



Цифровой сканирующий пеленгатор ВЧ/ОВЧ/УВЧ диапазона R&S® DDF 0xA

От 0,3 МГц до 3000 МГц

- ◆ Широкий диапазон частот от 0,3 (0,009) МГц до 3000 МГц
- ◆ Полоса быстрого преобразования Фурье примерно 10 МГц в реальном масштабе времени
- ◆ Высокая скорость сканирования до 30 ГГц/с (в режиме корреляционного интерферометра)
- ◆ Высокая скорость обработки данных до 240000 каналов/с (в режиме корреляционного интерферометра)
- ◆ Великолепные характеристики для сигналов высокого уровня
- ◆ Высокая степень подавления соседнего канала
- ◆ Компактность
- ◆ Алгоритмы корреляционного интерферометра и Ватсона-Ватта в стандартной конфигурации
- ◆ Автоматический выбор порога шумоподавления
- ◆ Возможность записи необработанных данных (опция)
- ◆ Предварительный классификатор (опция)
- ◆ Широкий выбор антенн для стационарного и мобильного применения
- ◆ Синхронная пеленгация (опция)
- ◆ Пеленгация сигналов GSM (опция)
- ◆ Простота подключения к другим системам через интерфейсы Ethernet и CORBA

*Уменьшена минимальная длительность сигнала
в ВЧ и ОВЧ/УВЧ диапазонах*



ROHDE & SCHWARZ



Общая информация

Семейство пеленгаторов R&S®DDF 0xA, обладающее чрезвычайно высокой скоростью сканирования, относится к последнему поколению сканирующих пеленгаторов компании Rohde & Schwarz. Оно включает однодиапазонные ВЧ (R&S®DDF 01A) и ОВЧ/УВЧ (R&S®DDF 05A) пеленгаторы, а также хорошо зарекомендовавшие себя комбинированные ВЧ/ОВЧ/УВЧ пеленгаторы (R&S®DDF 06A).

Объединение ОВЧ/УВЧ пеленгатора R&S®DDF 05A с широкополосной ВЧ опцией R&S®DDF A-WB для работы в режиме непосредственного приема позволяет получить чрезвычайно компактный полндиапазонный ВЧ/ОВЧ/УВЧ пеленгатор.

С пеленгаторами можно использовать все антенны семейства R&S®ADDx и антенный интерфейс R&S®GX060.

Цифровые методы пеленгации

Сокращение DDF в обозначении пеленгаторов R&S®DDF 0xA расшифровывается как «digital direction finder» (цифровой пеленгатор) и показывает, что направление пеленга определяется цифровыми методами, т.е. комплексные напряжения антенн измеряются высококачественным трехканальным пеленгаторным приемником, который работает подобно векторному анализатору, и затем оцифровываются. Пеленги всех сигналов обрабатываются параллельно и независимо друг от друга с помощью математических алгоритмов. Возможно использование и классических методов пеленгации, таких как метод Ватсона-Ватта, и современного метода корреляционного интерферометра.

Корреляционный интерферометр

Корреляционный интерферометр обладает следующими преимуществами по сравнению с классическими методами:

- ◆ снижение числа ошибок, вызванных отражениями и деполяризацией;
- ◆ определение надежного критерия качества пеленгации для обработки и фильтрации пеленгационных данных;
- ◆ возможность использования пеленгаторных антенн с широкой апертурой и минимальным числом антенных элементов (предпочтительно кольцевых антенных решеток).

Метод Ватсона-Ватта обладает следующими отличительными особенностями:

- ◆ максимальная скорость сканирования/пеленгации с трехпроходной обработкой (требуется только один этап измерения);
- ◆ использование небольших антенн ВЧ диапазона;
- ◆ простота адаптации существующих антенн Эдкока (особенно в ВЧ диапазоне).

Возможности и применение

- ◆ Автоматические пеленгационные системы с высокой вероятностью перехвата
- ◆ Перехват и пеленгация пакетных сигналов и сигналов со скачкообразной перестройкой частоты с помощью автоматических методов обработки
- ◆ Внутренняя обработка данных, позволяющая отбросить цели, не представляющие интереса (селективное по направлению сканирование), что позволяет оптимизировать работу автоматических систем перехвата
- ◆ Сегментация пеленгов с помощью предварительного классификатора передатчиков R&S®DDF-CL (опция) и передача заданий автоматическим приемникам
- ◆ При использовании корреляционной обработки возможен также расчет угла места в ВЧ диапазоне; реализация одностанционных пеленгационных систем (SSL)
- ◆ Гибкое стационарное и мобильное применение (на автомобилях, кораблях и летательных аппаратах) за счет выбора соответствующих алгоритмов пеленгации и конфигурации антенн, и особенно антенн с широкой апертурой

Тип	Рабочий диапазон	Диапазон частот
R&S®DDF 01A	ВЧ	от 0,3 МГц до 30 МГц
R&S®DDF 05A	ОВЧ/УВЧ	от 20 МГц до 1300 МГц от 20 МГц до 3000 МГц в зависимости от конфигурации антенны
R&S®DDF 06A	ВЧ/ОВЧ/УВЧ	от 0,3 МГц до 1300 МГц от 0,3 МГц до 3000 МГц в зависимости от конфигурации антенны
R&S®DDF 05A плюс R&S®DDFA-WB	ВЧ ¹⁾ /ОВЧ/УВЧ	от 0,3 МГц до 3000 МГц

¹⁾ ВЧ: режим непосредственного приема.

