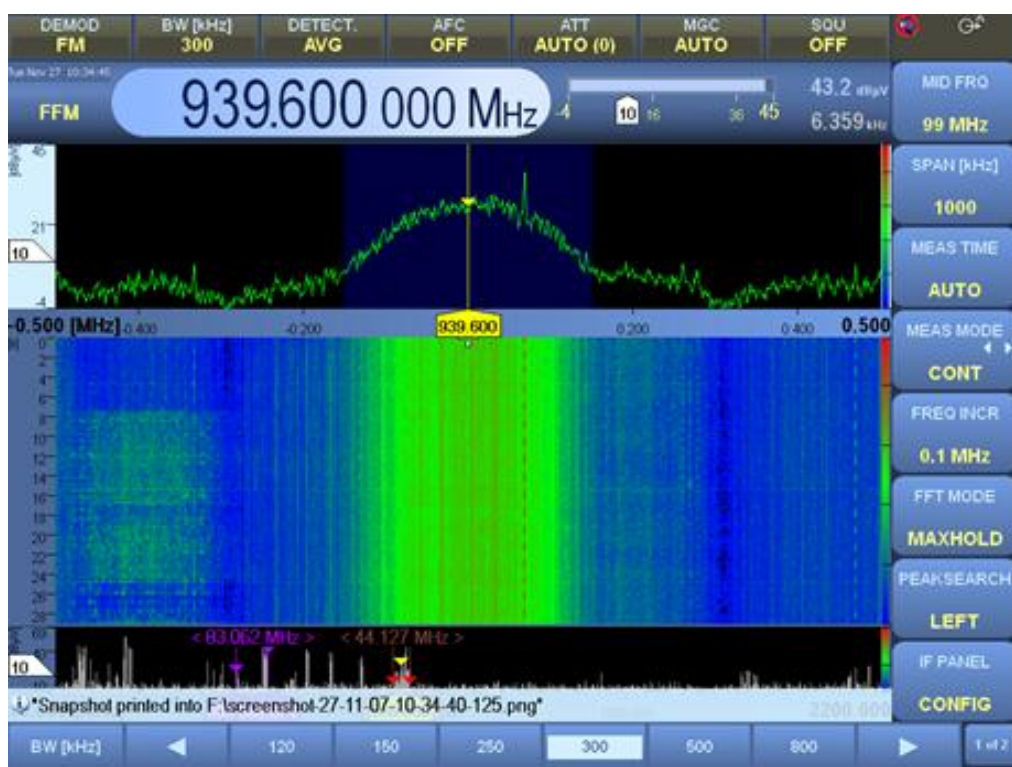


Рис. 1-4. Режим отображения спектра ПЧ и временной диаграммы

Приемник оснащен функцией отображения измерительной информации в режиме «водопада». Данная функция особенно полезна для контроля непостоянных сигналов (например радиостанций РТТ), после исчезновения сигнала из спектра ПЧ, он виден на временной диаграмме в виде линии или точки.

Аналоговая демодуляция сигналов

Приемник позволяет осуществлять демодуляцию аналого модулированных сигналов. Благодаря широкой полосе демодуляции даже широкополосные сигналы могут быть обработаны, как например сигналы аналогового телевидения или одновременное наблюдение всех несущих в спектре частот службы управления воздушным движением. Демодулированный сигнал (аудио, видео) доступен в аналоговом и цифровом форматах (через LAN).

Раздельные тракты демодуляции/измерения и отображения

R&S®ESMD имеет два независимых тракта обработки сигналов. Полоса обзора спектра ПЧ и параметры измерительной части (фильтры ПЧ, режим демодуляции, измерение уровня и др.) устанавливаются независимо друг от друга. Таким образом, пользователь имеет в своем распоряжении широкий дисплей отображения спектра ПЧ и одновременно оптимальным образом выбрать полосу демодуляции.

В R&S®ESMD отличие от большинства типовых устройств, как например анализаторов спектра, измерение уровня производится не в спектре ПЧ, а в тракте измерения/демодуляции, что обеспечивает высокую точность измерений даже для коротких импульсов.

Цифровые приемники

Опция R&S®ESMD-DDC оснащает приемник четырьмя дополнительными цифровыми приемниками с широкой полосой демодуляции. Цифровые приемники работают параллельно друг другу в выбранной полосе анализа с независимой установкой параметров. Каждый из них позволяет задавать как любой из режимов демодуляции AM, FM, PULSE, I/Q, LSB, USB и CW, так и любую полосу пропускания фильтров ПЧ от 100 Гц до 1 МГц (100 Гц – 9 кГц для LSB, USB, CW), режим автоматического усиления уровня и порог шумоподавления. Более того, каждый цифровой приемник имеет полосу I/Q, измеряет уровень сигнала и возможность слухового контроля.

