

Техническая информация

Департамент радиомониторинга
и специальных технических средств

Приемник измерительный
реального времени
от 9 кГц до 6 ГГц

R&S EB500



Редакция от 02.11.2015

1. Применение

Широкополосный мониторинговый приемник R&S®EB500 предназначен для выполнения постоянно растущих требований Международного союза электросвязи (МСЭ) к стационарным и мобильным комплексам радиомониторинга и радиоразведки. Приемник отлично подходит для решения подобных задач благодаря широким возможностям непосредственного и удаленного управления, высокой скорости сканирования спектра и эффективному сбору информации с широкой полосой демодуляции сигналов.

Выдающиеся способности R&S®EB500 направлены на решение задач мониторинга излучений, поиска помех и локализации нелегальных передатчиков в диапазоне рабочих частот. Приемник имеет компактный размер и обладает низким потреблением мощности. R&S®EB500 является идеальным решением для систем, ограниченных в объеме, но имеющих высокие требования к радиоприемному устройству. Совместно с дополнительным внешним программным обеспечением (ПО) (например R&S®CA100) приемник представляет собой компактную систему радиоконтроля и анализа сигналов в диапазоне частот вещания и передачи данных 9 кГц – 6 ГГц.

R&S®EB500 предназначен для работы с любыми типами всенаправленных и направленных антенн. Для избежания перегрузок приемник оборудован высококачественным трактом преселекции, обеспечивающим широкий динамический диапазон, свободный от интермодуляционных искажений, имеет защиту от перегрузок

Компактные размеры и низкое потребление мощности позволяют размещать системы мониторинга на базе R&S®EB500 на различных типах носителя, как автомобильных, так и авиационных. Идеально подходит для оснащения стационарных необслуживаемых комплексов благодаря возможности удаленного управления с помощью ПО из комплекта поставки.

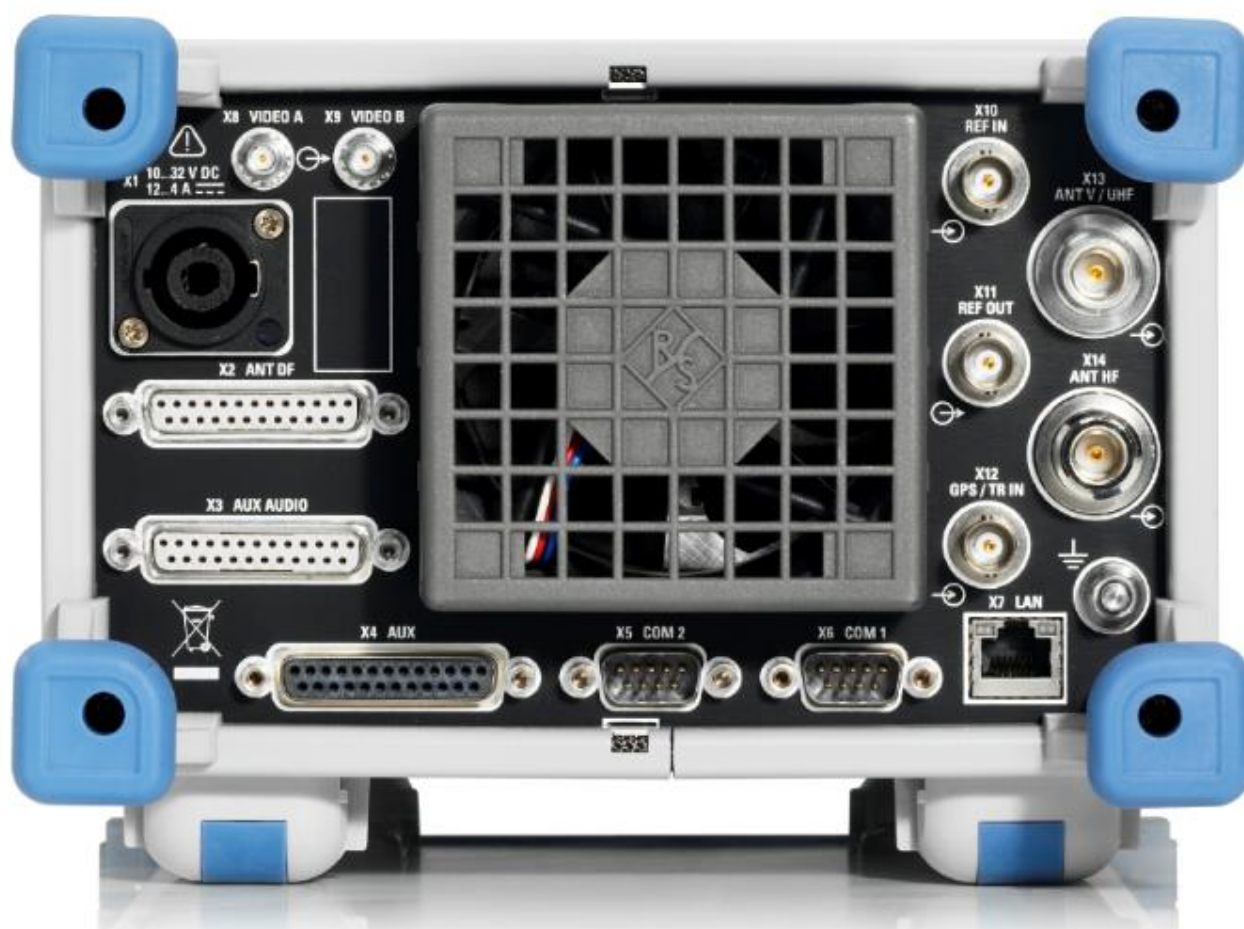


Рис. 1-1. R&S®EB500, вид сзади.

Ключевые особенности

- Диапазон рабочих частот от 9 кГц до 6 ГГц
- Высококачественный преселектор для приема сигналов даже в условиях плотной загрузки спектра
- Полоса анализа реального времени до 20 МГц
- 3 дополнительных цифровых приемника в полосе анализа реального времени
- Скорость сканирования радиочастотного спектра до 12 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
- Цифровой фазовый пеленгатор сигналов
- Низкое потребление энергии, возможность работы от сети постоянного тока
- Программное обеспечение удаленного управления в комплекте поставки R&S®EB500-Control
- Отображение карты местности на экране прибора
- Запись спектральных данных радиоконтроля на внутреннюю память приемника

1.1. Поиск и локализация помех

Благодаря высокой производительности широкому набору возможностей R&S®EB500 является отличным решением для задач эффективного обнаружения всех типов помеховых сигналов.

Надежное обнаружение радиопомех, вызванных неисправным оборудованием

Для удобства решения подобных задач прибор имеет набор специальных функций, таких как изменяемое время измерения и непрерывный или периодический режим вывода измерительной информации (обновления экрана). Т.к. эти функции доступны так же в режиме панорамного сканирования, аperiodические помеховые сигналы могут быть легко обнаружены, что обычно представляется сложной задачей в быстро меняющемся спектре.

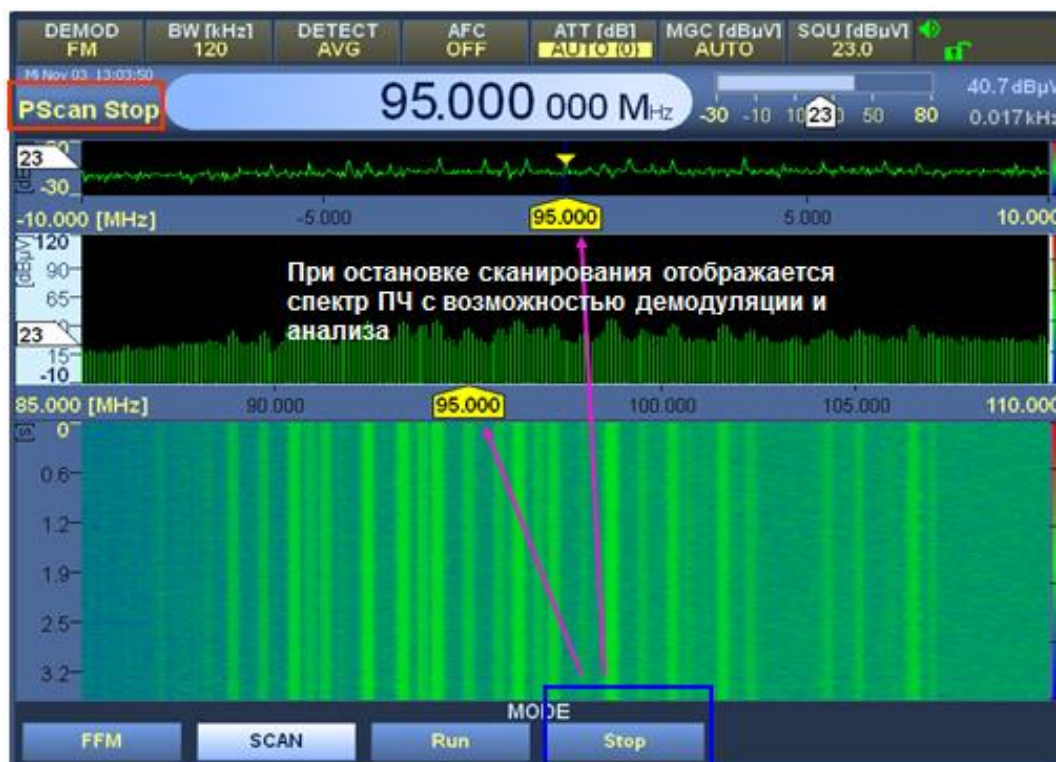
Быстрое и надежное определение источников

Рис. 1-2. R&S®EB500. Режим панорамного сканирования

Применение специального программного обеспечения анализа сигналов R&S®CA100 дает возможность эффективно разграничить полезные и помеховые сигналы. Данная функция особенно важна служб безопасности радиосервисов и позволяет избежать дорогостоящих провалов для провайдеров услуг связи. Комбинация быстрого обзора радиозэфира в режиме панорамного сканирования (PScan) и анализ измерительной информации в режиме фиксированных частот (FFM) по I/Q потоку данных обеспечивает выполнение данной задачи.