Конфигурация системы

Цифровые сканирующие пеленгаторы R&S®DDF 0xA перекрывают диапазон ВЧ/ОВЧ/УВЧ от 0,3 МГц до 1300/3000 МГц с минимальным числом антенн.

В зависимости от рабочего диапазона частот пеленгаторы имеют разные обозначения (см. приведенную выше таблицу).

Каждый пеленгатор состоит из четырех функциональных блоков:

- ◆ Пеленгационная антенная система
- ◆ Пеленгационный преобразователь со встроенными трехканальными приемными модулями
- ◆ Блок цифровой обработки сигнала
- ◆ Управляющий компьютер и программное обеспечение

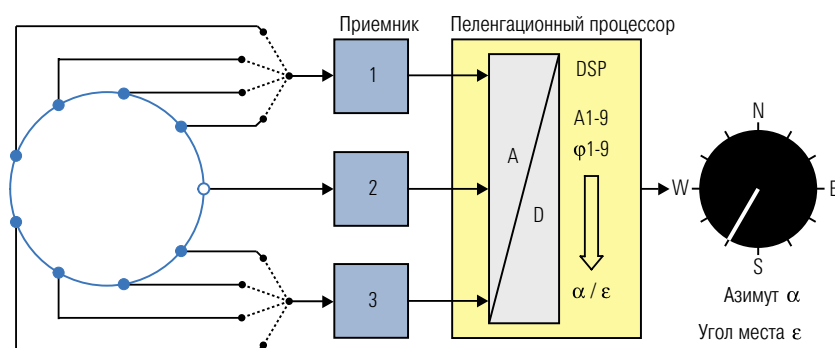
Пеленгационное оборудование для ВЧ диапазона состоит из пеленгационного ВЧ преобразователя R&S®EH 110 и блока цифровой обработки R&S®EBD660. В диапазоне ОВЧ/УВЧ используется пеленгационный ОВЧ/УВЧ преобразователь R&S®ET550 (от 20 МГц до 3000 МГц) и блок цифровой обработки R&S®EBD660. Возможно создание конфигурации, перекрывающей весь диапазон частот (от 0,3 МГц до 3000 МГц).

Три метода пеленгации

Стандартное программное обеспечение блока цифровой обработки поддерживает алгоритм пеленгации Ватсона-Ватта, корреляционный интерферометр и метод согласования векторов. Это позволяет использовать любой метод обработки, в зависимости от антенной системы и операционных требований.

Цифровые сканирующие пеленгаторы R&S®DDF 0xA оснащены встроенным тестовым оборудованием (BITE), которое в некоторых случаях позволяет локализовать неисправности с точностью до модуля.

Обновление программного обеспечения выполняется на управляющем компьютере (например, через Интернет или в режиме дистанционного управления).



Блок-схема пеленгатора R&S®DDF 0xA.

Концепция управления и отображения

Пеленгаторы семейства R&S®DDF 0xA не имеют органов управления и индикации. Они управляются с внешнего компьютера, подключенного к пеленгационной системе через сетевой интерфейс (LAN). Все функции управления и отображения реализованы в стандартном программном обеспечении, которое поставляется с каждой системой и работает под управлением Windows XP. Конфигурация системы большей частью распознается автоматически (тип антенны, компас, опции).

Имеются четыре режима пеленгации:

Режим сканирования (быстрое пеленгующее сканирование)