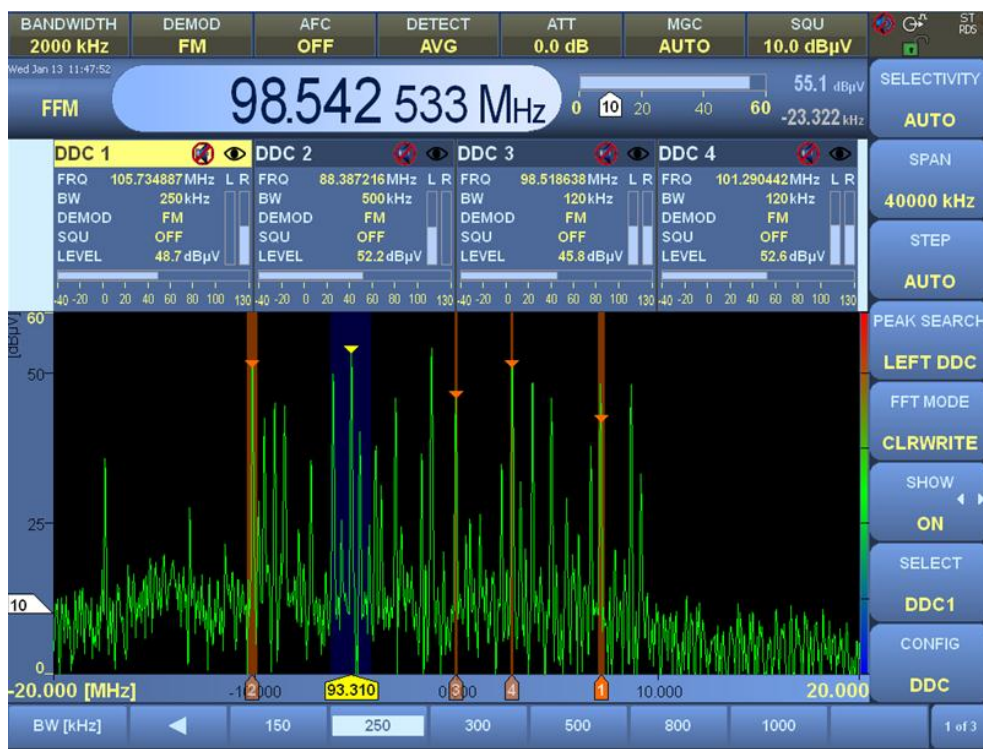


Рис. 1-5. Опция цифровых приемников R&S®ESMD-DDC

Измерения в режиме реального времени

В R&S®ESMD измерения в режиме реального времени производятся посредством специально разработанной для этих целей операционной системой. ОС Windows XP используется только для ввода/вывода измерительной информации и управления. Специальные возможности режима реального времени включают независимую обработку сигналов и вывод данных в режиме реального времени.

1.6. Высокоточное пеленгование сигналов

Пеленгация сигналов с полосой анализа реального времени до 20 МГц

При работе в качестве пеленгатора сигналов R&S®ESMD вычисляет пеленги всех сигналов в широком диапазоне частот до 20 МГц благодаря быстрой обработке сигналов. Пеленги вычисляются и отображаются одновременно для каждого сигнала. Широкополосное пеленгование дает следующие преимущества:

- Одновременное наблюдение и пеленгование всех каналов диапазонов частот авионавигации, морской навигации, каналов вещания в FM диапазоне
- Пеленгация широкополосных сигналов, таких как DAB, DVB-T с высоким разрешением. Пеленг вычисляется как среднее значение из многих измерений, что компенсирует колебание пеленга при его частотной зависимости
- Пеленгация приемопередатчиков с быстрой перестройкой частоты при скорости перестройки до 100 скачков/с

Быстрое и достоверное пеленгование

В СВЧ/УВЧ диапазонах частот R&S®ESMD при пеленгации сигналов работает по принципу корреляционного интерферометра. В сравнении с амплитудными методами данный метод позволяет достичь значительных преимуществ в точности пеленгования (согласно рекомендациям МСЭ ITU SMH 2002).

Высокая точность пеленгования основывается на точном определении сдвига фаз между элементами антенной системы. Измерение фазового сдвига между двумя обычно требует двух когерентных трактов. По этим причинам большинство интерферометров используют два приемника. В R&S®ESMD измерения строятся на запатентованном методе, в котором оба приемных тракта объединены в пеленгаторной антенне. Благодаря такому решению нет необходимости в дополнительном приемнике, что позволяет избежать ошибок рассогласования.

В НЧ диапазоне пеленгатор работает по принципу Ватсона-Ватта. Отличительной особенностью является компактность и мобильность применяемых антенных систем, благодаря чему R&S®ESMD отлично подходит для мобильного применения.

Пеленгование в диапазоне до 6 ГГц

Благодаря опции расширения диапазона рабочих частот R&S®ESMD-SHF и пеленгаторной антенне R&S®ADD075 приемник применяется для высокоточного пеленгования в диапазоне частот до 6 ГГц. Благодаря чему возможен компактный высокоточный пеленгатор сигналов WLAN, WiMAX, сетей передачи данных.

Характеристики приемника R&S®ESMD при работе в режиме пеленгатора сигналов полностью соответствует параметрам цифрового пеленгатора сигналов R&S®DDF255.

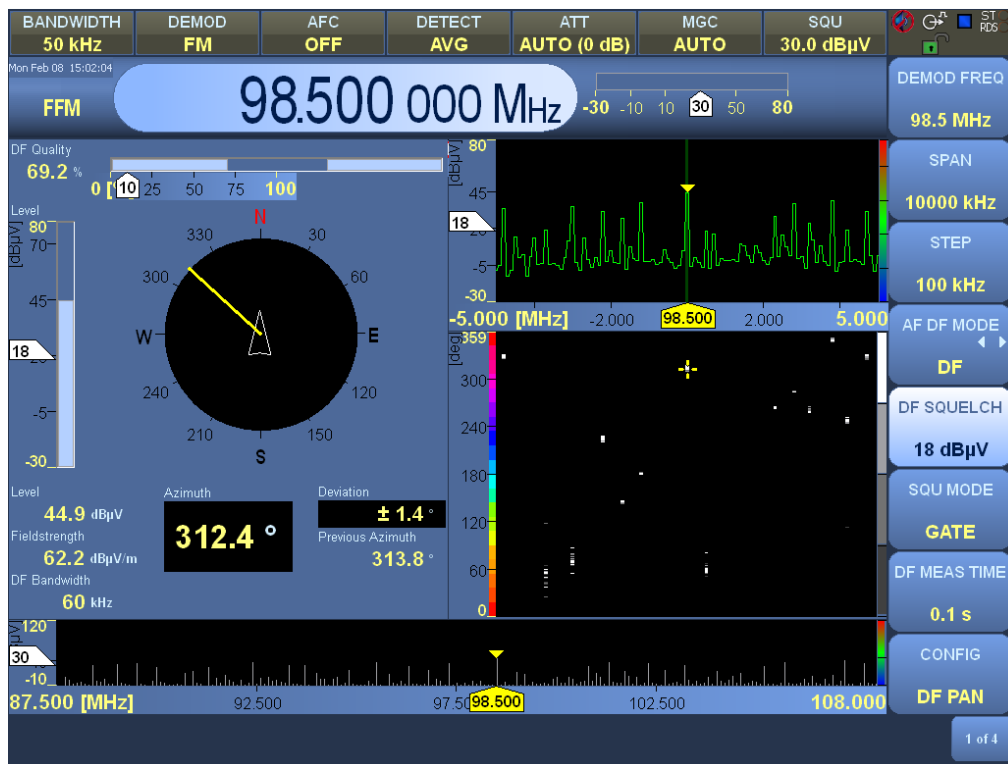


Рис. 1-6. Экран R&S®ESMD при работе в режиме пеленгатора сигналов

1.7. Удобство и простота работы

Управление работой прибора как с передней панели, так и удаленно

Концепция управления R&S®ESMD построена с учетом современных требований к мониторинговому оборудованию. Приемник доступен в двух вариантах исполнения:

- Модель .02: Базовый блок, передняя панель без дисплея и элементов управления; исключительно для удаленной работы
- Модель .03: Оборудована дисплеем и органами управления; предназначена для ручной и дистанционной работы

Программное обеспечение для удаленной работы входит в комплект поставки и позволяет управлять всеми функциями приемника через интерфейс LAN.