В режиме панорамного сканирования заданный диапазон частот проходится шагами максимум 20 МГц, подходящая ширина полосы БПФ рассчитывается для каждого шага. Ширина шага сканирования может быть подобрана оптимально соответственно ширине каналу передачи данных исследуемой радиослужбы. Режим PScan обеспечивает высокую скорость сканирования с хорошей чувствительностью и разрешением.

Цифровые приемники

Опция R&S®EB500-DDC оснащает приемник тремя дополнительными цифровыми преобразователями данных дополнительно к основному широкополосному измерительному тракту. Оператор получает возможность контроля до четырех сигналов одновременно. 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. Каждый цифровой приемник имеет выход I/Q, измеряет уровень сигнала и имеет возможность слухового контроля.

Запись информации с каждого приемника возможна как непосредственно в память прибора, так и на ПК через интерфейс LAN посредством ПО R&S®EB500-Control из комплекта поставки.

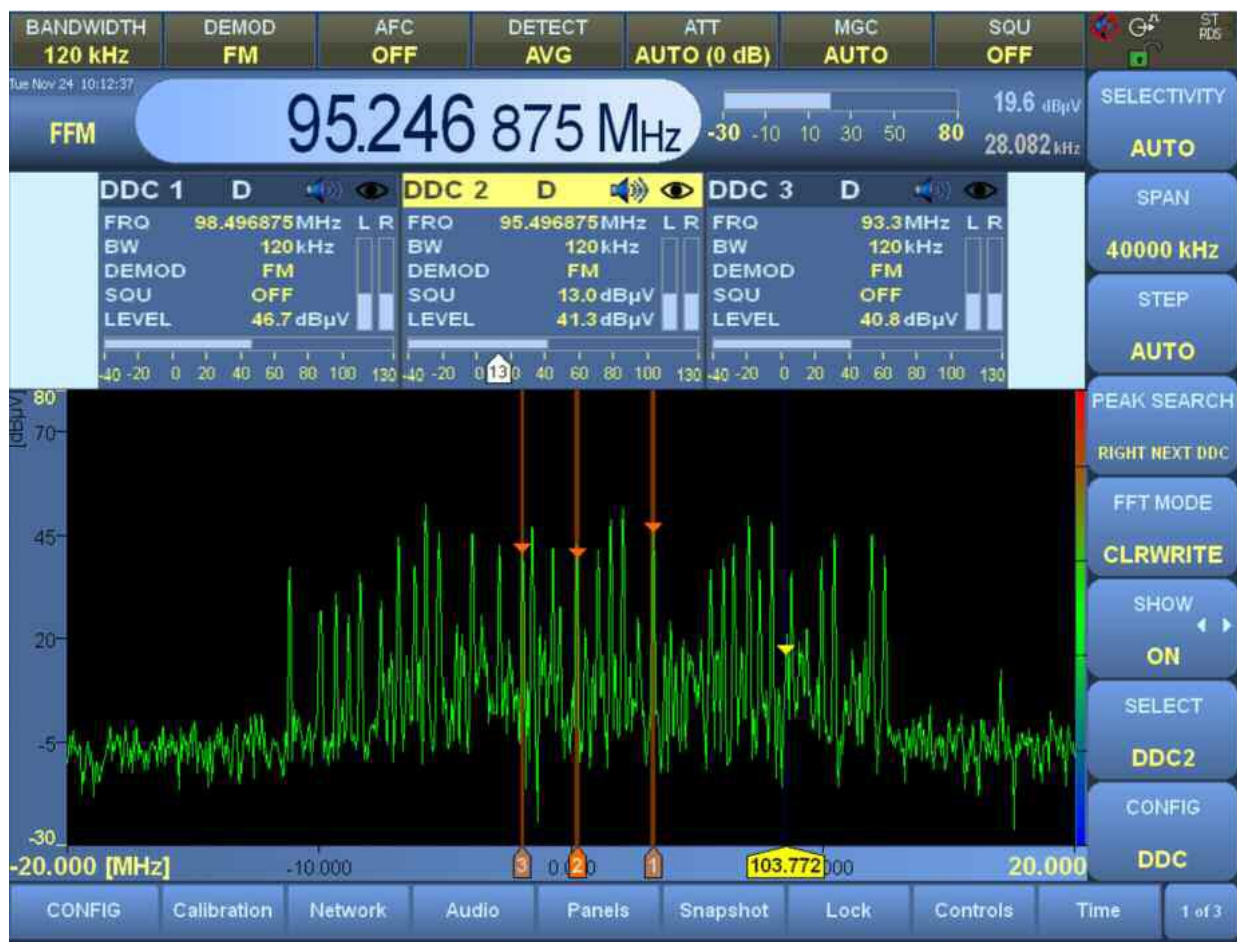


Рис. 1-3. Опция цифровых приемников R&S®EB500-DDC

Опция записи на встроенную память (IR)

Опция внутренней записи, опция записи трассы сигнала (в режиме реального времени или в режиме панорамного сканирования).

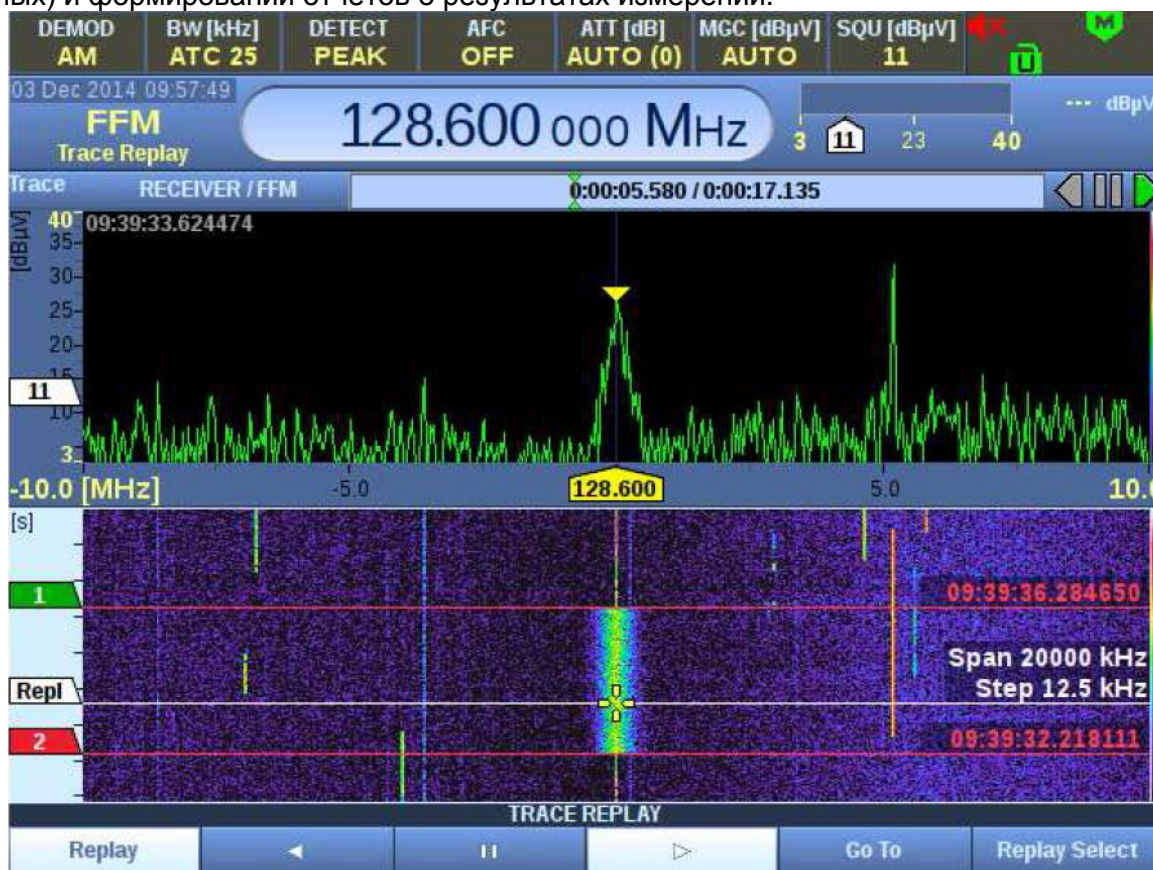
Последняя версия прошивки прибора (Firmware version) дает возможность осуществлять сохранение и воспроизведение данных непосредственно на самом приборе, без необходимости использовать дополнительное внешнее оборудование.

Сохраненный файл может быть воспроизведен как в прямой, так и в обратной последовательности, с возможностью задания пауз для проведения измерений.

Опция позволяет записывать файлы объемом до 4 Гб (каждый новый файл создается автоматически, при наличии свободного объема запоминающего устройства).

При воспроизведении имеется возможность использования функции маркерных измерений (для измерения временных и частотных параметров сигнала).

Данная опция может применяться для постанализа (отложенной обработки сохраненных данных) и формирования отчетов о результатах измерений.