Прямой доступ к ключевым функциям с передней панели

Кнопки управления наиболее значимыми функциями модели .03 расположены на передней панели прибора (полоса пропускания, режим демодуляции, тип детектора и др.). Структура меню построена таким образом, чтобы упростить процесс адаптации работы прибора при изменении измерительной задачи.

Экран 8,4" (1024×768)

Результаты измерений, спектрограмма и временная диаграмма отображаются непосредственно на цветном дисплее, настройки отображения которого могут изменяться по усмотрению оператора.



Рис. 1-7. R&S®ESMD модель .02

1.8. Удобство и простота интеграции

Внутреннее и внешнее хранилище данных для сохранения и воспроизведения

Приемник оборудован встроенными 2 Гигабайтами встроенной памяти для хранения и воспроизведения измерительной информации. Так же, данные измерительной информации в цифровом формате могут передаваться через LAN в реальном времени на внешнее записывающее устройство. Благодаря чему время записи ограничивается только емкостью внешнего диска записи.

Два порта Gbit Ethernet (10/100/1000BaseT)

Для обеспечения возможности удаленного управления и надежной передачи данных на высокой скорости приемник оборудован двумя портами передачи данных. Протокол управления имеет стандартные коды команд (SCPI).

Цифровой и аналоговый вывод данных

R&S®ESMD оборудован различными интерфейсами для вывода цифровой и аналоговой информации, что дает оператору возможность дополнительной постобработки полученных данных.

Цифровой выход:

- Комплексные данные (I/Q) в полосе до 15 МГц
- Видео данные (демодулированный сигнал) в полосе до 15 МГц
- Аудио в полосе до 12,5 кГц
- Данные спектра панорамного сканирования, спектра ПЧ и видео панорамы
- Результаты измерений

Аналоговый выход:

- Видео выход АМ/ФМ
- Аудио в полосе до 12,5 кГц
- Выход ПЧ

Коммутируемые антенные входы

R&S®ESMD оборудован пятью антенными входами для различных диапазонов рабочих частот. Коммутация входов происходит автоматически или вручную командой оператора.



Рис. 1-8. R&S®ESMD панель подключения

1.9. Инвестиции, рассчитанные на будущее

Возможность будущих модернизаций

Инженерами компании заложены возможности модернизации и дооснащения R&S®ESMD. Плата прибора имеет три свободных слота и достаточно производственных мощностей для возможных будущих задач обработки и анализа сигналов. Открытые коды команд управления и совместимость с другими приемными устройствами производства R&S обеспечивают простоту интеграции приемника в существующие и разрабатываемые системы.

Встроенное тестовое оборудование

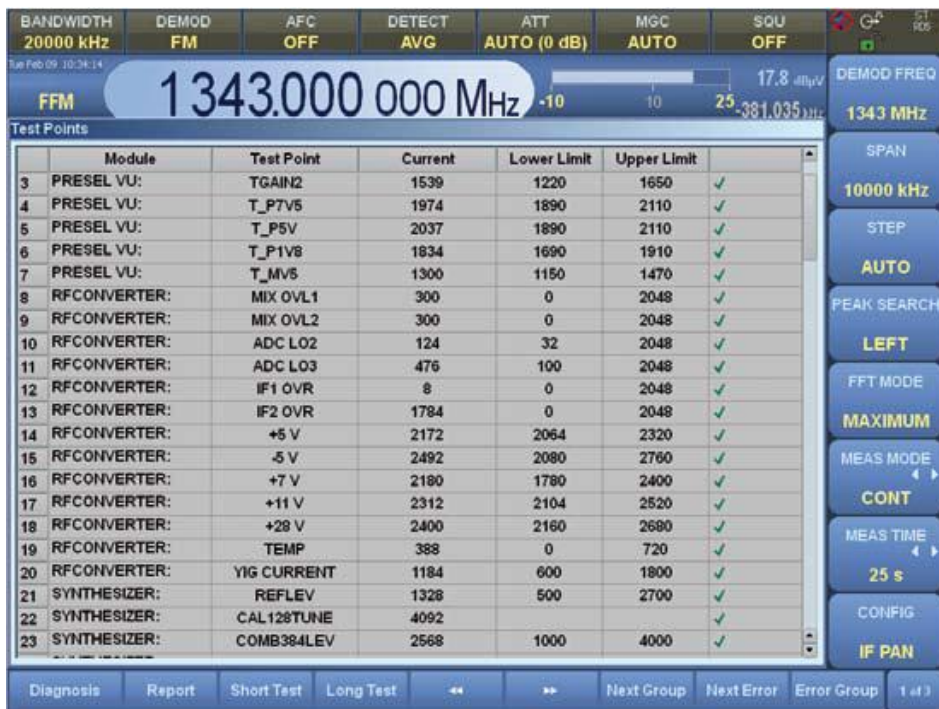


Рис. 1-7. 112 тестовых точек для непрерывного мониторинга работы блоков

Встроенное тестовое оборудование непрерывно контролирует набор тестовых точек приемника, благодаря чему возможно проведение динамический контроля каналов обработки. При возникновении любых отклонений от номинальных значений выводится информация об ошибке, и поврежденный модуль может быть безошибочно определен. После замены неисправного модуля калибровки прибора не требуется, тем самым обеспечивается минимальное время ввода в строй после поломки.

1.10. Простота и удобство работы

Работа в сложных мониторинговых стационарных и мобильных системах

Даже в базовой версии R&S®ESMD обладает широким набором возможностей. Для решения конкретных задач приемник имеет набор опциональных дополнений. Благодаря одной из них прибор может выполнять функции пеленгатора сигналов, превращая R&S®ESMD в компактную и мощную систему радиомониторинга и пеленгования сигналов. Для работы в составе мобильных систем прибор имеет возможность работы от автомобильной сети постоянного тока.

Для более детальной обработки и анализа получаемой измерительной информации возможно применение внешнего ПО R&S®ARGUS. ПО R&S®RAMON предназначено для решения задач анализа сигналов в интересах спец. служб.

Обнаружения и анализ помеховых сигналов

В современном мире в условиях постоянного увеличения радиопередающих устройств и увеличения уровня промышленных шумов задача обнаружения и анализа помеховых радиосигналов становится все более актуальной. В связи с этим повышаются требования к радиоизмерительным устройствам для обеспечения надёжного и быстрого мониторинга радиоэфира, особенно в критичных областях, как авиация.