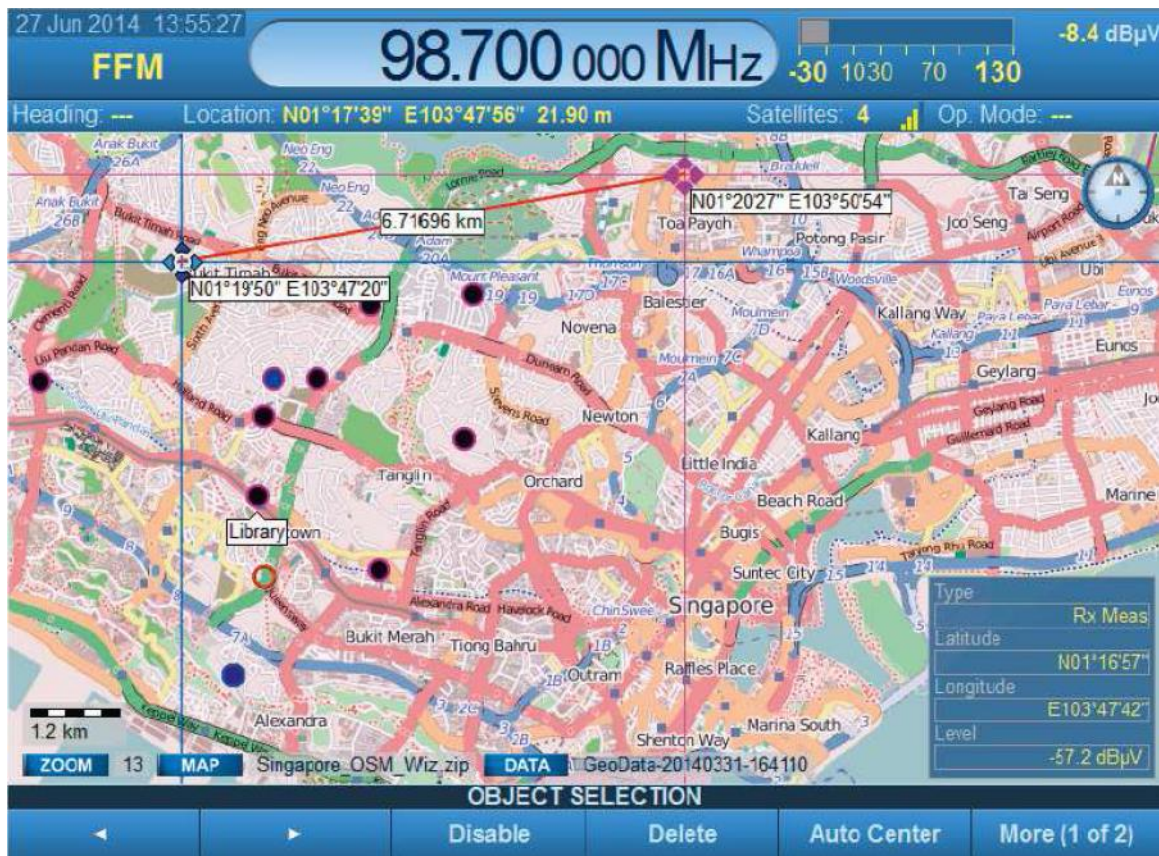
Опция картографии (MAP)

Последняя версия прошивки прибора (Firmware version) дает возможность отображать картографическую информацию непосредственно на экране радиоприемного устройства (для приборов с передней панелью модели 03).

На карте (например, Open Street Map/OSM) отображаются контрольные точки проведения измерений, данные пеленга (если применимо) и текущее положение.

Сохраненные результаты измерений отображаются для каждой контрольной точки (например, спектр сигнала, записанный в определенной точке города или части маршрута).

Данный функционал позволяет, путем сравнительной оценки оперативно выделить мешающие, посторонние сигналы и исключать их значения из перечня измерений.



1.2. Высокоточное пеленгование излучений (опция R&S®EB500-DF)

Быстрое и надежное пеленгование с высокой точностью

В диапазоне частот от 20 МГц и выше R&S®EB500 с функцией пеленгования сигналов работает по принципу корреляционного интерферометра. В сравнении с амплитудными методами это дает значительно большую точность результатов, класс A/B согласно ITU SMH 2002.

Преимущества данного метода основываются на высокоточном измерении фазовых углов между антенными элементами системы. Обычно измерение разницы фаз двух сигналов требует наличия двух когерентных приемных трактов. В связи с этим большинство корреляционных интерферометров строятся на основе как минимум двух приёмников, что приводит к дополнительной погрешности из-за рассогласования трактов. В R&S®EB500 две приемные части объединены в пеленгаторной антенне, метод патентован компанией R&S. Благодаря этому необходимости в дополнительном приемнике нет.

В нижнем диапазоне частот пеленгования используется метод Ватсона-Ватта. Преимущество данного метода заключается в возможности использования антенных элементов антенной системы малого размера. Благодаря этому R&S®EB500 в качестве пеленгатора сигналов очень успешно применяется в составе мобильных комплексов.

Пеленгование сигналов

С опцией расширения диапазона рабочих частот до 6 ГГц (R&S®EB500-SHF) и пеленгаторной антенной R&S®ADD075 приемник позволяет осуществлять пеленгование сигналов до 6 ГГц с высокой точностью, таких как сигналы стандартов связи WLAN, WiMAX, СВЧ линии передачи.

Удобные функции отображения в режиме пеленгования позволяют использовать прибор максимально эффективно. Помимо режима временной диаграммы, при котором видна зависимость контролируемого сигнала от времени, R&S®EB500 позволяет строить (в

реальном времени) диаграмму пеленгов, на которой легко отследить пространственное распределение принимаемых сигналов.

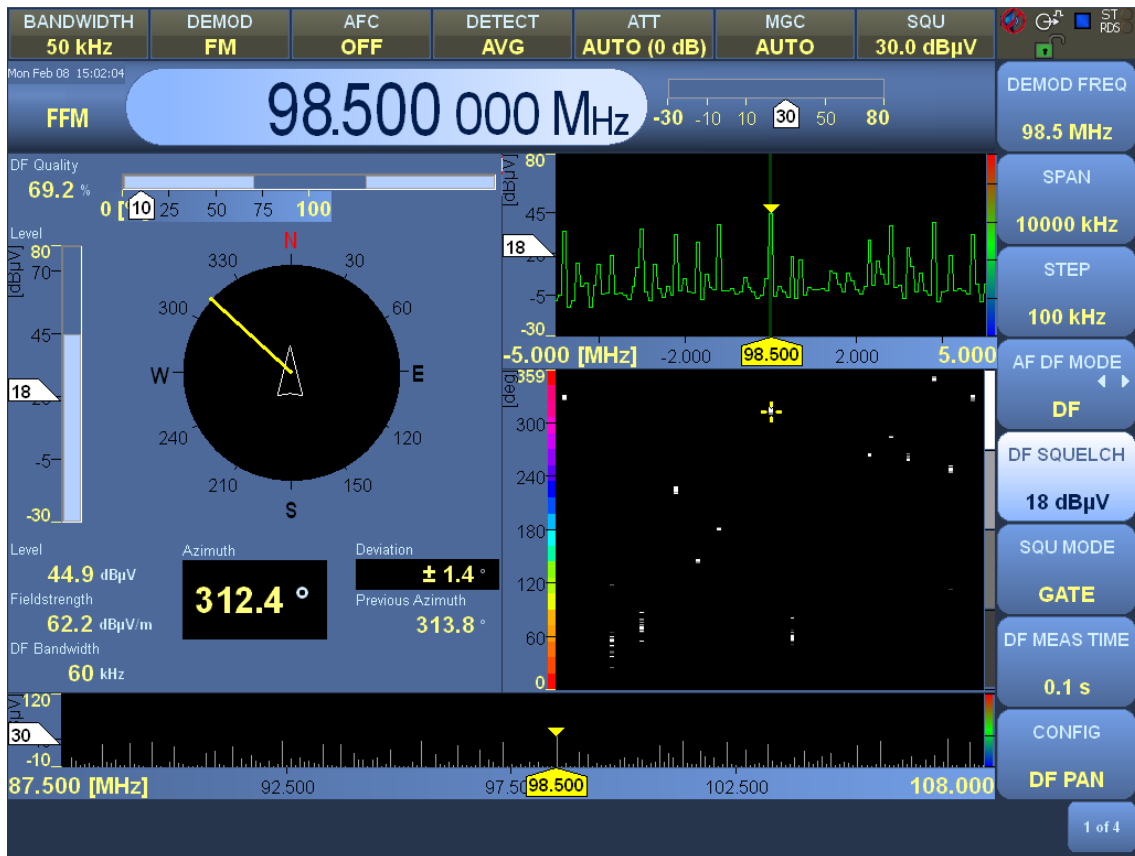


Рис. 1-4. R&S®EB500. Диаграмма пеленгов

Функции пеленгования R&S®EB500 полностью соответствуют возможностям цифрового пеленгатора сигналов R&S®DDF205.

1.3. Полихромный дисплей

Уникальные возможности обнаружения и анализа импульсных сигналов открываются благодаря функции цветного кодирования длительности сигналов отображаемого спектра частот. Короткоимпульсные сигналы отображаются голубым цветом, непрерывные – красным. Данная особенность позволяет отследить наложение сигналов, оценить их амплитуды, что невозможно при любом другом виде отображения (например MaxHold).

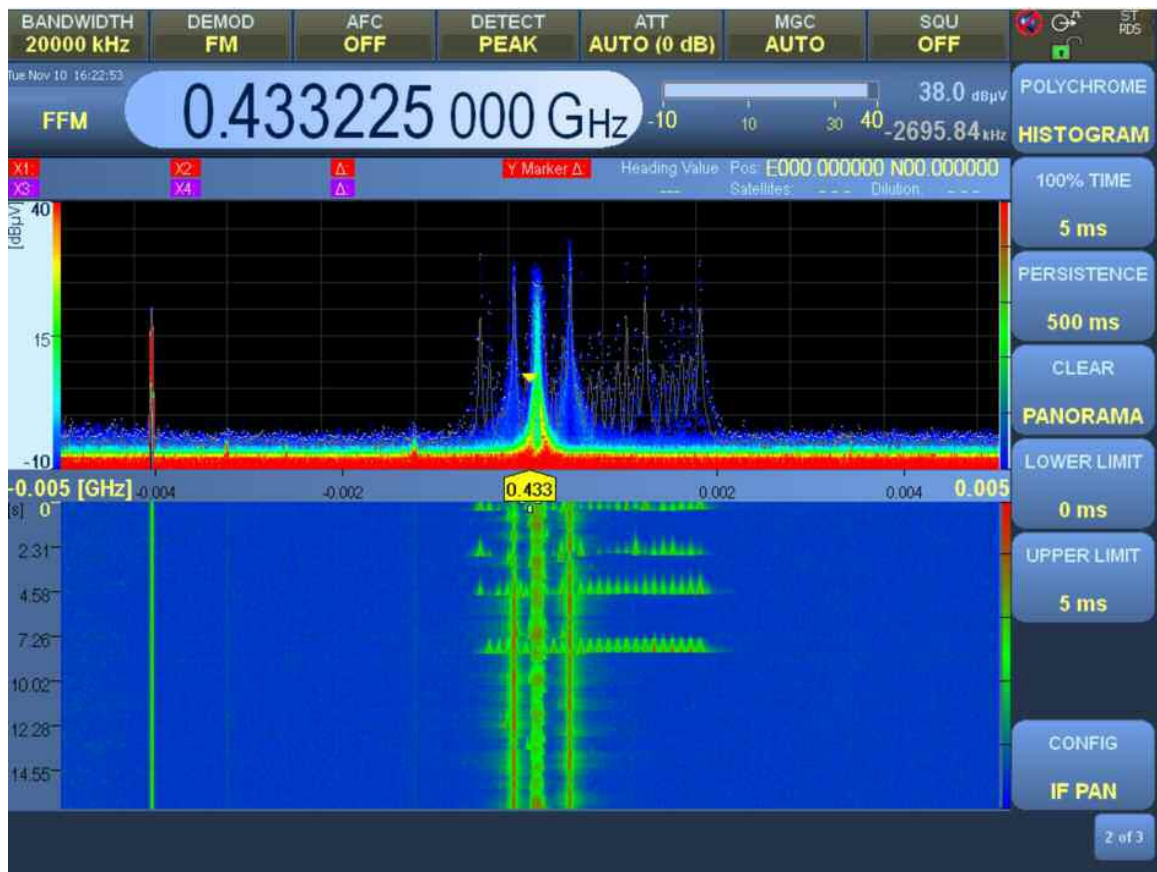


Рис. 1-5. Функция панорамного сканирования

1.4. Мониторинг радиослужб

Для контроля сигналов служб радиоиссервисов R&S®EB500 имеет ряд полезных функций, позволяющих выполнять радиоконтроль автоматически и максимально быстро. Функция частотного сканирования позволяет осуществлять сканирование служб, имеющих фиксированную ширину каналов передачи данных. В обратном случае используется функция сканирования по памяти.

Режим сканирования

В режиме частотного сканирования заданный пользователем диапазон частот сканируется фиксированными интервалами. Приемник проходит весь диапазон, проверяя каждый канал на предмет занятости. Если уровень сигнала превышает установленное значение, приемник задерживается на данной частоте установленное время, необходимое для демодуляции и обработки. В случае аналоговой модуляции сигнал доступен для прослушивания через встроенный динамик или наушники.

В режиме сканирования по памяти каналы для сканирования сохраняются в виде списка в памяти приемника. Во время сканирования приемник по очереди проходит список, проверяя каждый канал на наличие сигнала. R&S®EB500 имеет возможность сохранить до 10 000 каналов в памяти. Настройки параметров демодуляции могут быть выбраны для каждого из каналов, как например полоса пропускания и вид демодуляции, пороговое значение уровня. Это дает большую свободу при сканировании служб, не имеющих фиксированного расстояния между частотами передачи.

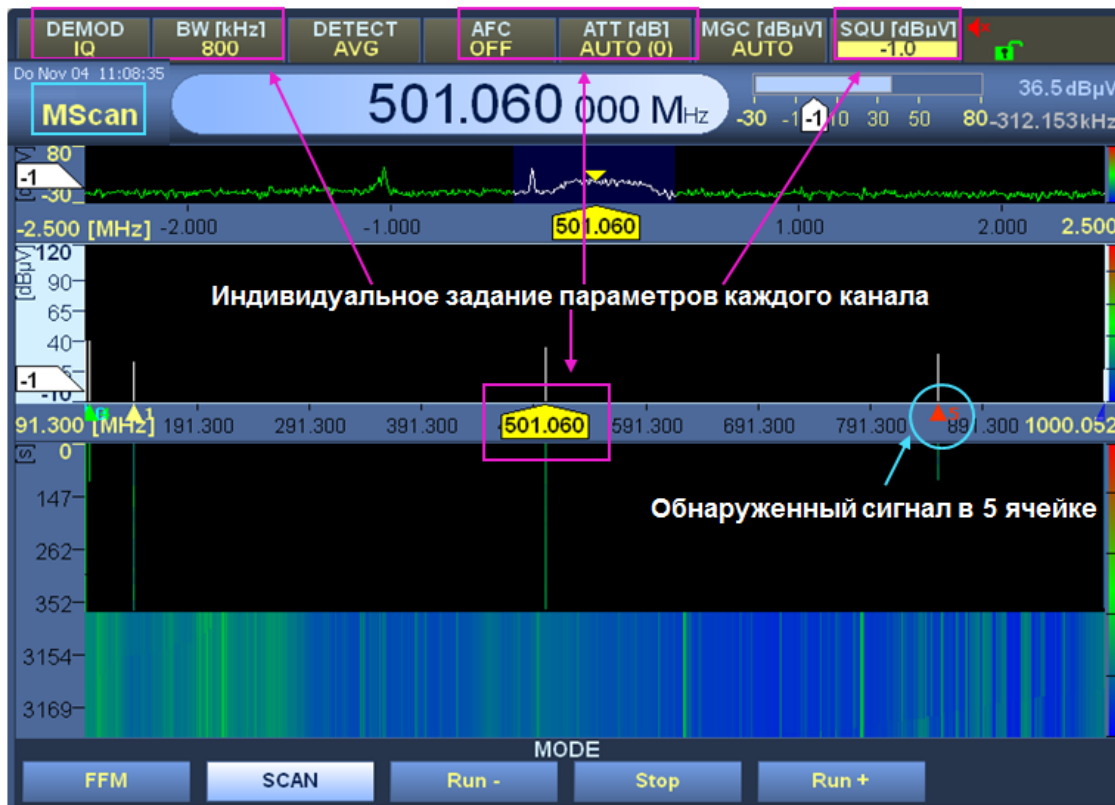


Рис. 1-6. R&S®EB500. Функция сканирования по памяти

1.5. Автоматизированные системы мониторинга на базе СПО R&S®ARGUS

Уже более 20 лет СПО R&S®ARGUS успешно применяется для выполнения радиоизмерений и обработки данных полученной информации согласно международным правилам, описываемых в рекомендациях МСЭ. R&S®ARGUS предоставляет множество режимов измерений, позволяющий значительно упростить процесс выполнения задачи радиоконтроля. С помощью данного ресурса возможен углубленный анализ данных с выдачей протокола измерений. Данная автоматизированная измерительная система может быть построена на базе R&S®EB500.

Простой и доступный интерфейс программы позволяет управлять всеми возможностями R&S®EB500 и получать результаты в виде графиков и таблиц в режиме реального времени при удаленной работе с ПК. Настройками приемника данные сохраняются во внутренней памяти для дальнейшей обработки и анализа.

С помощью ресурсов программы калибровка измерительной системы производится используемых антенн, трактовых потерь и вносимых кабелями и переключателями ослаблений в зависимости от частоты.

Автоматический контроль радиоизлучений

R&S®ARGUS совместно с R&S®EB500 могут проводить автоматическое сличение сигнала передатчика с заданными параметрами. Если уровни сигналов отличаются от заданных параметров, СПО немедленно выдает сигнал тревоги. Таким образом, новые и неизвестные передатчики могут быть определены с такой же легкостью, как и нарушения работы устройств лицензированных служб установленным параметрам (например в части девиации частоты). Данное свойство особенно важно при работе с цифровой модуляцией, как DAB и DVB-T. Применение в СПО R&S®ARGUS методов измерений с частично подавленной боковой полосой позволяет легко выполнить задачу сличения сигнала реального времени с маской спектра учетом рекомендаций МСЭ.

Адаптивные измерения

Отличительной особенностью СПО R&S®ARGUS является наличие специального режима, при котором пользователю достаточно только задать интересующий диапазон частот и цель измерений (например, измерение напряженности, занятости спектра или ширины полосы). После чего ПО конфигурирует оптимальные для данной задачи настройки приемника, выбирает соответствующую антенну, исходя из частоты и поляризации. Данный режим позволяет даже неподготовленному персоналу проводить радиоконтроль.

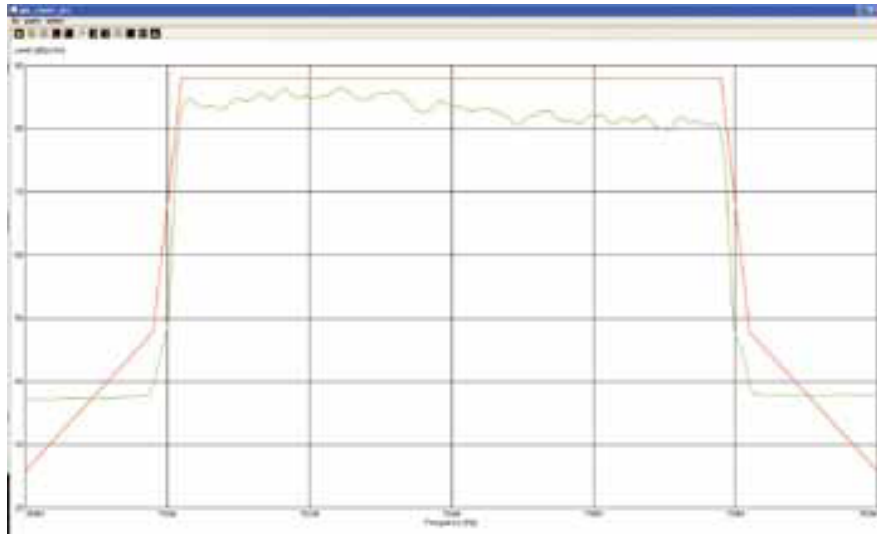


Рис. 1-7. Сравнение спектров DVB-T передатчика

Простота интеграции

R&S®EB500 может быть легко интегрирован в существующие системы мониторинга как в качестве аппаратуры замещения, так и для задач расширения функциональных возможностей станции контроля. Приемник может решать задачи измерений не только в качестве дополнения к пеленгаторам и анализаторам спектра, но быть самостоятельным законченным устройством в сети. Возможности параллельной работы не ограничиваются рамками одной станции: несколько устройств разных станций радиоконтроля могут синхронно решать измерительные задачи.

Работа в сети – ключевое требование к системам радиомониторинга. R&S®ARGUS имеет передовую систему контроля данных, передаваемых по сети. ПО настраивает передатчик на оптимальные для передачи по сети параметры согласно пропускной способности сети. При необходимости данные могут автоматически сжиматься. Данная особенность гарантирует высокое качество передаваемых по сети данных.