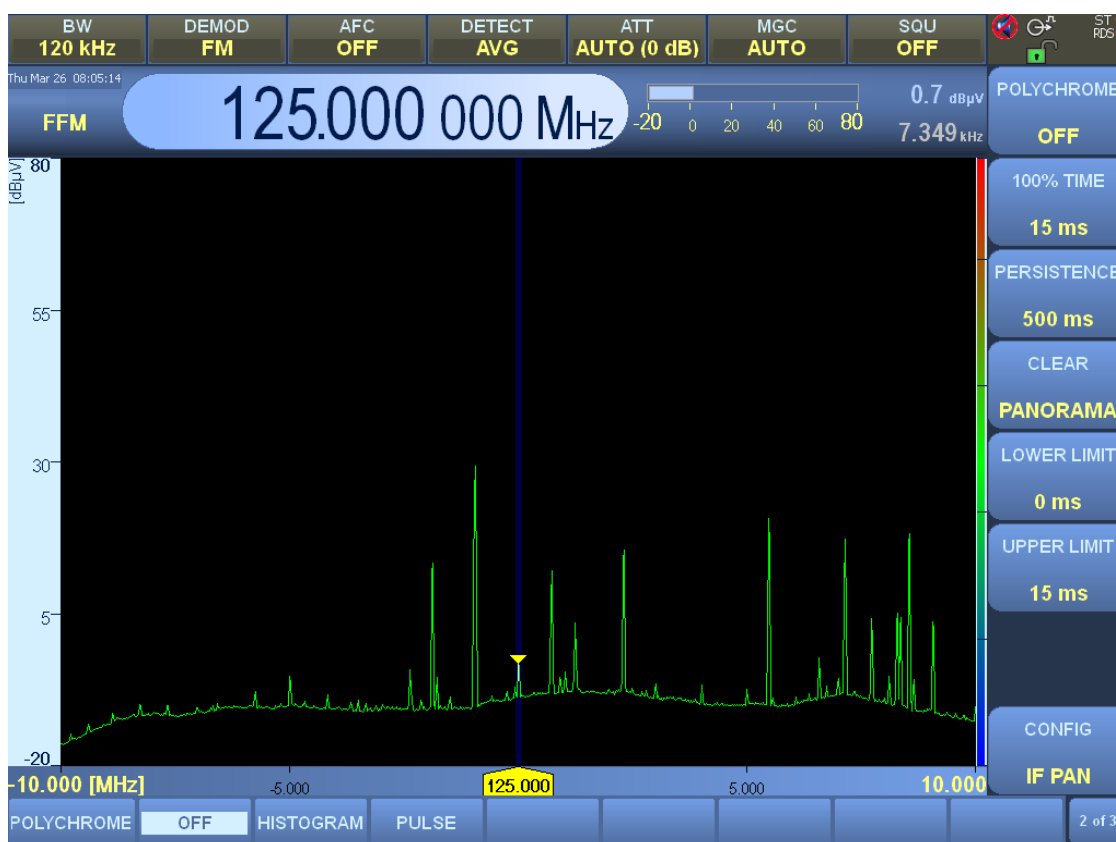


Рис. 1-8. Обычный режим отображения (отсутствие помех)

Благодаря компактному дизайну и широкому набору специальных функций R&S®ESMD является наиболее подходящим устройством для задач радиомониторинга всех типов радиосигналов, для чего приемник оснащён специальными функциями, как изменяемое

время проведения измерения и тип вывода измерительной информации: непрерывный (усредненный) и периодический (максимальное значение после измерения). Данные функции наиболее эффективны в режиме панорамного сканирования, в котором даже сложные для мониторинга аperiodические и частотно зависимые сигналы могут быть легко обнаружены.

Режим измерения на фиксированной частоте FFM, отображая спектр ПЧ, позволяет проводить глубокий анализ помеховых сигналов или нарушений в работе частотных служб. Для надежного обнаружения импульсных помеховых сигналов R&S®ESMD оснащен полихромным цветным дисплеем. Благодаря цветовому кодированию полихромный режим позволяет обнаруживать скрытые в основном спектре импульсные помеховые сигналы.