Глобальные системы мониторинга

Другой отличительной особенностью СПО R&S®ARGUS является уникальная информационная система. Система позволяет объединить все станции радиоконтроля на электронной карте и мониторить статус работы каждой станции. Данные отражают состояние связи, особенности работы измерительной аппаратуры, параметры среды и прочее.

Карта дает возможность интерактивной работы: при выборе символа R&S®ARGUS автоматически устанавливается соединение с выбранным приемником, открывая удаленный доступ к его параметрам.

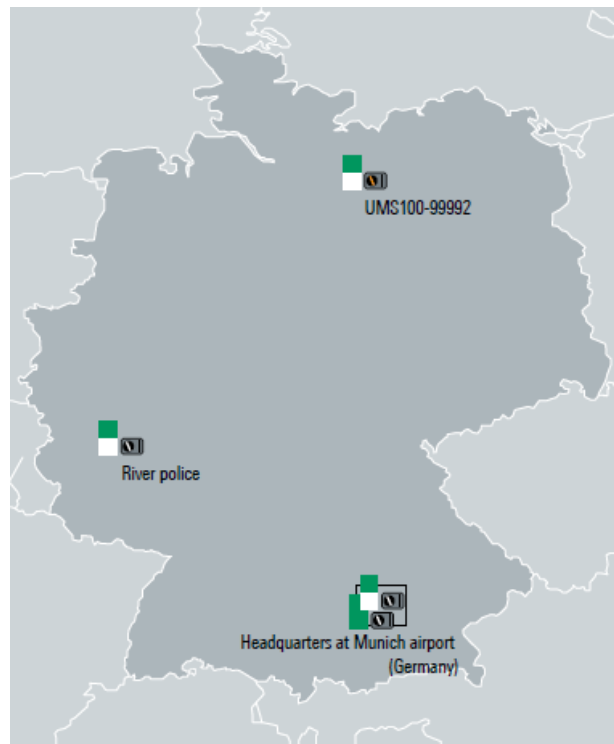


Рис. 1-8. Дисплей информационной системы станций радиоконтроля

1.6. Комплексные системы

Параллельная демодуляция нескольких узкополосных сигналов и одновременное широкополосное сканирование спектра

Несколько устройств R&S®EB500 могут быть комбинированы в систему с мощным мониторинговым приемником R&S®ESMD для совместной работы в составе этой системы. Каждый R&S®EB500 демоделирует сигнал выдает аудио или I/Q данные, в то время как R&S®ESMD, обладая исключительными характеристиками чувствительности, проводит поиск других сигналов.



Рис. 1-9. Пример системы мониторинга с параллельным анализом

Взаимосвязь R&S®ESMD и R&S®EB500 для осуществления передачи сигналов выполняется посредством ПО R&S®RAMON. Главным преимуществом такой конфигурации является

быстрый поиск сигналов в широком диапазоне частот с возможностью параллельного выделения узкополосных потоков демодулированной информации. Это позволяет пользователю получить максимум информации за минимальное время.

1.7. ПО удаленного управления из комплекта поставки R&S®EB500-Control

Бесплатное ПО R&S®EB500-Control, являясь частью R&S®RAMON, позволяет осуществлять удобное и эффективное дистанционное управление работой приемника посредством ПК. ПО имеет интуитивно понятное меню, требующее минимальной подготовки операторов.

Быстрота и простота операций

Доступ к основным измерительным функциям осуществляется через окна быстрого запуска экрана программы.

ПО дает возможность графического отображения:

- Спектра ПЧ и временной водопадной диаграммы
- Панорамного обзора и временной водопадной диаграммы
- Измерения уровней сигналов с учетом полосы пропускания и модуляции

Пользователь имеет возможность изменения цветовых схем и размеров окон вывода информации, исходя из задач измерений. В режиме диаграмм доступны удобные функции измерений.

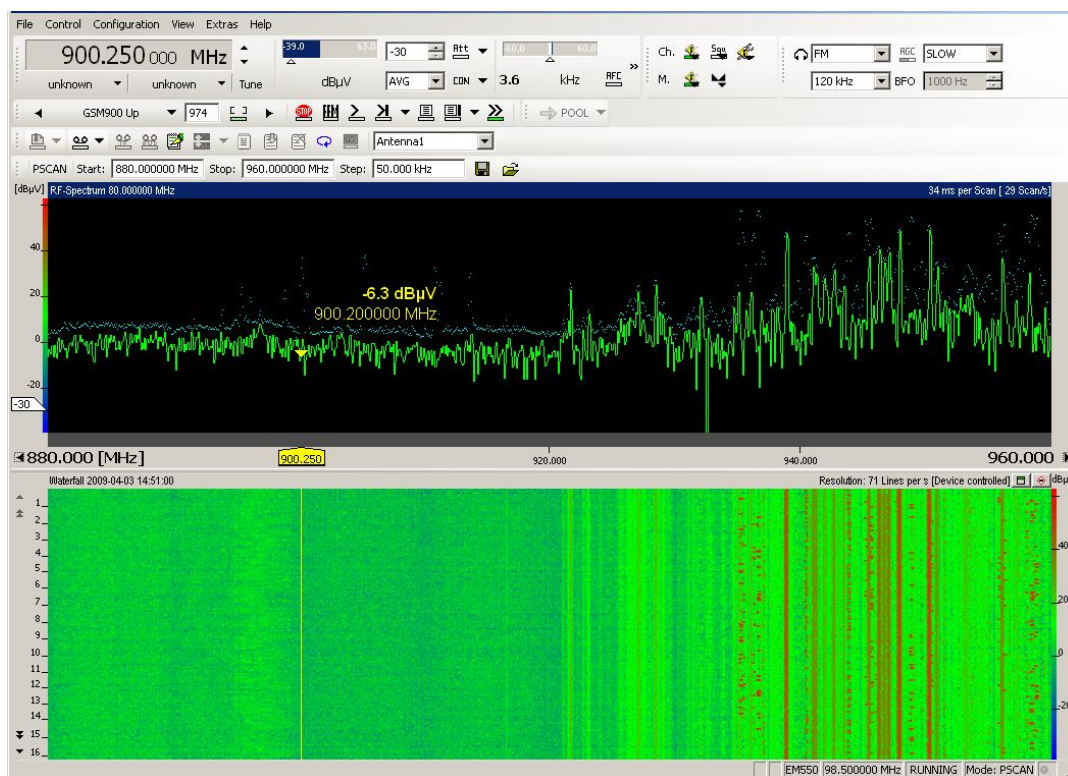


Рис. 1-10. Панорамное сканирование и режим временной диаграммы

Отображение, хранение и воспроизведение частотной и временной характеристики

ПО R&S®EB500-Control позволяет производить запись и воспроизведение спектра ПЧ и результатов панорамного сканирования. Цифровое аудио и I/Q данные шириной полосы до 5 МГц могут быть сохранены, например для последующей обработки и анализа сигналов цифровой модуляции.

Процесс записи данных частотного сканирования в буфер останавливается щелчком мыши, после чего данные доступны для воспроизведения и анализа.

По щелчку мыши интересующий радиоканал может быть сохранен в списке каналов. Список каналов доступен для редактирования. Станции из списка отображаются на спектре при работе.

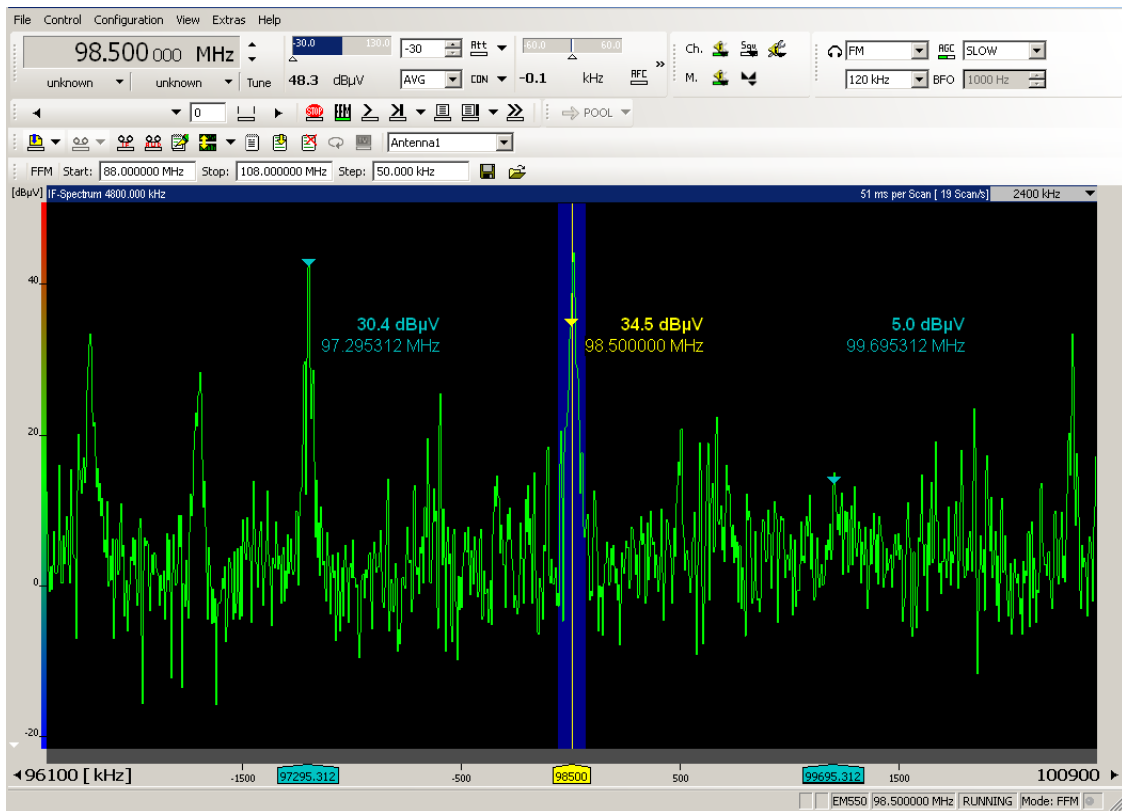


Рис. 1-11. Спектр ПЧ и маркерные функции

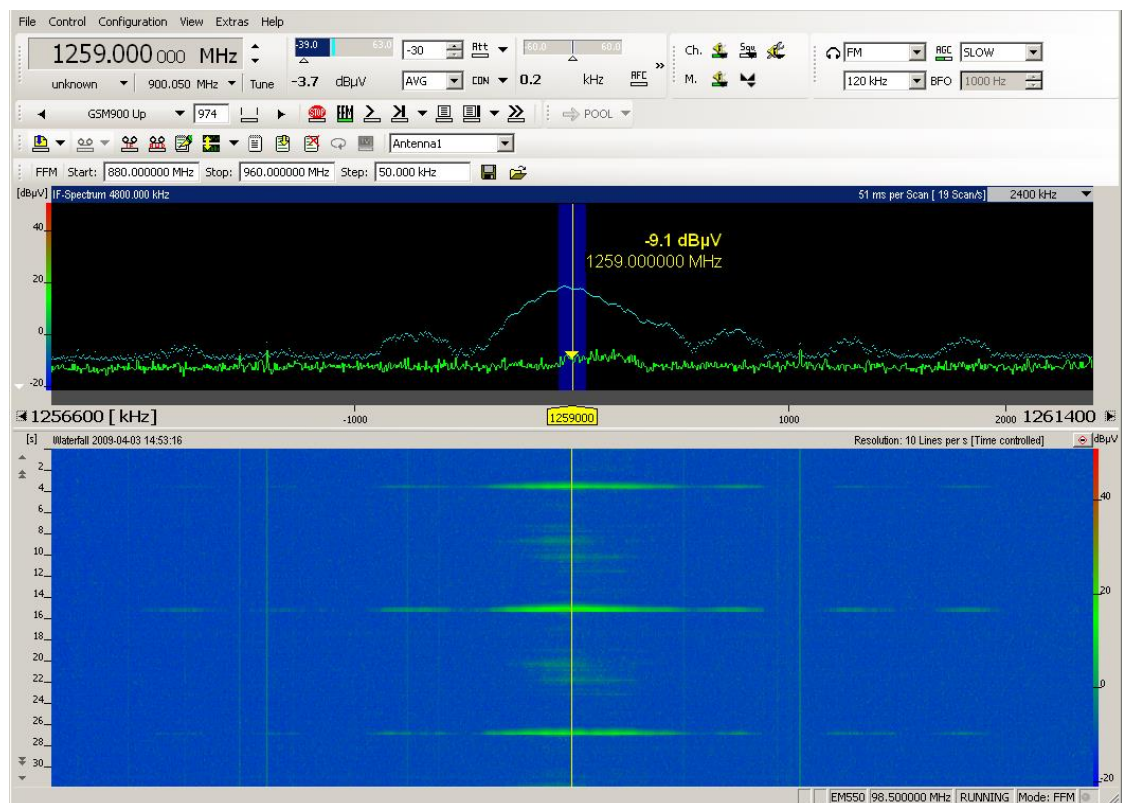


Рис. 1-12. Спектр и временная диаграмма излучения радара

1.8. Принцип работы

Входные каскады

Приемник оборудован двумя антенными входами. Один используется в диапазоне частот от 9 кГц до 32 МГц. Другой комбинированный разъем предназначен для работы от 9 кГц до 6 ГГц. Система переключателей распределяет входные сигналы по трем входным трактам передачи в зависимости от частоты.

Сигналы частотой 9 кГц до 32 МГц поступают на АЦП через блок преселекции, представляющий собой настраиваемые полосовые фильтры и 32 мегагерцовый фильтр нижних частот. Сигналы от 20 до 650 МГц и от 650 МГц до 6 ГГц после преселектора и предусилителя проходят двух и трех ступенчатую секцию ПЧ. Наличие преселектора и благодаря режиму низких искажений секция ПЧ защищена от перегрузок. После ПЧ сигнал поступает на АЦП.

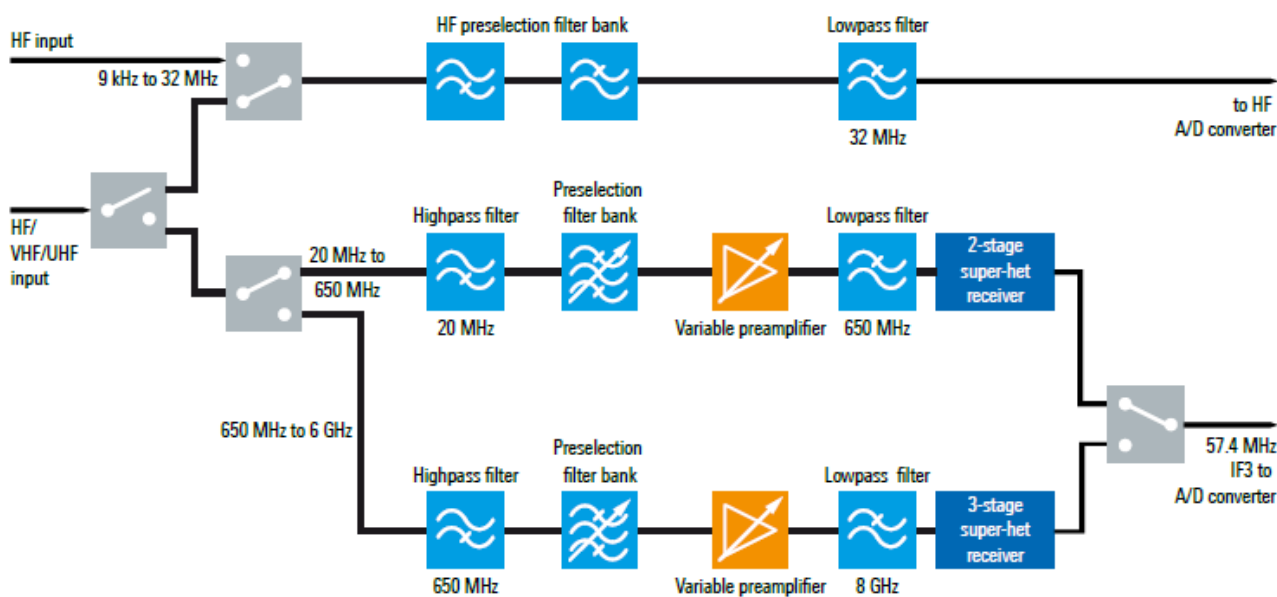


Рис. 1-13. Блок-диаграмма входных каскадов

Цифровая обработка сигнала

После АЦП (в обоих случаях) тракт сигнала разделяется:

В первом случае, спектр ПЧ рассчитывается с использованием цифрового понижающего конвертера (DDC), цифрового фильтра и блока БПФ. Полоса пропускания фильтра может быть установлена от 1 кГц до 20 МГц. Перед тем как спектр ПЧ попадает на выход LAN или на дисплей, результаты обрабатываются выбираемой пользователем функцией отображения: Average, MinHold или MaxHold.

Во второй части, которая также оборудована DDC и цифровыми фильтрами, происходит обработка сигнала для измерения уровня или демодуляции. Для обеспечения оптимального соотношения сигнал/шум различных сигналов приемник оборудован фильтрами ПЧ с полосой пропускания от 100 Гц до 5 МГц, устанавливаемых независимо от спектральных фильтров.

Абсолютная величина уровня сигнала определяется и взвешивается с использованием детекторов уровня Average, Peak, RMS или Fast (Sample). После чего результат измерений выводится на экран или передается по LAN.

Для выполнения аналоговой демодуляции сигнал после фильтрации проходит через этапы демодуляции, соответственно выбранным типам: AM, FM, USB, LSB, ISB, импульсная или CW, после чего попадает на вход усилителя (автоматического или ручного усиления). После этого этапа цифровой поток данных (I/Q данные) поступают для дальнейшей обработки.

Полученные результаты сохраняются в цифровом формате и могут быть переданы через LAN-порт на удаленный компьютер. Цифровые аудио сигналы преобразуются в аналоговые и доступны для прослушивания через наушники или встроенный динамик. Аналоговые сигналы могут быть преобразованы из потока I/Q данных посредством 16-битного цифро-аналогового конвертора, после чего доступны для обработки или передачи на видео выход.

Высокая чувствительность приемника и хорошее разрешение сигналов

Возможности R&S®EB500 позволяют устанавливать полосу анализа реального времени до 20 МГц, что дает возможность мониторинга даже коротких импульсных сигналов в полосе обзора 20 МГц без сканирования, в едином спектре. Полоса 20 МГц (режим AUTO) соответствует максимально широкому обзору; наиболее узкая полоса 1 кГц – максимальной чувствительности и наилучшему разрешению.

Спектр ПЧ получается в результате оцифровки сигнала быстрым преобразованием Фурье (БПФ), что дает ряд преимуществ: чувствительность приемника и разрешения сигнала значительно превосходят аналогичные параметры для аналоговых приемников при той же ширине спектра.