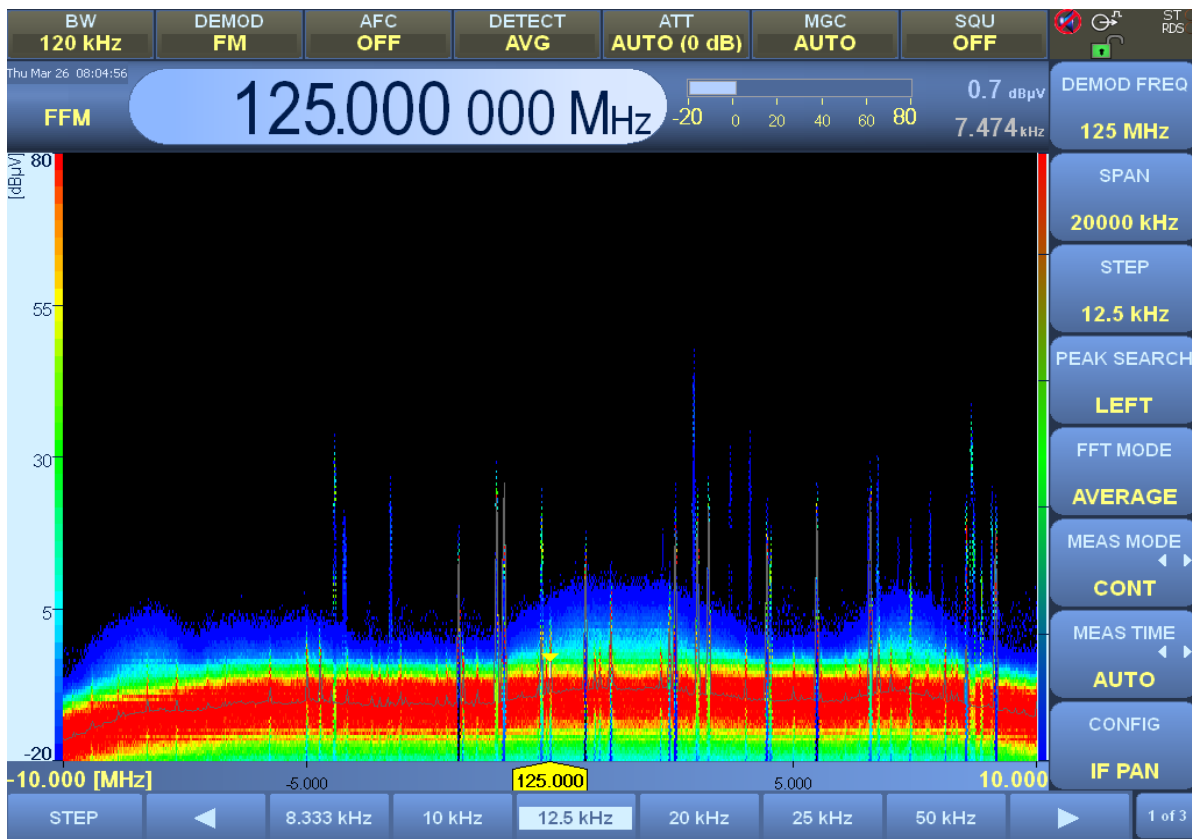


Рис. 1-9. Полихромный режим

Обнаружение частотно зависимых сигналов

Широкая полоса анализа реального времени и высокая скорость сканирования позволяют осуществлять надежный мониторинг сигналов с быстро меняющейся несущей частотой. Даже сигналы самых современных передатчиков с очень высокими скоростями перестройки легко обнаруживаются. Функция накопления максимума MAXHOLD в режиме панорамного сканирования позволяет быстро оценить занимаемый передатчиком диапазон частот.

В случае, если частоты перестройки передатчика меньше полосы анализа реального времени, все сигналы могут в режиме реального времени передаваться через LAN в цифровом формате данных. Данная информация может быть обработана в режиме реального времени или записана для постобработки при помощи внешнего программного обеспечения, например R&S®AMLAB.

Обнаружение короткоимпульсных сигналов, радарных излучений

Благодаря необычайно широкой (опционально до 80 МГц) полосе анализа реального времени, функциям полихромного отображения спектра и наложения БПФ даже очень короткие импульсы как радарное излучение, могут быть обнаружены и проанализированы. При работе с подобными сигналами становятся очевидны преимущества функции

наложения спектра, которая в отличие от последовательной БПФ позволяет гарантировать 100 % вероятность обнаружения импульсного сигнала.

Для отображения принимаемых сигналов используется режим накопления максимума. Однако если в спектре помимо импульсных присутствуют непрерывные сигналы, данный режим становится неэффективным, так как не позволяет отследить динамику помехи. Только благодаря цветовому кодированию в полихромном режиме отображения спектра возможно отследить все составляющие радиочастотного спектра, как непрерывные, так и кратковременные.

В режиме спектра ПЧ доступен режим импульсных измерений, позволяющий измерять параметры импульсных сигналов. Для точного определения уровня импульсных сигналов приемник оснащен широкой полосой демодуляции/анализа (20 МГц).

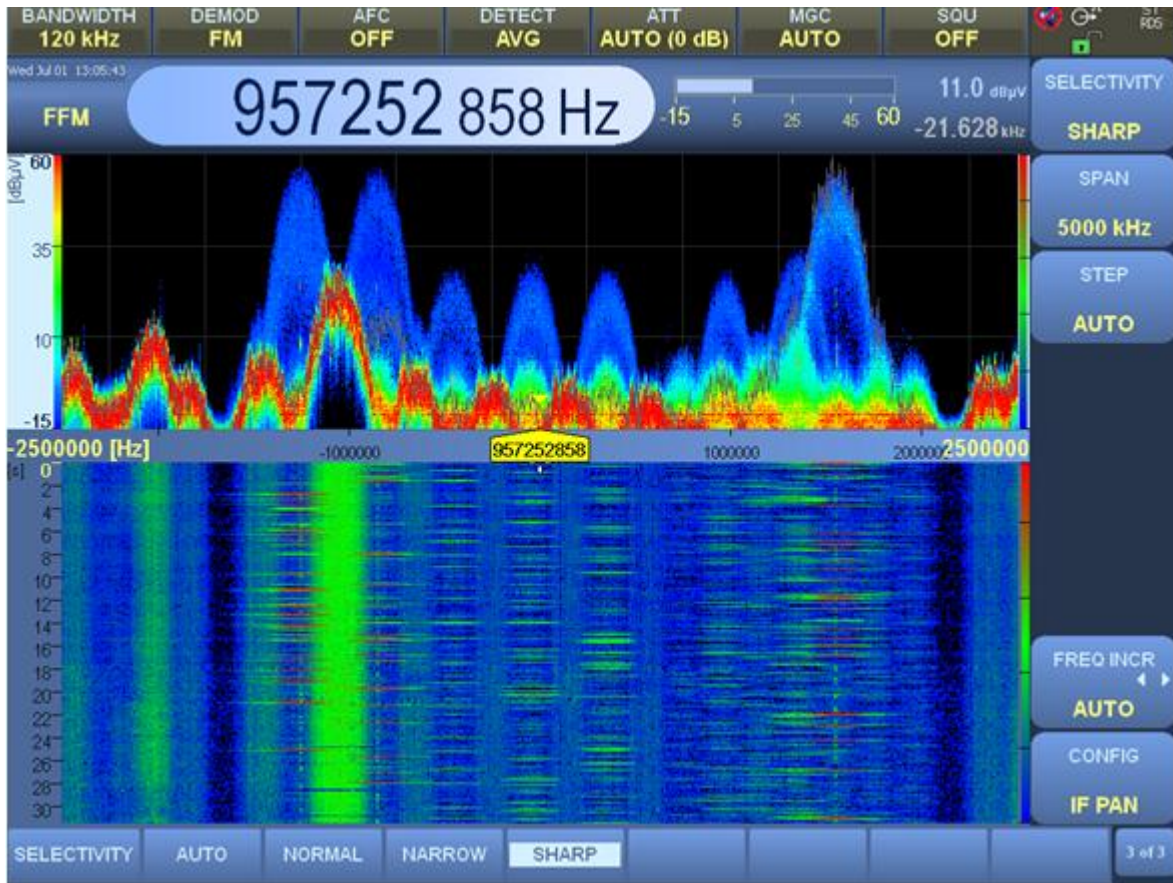


Рис. 1-9. Полихромный режим: различие кратковременных и постоянных сигналов

Анализ цифровых сигналов с помощью внешнего ПО

Программное обеспечение анализа сигналов R&S®GX430 обладает набором функций, предназначенных для обнаружения и анализа сигналов, таких как классификация (определение вида модулированного сигнала), векторный анализ, анализ потока данных (битового потока) и декодирования. Функция «Автоматического поиска и классификации» позволяет осуществлять сканирование выбранного диапазона частот и классификацию сигналов в автоматическом режиме. Для проведения анализа реального времени цифровой сигнал с приемника передается в режиме реального времени на компьютер через LAN. Для проведения постаанализа могут использоваться данные, сохраненные на внутреннем или внешнем носителе.

С использованием опции R&S®GX430-IS доступны измерения параметров цифровых сигналов (DAB, DVB) согласно рекомендациям МСЭ (ITU-R SM.1600).

Комплект R&S®ESMD и R&S®GX430 имеет отличное соотношение цена/качество.

Применение в силовых структурах

R&S®ESMD имеет колоссальный набор возможностей для решения специальных задач. Возможные варианты применения включают сканирование, демодуляцию, анализ и перехват содержания сигнала.

Необычайно высокая скорость сканирования и выдающиеся возможности анализа сигналов позволяют осуществлять обнаружение неизвестных сигналов за минимальное время. Вспомогательная информация по возможным опасностям незамедлительно появляется на экране. Обнаруживаемые сигналы мгновенно идентифицируются после сохранения их в специальной базе данных. Для наиболее полного и качественного обеспечения измерительных задач компания Rohde & Schwarz предлагает внешнее программное обеспечение R&S®RAMON из комплекта поставки.



Рис. 1-10. R&S®ESMD и R&S®GX430: обнаружение и анализ

Анализ сигналов селективных вызовов

Благодаря опции R&S®ESMD-SL становится возможным декодирование сигналов селективных вызовов. Методы анализа поддерживают следующие типы сигналов: CCIR1, CCIR7, CCITT, EEA, EIA, EURO, DCS, DTMF, CTCSS, NATEL, VDEW, ZVEI1 и ZVEI2.

2. Техническая спецификация

Технические данные	
Диапазон рабочих частот:	от 9 кГц до 26,5 ГГц.
Разрешение по частоте:	1 Гц.
Погрешность частоты опорного генератора:	не более 10^{-7} .
Генератор биений:	от 0 Гц до ± 8 кГц.
Время установки синтезатора:	1 мс (типичное).
Вход опорного источника сигнала:	10 МГц.
Предельный фазовый шум гетеродина	для диапазона ВЧ минус 130 дБн/Гц при отстройке 1 кГц; для диапазона ОВЧ/УВЧ минус 120 дБн/Гц при отстройке 10 кГц.
Точка пересечения по интермодуляционным составляющим второго порядка:	от 9 кГц до 32 МГц более 50 дБм (типичное) (нормальный режим), более 70 дБм (типичное) (режим малых искажений от 1 до 32 МГц); от 20 МГц до 3,6 ГГц 50 дБм (типичное) (нормальный режим), 55 дБм (типичное) (режим малых искажений).
Точка пересечения по интермодуляционным составляющим третьего порядка:	от 9 кГц до 32 МГц* более 20 дБм, (25 типичное) (нормальный режим), более 30 дБм (35 типичное) (режим малых искажений от 1 до 32 МГц); от 20 МГц до 3,6 ГГц** внутри полосы более 8 дБм (10 типичное) (нормальный режим), более 17 дБм (23 типичное) (режим малых искажений), вне полосы 32 дБм (типичное). (* - разнесение частот между интермодуляционными сигналами более 150 кГц, уровень тестовых сигналов минус 6 дБм (режим малых искажений); минус 17 дБм (нормальный режим); ** - разнесение частот между интермодуляционными сигналами более 2 МГц, уровень тестовых сигналов минус 16 дБм (режим малых искажений); минус 30 дБм (нормальный режим); от 3,6 до 26,5 ГГц более 12 дБм (17 типичное).
Подавление зеркальной частоты:	от 9 кГц до 32 МГц прямое преобразование (ЗЧ отсутствует); от 20 МГц до 3,6 ГГц более 90 дБ (типичное 120); от 3,6 ГГц до 26,5 ГГц более 70 дБ (типичное 100).
Подавление ПЧ	от 9 кГц до 32 МГц прямое преобразование; от 20 МГц до 3,6 ГГц более 90 дБ (типичное 120); от 3,6 ГГц до 4,2 ГГц типичное 70 дБ; от 4,2 ГГц до 26,5 ГГц более 70 дБ (типичное 90).
Избирательность по побочному каналу:	от 9 кГц до 32 МГц не более минус 105 дБм; от 20 МГц до 3,6 ГГц не более минус 105 дБм; от 3,6 ГГц до 26,5 ГГц минус 103 дБм (типичное).
Коэффициент шума:	от 9 кГц до 32 МГц не более 15 дБ (нормальный режим от 400 кГц до 32 МГц); от 20 МГц до 3,6 ГГц не более 12 дБ (малошумящий режим); от 3,6 ГГц до 16 ГГц не более 17 дБ (типичное 15); от 16 МГц до 26,5 ГГц не более 24 дБ (типичное 20).
Чувствительность:	
AM (полоса 6 кГц, SINAD = 12 дБ, частота модуляции 1 кГц, $m=0,5$)	от 9 кГц до 32 МГц не более минус 107 дБ; от 20 МГц до 2 ГГц не более минус 107 дБ; от 2 ГГц до 3,6 ГГц; не более минус 104 дБ.
ЧМ (полоса 15 кГц, SINAD = 25 дБ, частота модуляции 1 кГц, девиация 5 кГц)	от 9 кГц до 32 МГц не более минус 107 дБ; от 20 МГц до 2 ГГц не более минус 107 дБ; от 2 ГГц до 3,6 ГГц; не более минус 104 дБ.
SSB (с боковой полосой) (полоса 2,4 кГц, SINAD = 10 дБ, Δf 1 кГц)	от 9 кГц до 32 МГц не более минус 113 дБ; от 20 МГц до 3,6 ГГц не более минус 113 дБ.
CW (полоса 600 Гц, SINAD = 10 дБ)	от 9 кГц до 32 МГц не более минус 119 дБ; от 20 МГц до 3,6 ГГц не более минус 119 дБ.
Средний уровень индицируемых шумов:	(100 Гц, режим малых искажений) от 400 кГц до 32 МГц минус 143 дБм (типичное);