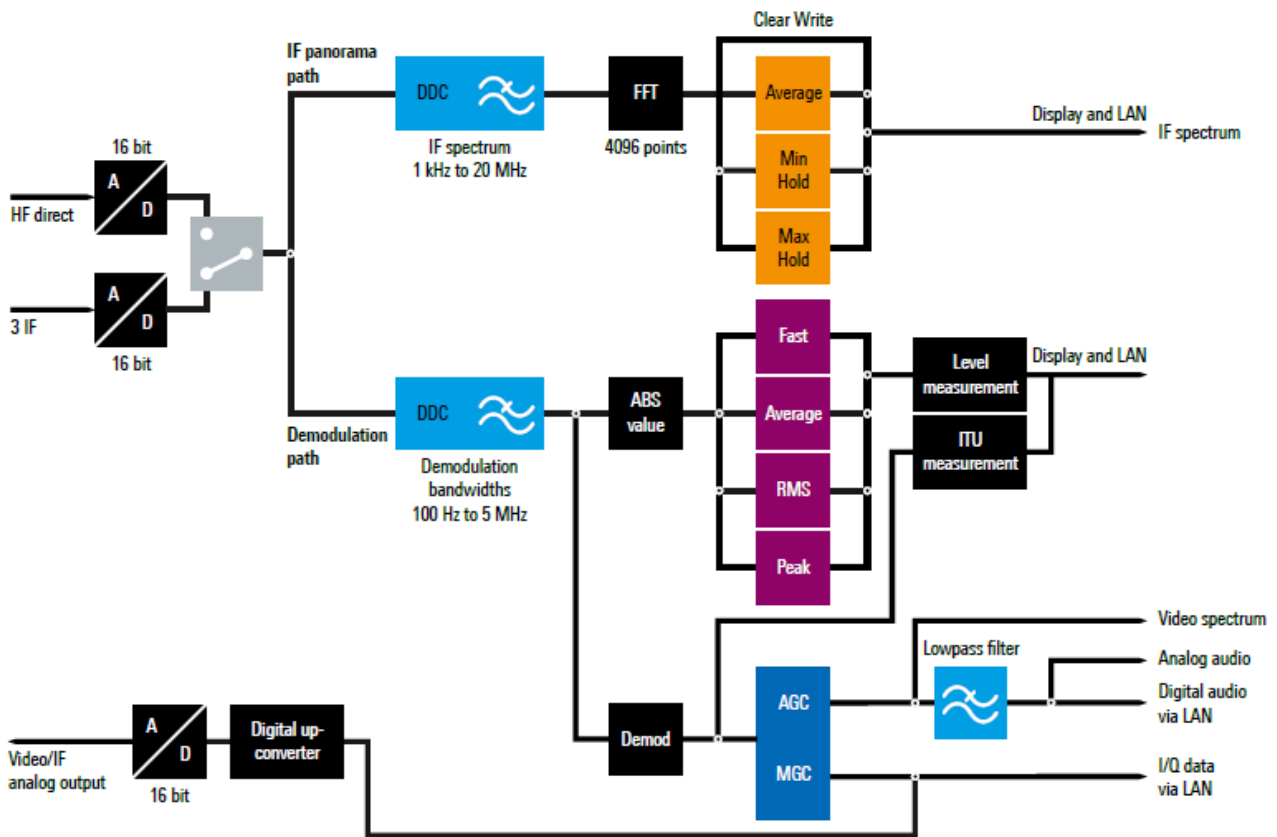


Рис. 1-14. Блок-схема обработки сигналов

Спектр ПЧ

Расчет БПФ происходит в несколько этапов. Рассмотрим упрощенную схему обработки для полосы 20 МГц, соответствующей наиболее широкому спектру.

В виду конечности крутизны фильтров ПЧ частота дискретизации f_s должна быть как минимум вдвое больше полосы пропускания фильтров ПЧ $BW_{IF\ spectrum}$, что соответствует значению коэффициента отношения этих величин > 2 и является мерой крутизны фильтра ПЧ:

$$\frac{f_s}{BW_{IF\ spectrum}} = const \quad ; \quad f_s = BW_{IF\ spectrum} \times const$$

Значение константы зависит от выбранной ширины спектра ПЧ, является функцией ширины полосы ПЧ.

Для ширины спектра ПЧ 20 МГц, значение константы составляет 1,28 для каждого канала обработки сигналов I и Q. Таким образом для отображения полосы в 20 МГц, частота дискретизации составляет 25,6 МГц, что соответствует итоговой частоте I/Q канала более чем в два раза превышающей ширину полосы спектра ПЧ.

При оцифровке сигналов R&S®EB500 4096 точек БПФ для построения спектра ПЧ. Для расчета точек полоса 25,6 МГц для обоих каналов делится на 4096 равных участков, соответствующих бинам передачи данных.

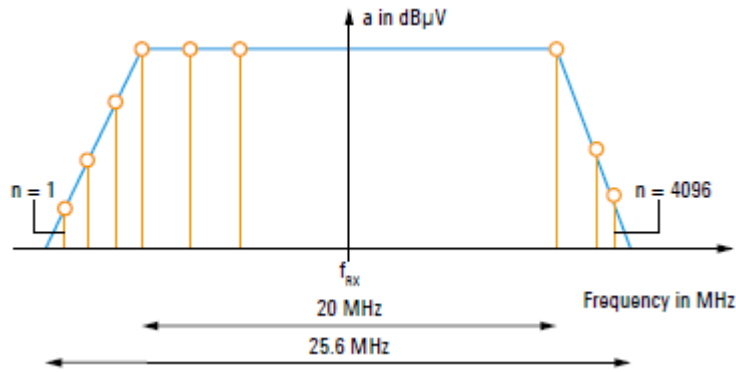


Рис. 1-15. Построение спектра ПЧ

Таким образом, полоса пропускания каждого участка BW_{Bin} составляет 6,25 Гц. Что означает, что при расчёте отображаемого уровня шумов приемника (DNL) ширина бина в 6,25 Гц должна приниматься за требуемое значение полосы пропускания:

$$DNL = -174 \text{ dBm} + NF + 10 \times \log(BW_{bin}/\text{Hz})$$

где NF – коэффициент шума приемника (результат наложения оконной функции Блэкмана не принят во внимание для упрощения расчётов).

Данный пример показывает, что благодаря цифровой обработке сигналов и процессору с высоким разрешением, действительное значение разрешения полосы пропускания (RBW), принимаемой для расчётов, гораздо меньше полосы обзора для режима измерений реального времени в 20 МГц.

Другим преимуществом высокого разрешения при расчёте БПФ является возможность достоверного контроля характеристик близко расположенных сигналов. Режим реального времени обеспечивает захват и отображение двух близко расположенных сигналов без слияния их спектров.

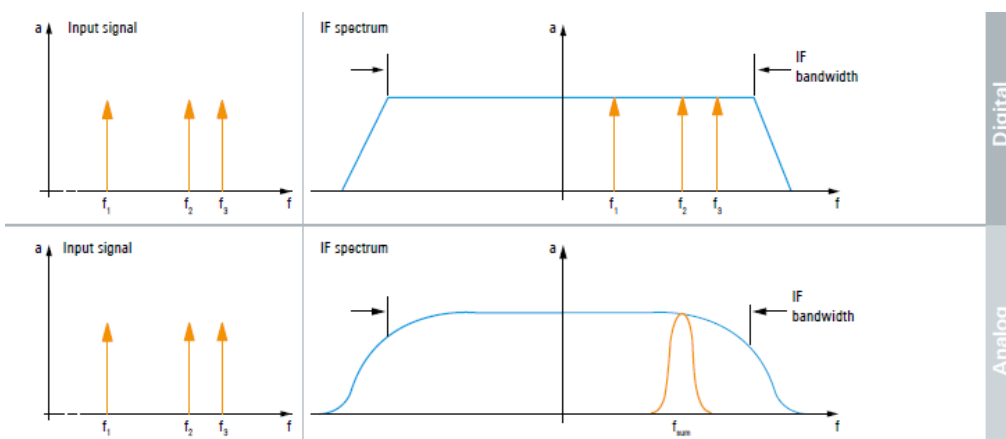


Рис. 1-16. Цифровой (сверху) и аналоговый (снизу) механизм обработки сигналов

В аналоговом приемнике разрешения полосы пропускания соответствует установленному значению полосы пропускания входных фильтров ($RBW = BW_{IF \text{ spectrum}}$). В результате на дисплее отобразится один суммарный сигнал, вместо трех, показанных на рисунке.

Панорамное сканирование

Максимальная ширина полосы БПФ 20 МГц обеспечивает невероятно быстрое широкополосное сканирование спектра (панорамное сканирование). В данном режиме работы окна шириной 20 МГц последовательно склеиваются для обеспечения требуемого диапазона частот сканирования. После быстрого обзора широкого диапазона частот в режиме сканирования, режим измерения на фиксированной частоте используется для получения лучшего разрешения. Ширина данного окна и количество точек БПФ (длина БПФ) задаются настройками приемника.

В режиме сканирования пользователь может выбрать между 24 различными разрешениями полосы пропускания от 100 Гц до 2 МГц, соответствующим ширине участков разбиения спектра (ширине бинов). Разрешение 2 МГц соответствует максимальной скорости сканирования, 100 Гц – максимальной чувствительности.

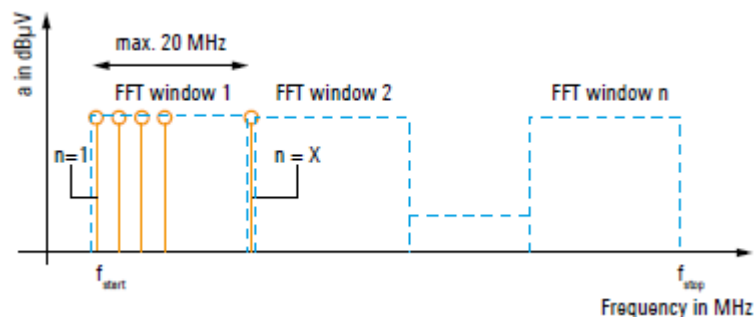


Рис. 1-17. Механизм обработки сигналов в режиме панорамного сканирования

Размером задаваемого разрешения (от 100 Гц до 2 МГц) определяется так же отображаемый уровень собственных шумов в режиме панорамного сканирования, аналогично режиму фиксированной частоты, описанному ранее. Более того, задавая разрешение полосы пропускания, пользователь задает разрешение по частоте, значение которого важно правильно выбирать при работе с радио службами для правильного выбора ширины частотного канала.