	от 20 МГц до 3,6 ГГц минус 147 (типовое); от 3,6 до 26,5 ГГц минус 145 дБм (типовое).
Режимы демодуляции	АМ, ЧМ, ФМ, ИМ, I/Q, ТВ (все полосы ПЧ); верхняя, нижняя боковая полоса, CW, независимая боковая полоса (полоса ПЧ не более 9 кГц).
Пороговый шумоподаватель:	От минус 30 до 120 дБмкВ.
Регулировка усиления:	АРУ (быстрый/стандартный/медленный); ручная (шаг 1 дБ), диапазон 130 дБ.
Автоматическая подстройка частоты:	автоматическая повторная настройка для нестабильных по частоте сигналов $\pm 1/2$ полосы ПЧ (от 100 Гц до 20 МГц).
Аудиофильтр:	режекторный / подавление шума / полосовой от 300 Гц до 3,3 кГц.
Фильтры ПЧ:	100 Гц, 150 Гц, 300 Гц, 600 Гц, 1 кГц, 1,5 кГц, 2,1 кГц, 2,4 кГц, 2,7 кГц, 3,1 кГц, 4 кГц, 4,8 кГц, 6 кГц, 9 кГц, 12 кГц, 15 кГц, 30 кГц, 50 кГц, 120 кГц, 150 кГц, 250 кГц, 300 кГц, 500 кГц, 800 кГц, 1 МГц, 1,25 МГц, 1,5 МГц, 2 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 20 МГц.
Коэффициент формы (3 дБ: 60 дБ):	$\leq 1:1,7$ для фильтров от 100 Гц до 2 МГц; $\leq 1:1,6$ для фильтра 5 МГц (3 дБ : 50 дБ); $\leq 1:1,7$ для фильтров 10 МГц и 20 МГц (3 дБ : 50 дБ).
Разрешение АЦП:	В полосе до 20 МГц 16 бит; в полосе 80 МГц 12 бит.
Многоканальный прием:	4 цифровых преобразователя данных.
Диапазон измерения уровня входного сигнала:	от минус 30 до 120 дБмкВ с разрешением 0,1 дБ.
Допустимая погрешность определения уровня входного сигнала:	$\pm 1,5$ дБ.
Тип детектора:	средний, пиковый, быстрый, среднеквадратический.
Режим измерений:	непрерывный, периодический (время измерений от 0,5 мс до 900 с или автоматический).
Измерение девиации (смещения):	до $\frac{1}{2}$ полосы ПЧ (от 100 Гц до 20 МГц) с разрешением 1 Гц.
Панорама ПЧ:	автоматическое или ручное перекрытие полос до 50 %; FFT (4096 точек), разрешение по частоте 0,625, 1,25, 2,5, 3,125, 6,25, 12,5, 25, 31,25, 50, 62,5, 100, 125, 200, 250, 312,5, 500, 625 Гц; 1, 1,25, 2, 2,5, 3,125, 5, 6,25, 8,333, 10, 12,5, 20, 25, 50, 100, 200, 500 кГц, 1, 2 МГц.
Полоса обзора:	1 кГц, 2 кГц, 5 кГц, 10 кГц, 20 кГц, 50 кГц, 100 кГц, 200 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц, 5 МГц, 10 МГц, 20 МГц; опционально 40 МГц, 80 МГц.
Режимы отображения:	перезапись, усреднение, удержание мин., удержание макс., гистограмма, пульсация.
Измерение параметров модуляции (с опцией R&S ESMD-IM):	
АМ (глубина модуляции):	АМ, АМ+, АМ-, m = от 0 до 999,9 %, разрешение 0,1, $f_{\text{макс}} = 10$ МГц. Погрешность определения не более 5 % для полос ≤ 1 МГц; не более 7 % для полос > 1 МГц (С/Ш более 40 дБ, ЗЧ = 1 кГц, время измерения менее 1 с).
ЧМ (девиация):	ЧМ, ЧМ+, ЧМ-, Δf = от 0 до 10 МГц, разрешение 1 Гц, $f_{\text{макс}} = 10$ МГц ($f_{\text{мод}} + \text{девиация}$). Погрешность определения не более 2 % от применяемой полосы ПЧ (абсолютн.) (С/Ш более 40 дБ, ЗЧ = 1 кГц, время измерения менее 1 с).
ФМ:	$\Delta\phi$ = от 0 до 12,5 рад, разрешение 0,01 рад, $f_{\text{макс}} = 10$ МГц ($f_{\text{мод}} +$ девиация). Погрешность определения не более 0,1 рад (С/Ш более 40 дБ, ЗЧ = 1 кГц, время измерения менее 1 с).
Измерение ширины полосы:	до 20 МГц автоматически, метод x dB и β %.
Характеристики сканирования:	
Сканирование по памяти:	10 000 определяемых ячеек памяти, скорость сканирования до 1200 каналов/с;
Сканирование по частоте:	выбираемая начальная/конечная частота и шаг, скорость