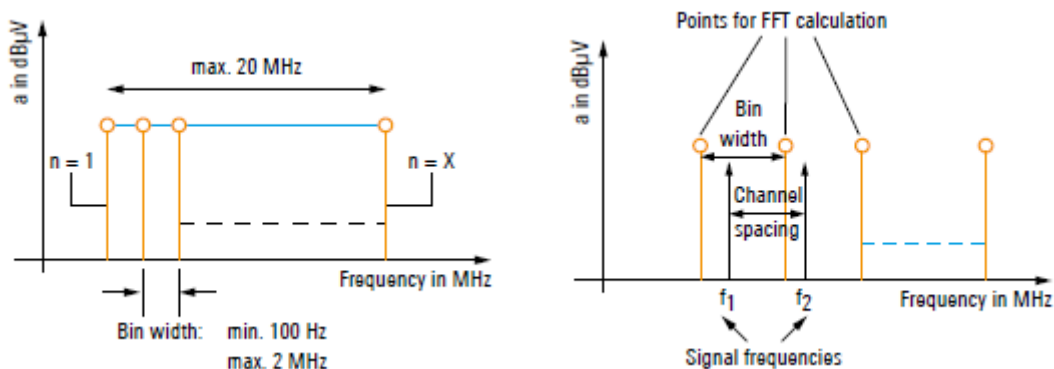


Рис. 1-18. Разрешение сигнала в режиме панорамного сканирования (слева). Соответствие ширины частотного бина ширине канала (справа)

Из всего перечисленного следуют очевидные преимущества применения принципов цифровой обработки сигналов при разработке мониторинговых приемников. Высокая чувствительность (при отличном разрешении) совмещается с возможностью высокоскоростного сканирования и обзора, что значительно увеличивает вероятность перехвата сигналов.

2. Техническая спецификация

Технические данные	
Диапазон рабочих частот:	от 9 кГц до 6 ГГц.
Разрешение по частоте:	1 Гц.
Частота внутреннего опорного генератора:	10 МГц.
Пределы относительной погрешности воспроизведения частоты опорного генератора:	$\pm 10^{-6}$.
Точка пересечения по интермодуляционным составляющим второго порядка:	от 1 МГц до 32 МГц не менее 70 дБм (режим малых искажений); от 20 МГц до 6 ГГц не менее 50 дБм (режим малых искажений).
Точка пересечения по интермодуляционным составляющим третьего порядка (режим малых искажений):	от 1 МГц до 32 МГц не менее 30 дБм (отстройка 150 кГц); от 20 МГц до 650 МГц не менее 15 дБм (отстройка 2 МГц); от 650 МГц до 6 ГГц не менее 10 дБ (отстройка 2 МГц).
Уровень подавления зеркального канала приема промежуточной частоты (ПЧ):	от 9 кГц до 32 МГц прямое преобразование (зеркальный канал приема отсутствует); от 20 МГц до 6 ГГц не менее 80 дБ.
Уровень подавления каналов приема ПЧ	от 9 кГц до 32 МГц прямое преобразование; от 20 МГц до 6 ГГц не менее 80 дБ.
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 14 дБ (нормальный режим); от 3,6 ГГц до 6 ГГц не более 20 дБ (нормальный режим).
Чувствительность:	АМ (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 3,6 ГГц не более минус 107 дБ; от 3,6 ГГц до 6 ГГц; не более минус 101 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 3,6 ГГц не более минус 107 дБ; от 3,6 ГГц до 6 ГГц; не более минус 101 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 от 3,6 ГГц до 6 ГГц не более минус 107 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; от 3,6 ГГц до 6 ГГц не более минус 113 дБ.
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).
Диапазон установки порогового шумоподавителя:	от минус 30 до 120 дБмкВ.
Регулировка усиления:	АРУ (быстрый/стандартный/медленный режимы); ручная (шаг 1 дБ).
Автоматическая подстройка частоты:	автоматическая повторная настройка для нестабильных по частоте сигналов $\pm 1/2$ полосы ПЧ (от 100 Гц до 5 МГц).
Ширина полосы пропускания канальных фильтров 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.
Коэффициент прямоугольности канальных фильтров ПЧ:	$\leq 1:1,7$ для фильтров от 100 Гц до 2 МГц (по уровням ослабления 3 дБ и 60 дБ); $\leq 1:1,6$ для фильтра 5 МГц (по уровням ослабления 3 дБ и 50 дБ).
Разрешение АЦП:	16 бит.
Диапазон измерения уровня входного сигнала:	от минус 147 дБм до 13 дБм с разрешением 0,1 дБ.
Погрешность измерений уровня сигнала:	$\pm 1,5$ дБ.
Тип детектора:	средний, пиковый, быстрый, среднеквадратический.
Режим измерений (режим свипирования):	непрерывный, периодический (время измерений от 0,5 мс до 900 с или автоматический).
Разрешение по частоте:	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.
Диапазон установки полосы 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.
Режимы отображения:	перезапись, усреднение, удержание мин., удержание макс., гистограмма, пульсация.
Измерение параметров модуляции (с опцией EB500-IM):	АМ (глубина модуляции): АМ, АМ+, АМ-, m = от 0 до 999,9 %, разрешение 0,1, $f_{\text{макс}} = 2,5$ 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). ЧМ (девиация): ЧМ, ЧМ+, ЧМ-, Δf = от 0 до 10 МГц, разрешение 1 Гц, $f_{\text{макс}} = 2,5$ МГц ($f_{\text{мод}} + \text{девиация}$). Погрешность определения не более 2 % от применяемой полосы ПЧ (абсолютн.) (С/Ш более 40 дБ, ЗЧ = 1 кГц). ФМ: Δf = от 0 до 12,5 рад, разрешение 0,01 рад, $f_{\text{макс}} = 2,5$ МГц ($f_{\text{мод}} + \text{девиация}$). Погрешность определения не более 0,1 рад (С/Ш более 40 дБ, ЗЧ = 1 кГц).
Характеристики сканирования:	Сканирование по памяти: 10 000 определяемых ячеек памяти, скорость сканирования до 500 каналов/с; Сканирование по частоте: выбираемая начальная/конечная частота и шаг, скорость сканирования до 500 каналов/с; Панорамное сканирование (с опцией R&S EB500-PS): ВЧ спектр с выбираемой начальной/конечной частотой, шаг по частоте: 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.
Тип входа:	1 вход ВЧ, N-тип, 50 Ом; 1 вход ВЧ/ОВЧ/УВЧ (комбинированный), N-тип, 50 Ом (коммутируемый).
КСВН входа:	До 3,6 ГГц не более 2,0; от 3,6 до 6 ГГц не более 2,5.
Допустимый входной уровень без повреждения:	15 дБм (по данным фирмы изготовителя)
Параметры преселектора (по данным фирмы изготовителя):	от 9 до 400 кГц ФНЧ; от 400 кГц до 32 МГц переключаемый ФВЧ/ФНЧ;

	от 20 МГц до 1500 МГц перестраиваемый преселектор (ЖИГ-фильтр); от 1500 МГц до 6 ГГц полосовой фильтр.
Ступенчатый аттенюатор:	в диапазоне от 400 кГц до 32 МГц - от 0 до 25 дБ шагом 5 дБ (ручная или автоматическая установка); в диапазоне от 20 МГц до 6 ГГц – от 0 до 40 дБ с шагом 1 дБ.
Габаритные размеры (ширина×высота×длина):	не более 213×132×450 мм.
Масса:	не более 7,5 кг (базовая комплектация без опций).
Рабочие условия эксплуатации:	температура окружающего воздуха от 0 до 55 °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.

Для получения большей информации о работе в режиме пеленгования сигналов с опцией R&S®EB500-DF обратитесь к техническому описанию на R&S®DDF205.

3. Комплект поставки

Комплект поставки R&S®EB500 включает:

- Приемник измерительный R&S®EB500 в транспортной упаковке;
- сетевой кабель;
- сетевой кабель LAN;
- руководство пользователя (CD-ROM);
- системный диск (CD-ROM).

4. Информация для заказа

Наименование	Тип	Код заказа
Мониторинговый приемник Без передней панели, для удаленного управления, диапазон частот 30 МГц – 3,6 ГГц, полоса анализа 20 МГц	R&S®EB500	4072.5004.02
Мониторинговый приемник С панелью управления, диапазон частот 20 МГц – 3,6 ГГц, полоса анализа 20 МГц	R&S®EB500	4072.5004.03
Опции		
НЧ диапазон частот 9 кГц – 32 МГц	R&S®EB500-HF	4072.8003.02
СВЧ диапазон частот 3,6 – 6,0 ГГц	R&S®EB500-SHF	4072.9300.02
Панорамное сканирование Широкополосное высокоскоростное сканирование с изменяемым разрешением	R&S®EB500-PS	4072.9200.02
Опция записи на встроенную память Запись трассы сигнала в режиме FFM и PSCAN	R&S®EB500-IR	4072.9551.02
Опция картографии Отображение картографической информации непосредственно на экране (для приборов с передней панелью модели 03)	R&S®EB500-Map	4072.9451.02
Измерение параметров сигналов согласно рекомендациям МСЭ Глубина модуляции, девиация частоты, фазовый угол, напряженность поля, ширина полосы сигнала, стерео/моно передатчики	R&S®EB500-IM	4072.9100.02
Опция цифровых приемников Три дополнительных цифровых приемника с независимым заданием параметров и выводом результатов измерений внутри полосы ПЧ	R&S®EB500-DDC	4072.7036.00
Анализ сигналов селективных вызовов Декодирование и демодуляция сообщений пейджинговой связи	R&S®EB500-SL	4072.9800.02
Опция пеленгования сигналов Цифровой пеленгатор сигналов DDF205 *	R&S®EB500-DF	4072.9400.02
Опция корректировки ошибок пеленгования Работа с таблицами поправочных коэффициентов для корректировки результатов пеленгования	R&S®EB500-COR	4072.9600.02
Широкополосное пеленгование Режим одновременного определения пеленгов всех наблюдаемых в полосе обзора сигналов	R&S®EB500-WDF	4072.9651.02
Программное обеспечение для измерения параметров сигналов с цифровой и аналоговой модуляцией согласно рекомендациям МСЭ ITU-R SM.1600	R&S®CA100IS	4071.5817.02
Адаптер 19 “ для установки в стойку Для двух приемников, расположенных рядом	R&S®ZZA-T04	1109.4187.00
Адаптер 19 “ для установки в стойку Для одного приемника	R&S® ZZA-T02	1109.4164.00

* Для получения большей информации о функции пеленгования сигналов и применяемых пеленгаторных антеннах обратитесь к техническому описанию цифровых одноканальных пеленгаторов DDF2x_T1.

5. Контактная информация

Головное предприятие:

ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co. KG
Mühlendorfstraße 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