	сканирования до 1500 каналов/с;
Панорамное сканирование (с опцией R&S ESMD-PS):	ВЧ спектр с выбираемой начальной/конечной частотой, ширина шага: 100 Гц, 125 Гц, 200 Гц, 250 Гц, 500 Гц, 625 Гц, 1 кГц, 1,25 кГц, 2 кГц, 2,5 кГц, 3,125 кГц, 5 кГц, 6,25 кГц, 8,333 кГц, 10 кГц, 12,5 кГц, 20 кГц, 25 кГц, 50 кГц, 100 кГц, 200 кГц, 500 кГц, 1 МГц, 2 МГц. Скорость сканирования до 20 ГГц/с с полосой 20 МГц и до 43 ГГц/с с полосой 80 МГц.
Антенный вход:	2 входа ОБЧ/УВЧ, N-тип, 50 Ом; 1 вход ВЧ/ОБЧ/УВЧ (комбинированный), N-тип, 50 Ом (коммутируемый). Опция R&S ESMD-HF: 2 входа ВЧ, N-тип, 50 Ом; 2 входа ОБЧ/УВЧ, N-тип, 50 Ом; 1 вход ВЧ/ОБЧ/УВЧ (комбинированный), N-тип, 50 Ом (коммутируемый). Опция R&S ESMD-HF и R&S ESMD-SHF: 2 входа ВЧ, N-тип, 50 Ом; 1 вход ОБЧ/УВЧ, N-тип, 50 Ом; 1 вход ВЧ/ОБЧ/УВЧ (комбинированный), N-тип, 50 Ом; 1 вход СВЧ, К-тип, 50 Ом.
КСВН:	До 1 ГГц не более 2,5; до 26,5 не более 3.
Допустимый уровень входного сигнала:	15 дБм.
Переизлучение гетеродина:	Не более минус 107 дБм (120 типовое).
Входной селектор:	от 9 до 400 кГц ФНЧ; от 400 кГц до 32 МГц переключаемый ФВЧ/ФНЧ; от 20 МГц до 420 МГц без фильтрации для широкополосных приложений, отключаемый; от 20 МГц до 1500 МГц перестраиваемый преселектор; от 1500 МГц до 3,6 ГГц переключаемый ФВЧ/ФНЧ; от 3,6 ГГц до 26,5 ГГц перестраиваемый преселектор (ЖИГ-фильтр), отключаемый.
Отключаемый аттенюатор:	от 9 кГц до 32 МГц (ВЧ тюнер) 25 дБ (ручной или автоматический), шагом 5 дБ; от 20 МГц до 3,6 ГГц 40 дБ, шагом 1 дБ.
Встроенные средства диагностики:	самодиагностика (сокращенный или полный тест); постоянный мониторинг контрольных точек.
Входы и выходы сигналов:	
Вход внешнего опорного сигнала:	10 МГц, входной уровень от 0 до 10 дБм.
Вход управления:	GPS, синхронизация GPS, компас, последовательный сигнал, синхросигнал, сигнал гашения.
Выход ПЧ2:	405,4 МГц, полоса ≥ 50 МГц (минус 3 дБ), неуправляемый; на 11 дБ (ном.) больше антенного входа (нормальный режим).
Выход ПЧ3:	21,4 МГц, полоса 10 МГц, неуправляемый; 57,4 МГц, полоса 20 МГц, неуправляемый.
Выход внутреннего опорного сигнала:	10 МГц, выходной уровень от 7 до 13 дБм.
Выход Видео А, Видео В:	аналоговое видео, АМ (А) и ЧМ (В), от 0 Гц до 1/2 полосы ПЧ; или: аналоговая ПЧ, управляемый, два канала, центральная частота регулируется от 0 до 21,4 МГц, полоса соответствует фильтру ПЧ, уровень более 0 дБм.
Выход Цифрового видео:	LAN, полоса ≤ 15 МГц.
Выход Цифрового сигнала I/Q:	LAN, полоса ≤ 15 МГц.
Выход Аналогового аудио:	Разъем для наушников: от 0 до ≥ 2 В, $R_{вх} = 100$ Ом, $f =$ от 10 Гц и 300 Гц до 12,5 кГц (в зависимости от фильтра ПЧ и модуляции). Линейный выход ЗЧ: $0,5 \text{ В} \pm 0,3 \text{ В}$ ($m = 0,5$), $R_{вх} = 100$ Ом, $f =$ от 10 Гц и 300 Гц до 12,5 кГц (в зависимости от фильтра ПЧ и модуляции).

	Симметричный выход ЗЧ: 0,4 В ± 0,2 В, (m = 0,5) R _{вх} = 600 Ом, f = от 100 Гц до 12,5 кГц.
Выход Цифрового аудио:	LAN (полоса ≤ 24 кГц).
Сигналы управления:	сигнал > порога шумоподавителя, COR, управление антенной.
Габаритные размеры (ширина×высота×длина):	не более 426×176×450 мм.
Масса:	не более 18 кг.
Рабочие условия эксплуатации:	температура окружающего воздуха от 0 до 50 °С; относительная влажность воздуха при температуре 20 °С 80 %; атмосферное давление от 630 до 800 мм рт. ст.
Температура хранения:	от минус 20 до 60 °С.

3. Комплект поставки

Комплект поставки R&S®ESMD включает:

- широкополосный мониторинговый приемник в транспортной упаковке;
- сетевой кабель;
- кабель питания от постоянного тока;
- сетевой кабель LAN;
- руководство пользователя (CD-ROM);
- системный диск (CD-ROM).

4. Информация для заказа

Наименование	Тип	Код заказа
Широкополосный мониторинговый приемник Без передней панели, диапазон частот 30 МГц – 3,6 ГГц, полоса анализа 20 МГц	R&S®ESMD	4066.0004.02
Широкополосный мониторинговый приемник С панелью управления, диапазон частот 30 МГц – 3,6 ГГц, полоса анализа 20 МГц	R&S®ESMD	4066.0004.03
Опции		
НЧ диапазон частот 9 кГц – 32 МГц	R&S®ESMD-HF	4066.4100.02
СВЧ диапазон частот 3,6 – 26,5 ГГц	R&S®ESMD-SHF	4066.4200.02
Панорамное сканирование Широкополосное сканирование с максимальной скоростью 43 ГГц/с	R&S®ESMD-PS	4066.4500.02
Измерение параметров сигналов согласно рекомендациям МСЭ Глубина модуляции, девиация частоты, фазовый угол, напряженность поля, ширина полосы сигнала, стерео/моно передатчики	R&S®ESMD-IM	4066.4400.02
Анализ сигналов селективных вызовов Декодирование и демодуляция сообщений пейджинговой связи	R&S®ESMD-SL	4066.4600.02
Дополнительная платформа АЦП (необходима для R&S®ESMD-WB и R&S®ESMD-DDC)	R&S®ESMD-ADC	4066.4345.02
10 Гбит канал передачи Ethernet	R&S®RX-10G	4074.7604.02

Полоса анализа реального времени 80 МГц	R&S®ESMD-WB	4066.4645.02
Опция цифровых приемников 4 цифровых приемника с независимой установкой параметров	R&S®ESMD-DDC	4066.4545.02
Опция пеленгования сигналов Цифровой пеленгатор сигналов DDF255 *	R&S®ESMD-DF	4066.4300.02
Работа от сети постоянного тока	R&S®ESMD-DC	4066.4000.02
Опция корректировки ошибок пеленгования Работа с таблицами поправочных коэффициентов для корректировки результатов пеленгования	R&S®ESMD-COR	4066.4745.02

* Для получения большей информации о функции пеленгования сигналов и применяемых пеленгаторных антеннах обратитесь к техническому описанию цифровых одноканальных пеленгаторов DDF2x_TI.

5. Контактная информация

Головное предприятие:

ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co. KG
Mühldorfstraße 15
D-81671 München
www.rohde-schwarz.com

Представительство в Российской Федерации:

ООО «РОДЕ И ШВАРЦ РУС»
115093 Москва
ул. Павловская, д. 7, стр. 1
тел./факс +7 495 981 4707
www.rohde-schwarz.ru