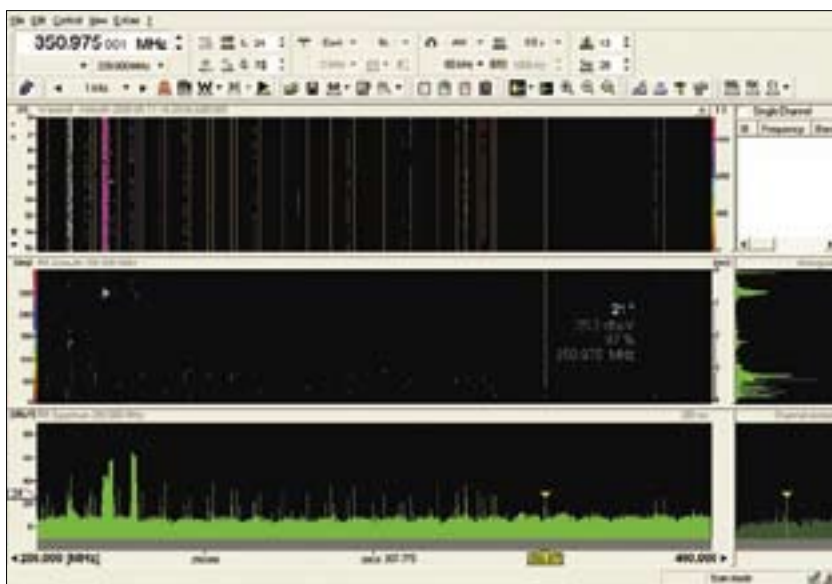
В этом режиме выполняется сканирование с максимальной скоростью в указанном частотном диапазоне или по списку частот. Пользователь вводит частотный диапазон (начальную и конечную частоту) или список частот, значение нижнего и, при необходимости, верхнего порогового уровня и разрешение по частоте. Можно определить несколько диапазонов сканирования. Можно также указать два сектора по азимуту и (в ВЧ диапазоне) диапазон угла места. Кроме того, можно подавлять указанные диапазоны частот или дискретные частоты (до 1000 штук).

Чрезвычайно высокие скорости сканирования до 30 ГГц/с (см. технические характеристики)

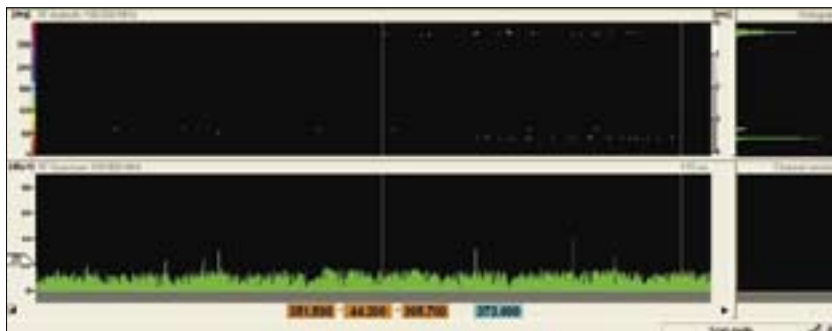
Широкое окно анализа с большой скоростью смещается по шагам в указанном диапазоне частот. Все сигналы, захваченные в этом окне, обрабатываются параллельно (т.е. одновременно) с помощью быстрого преобразования Фурье (FFT) с выбранным разрешением.

Результаты пеленгации можно представить несколькими способами.

Самый простой способ заключается в представлении пеленгационных значений точками в режиме «зависимости пеленга от частоты». Расположенное ниже окно «зависимости уровня сигнала от частоты» показывает текущую занятость выбранного диапазона частот (или нескольких диапазонов), а также уровни сигнала (отображение спектра).



Режим сканирования.



Пеленгация двух источников со скачкообразной перестройкой частоты, работающих со скоростью 500 скачков/с в одном и том же диапазоне частот.

Скорость сканирования и разрешение в канале

Скорость сканирования сильно зависит от выбранного разрешения. Чем меньше разрешение, тем быстрее устанавливается фильтр и тем выше скорость сканирования. Поэтому вместе с разрешением важно указывать скорость сканирования.

Можно также отображать сигналы в виде водопадной диаграммы, отражающей хронологический порядок их поступления. Для лучшего различения сигналов (по уровню или по азимуту) можно обозначить их разным цветом. При необходимости, порог обработки (шумоподавления) можно установить так, чтобы он автоматически настраивался на уровень шумов.

Большинство функций доступны прямо с экрана дисплея (через соответствующие значки). Они позволяют отмечать поддиапазоны частоты, азимута и уровня или определять диапазоны масштабирования.

Скорость сканирования и загрузка канала

R&S®DDF 0xA относится к тем немногим пеленгаторам, скорость сканирования которых не зависит от загрузки канала. Другими словами, скорость сканирования пеленгатора не меняется и остается постоянной даже при 100 % загрузке канала. В большинстве обычных пеленгаторов скорость сканирования быстро снижается при повышении загрузки канала. По этой причине скорость сканирования обычно указывается только для загрузки канала 10 %. Однако это значение быстро превышает при пеленгации слабых сигналов, близких к уровню шумов, или сигналов с распределенным спектром (DSSS) ниже уровня собственных шумов.

Результаты можно вывести в виде гистограммы для стабильного представления пеленга.

Обнаруженные в спектре или на экране пеленгации частоты сигналов, которые предположительно могут оказаться интересными, можно передать на дальнейшую обработку в автоматический приемник, для чего достаточно щелкнуть на соответствующем символе. Таким образом можно управлять несколькими приемниками.

Результаты, собранные за некоторый период времени, можно сохранить на жестком диске управляющего компьютера для последующего анализа.

Скорость сканирования и избирательность канала

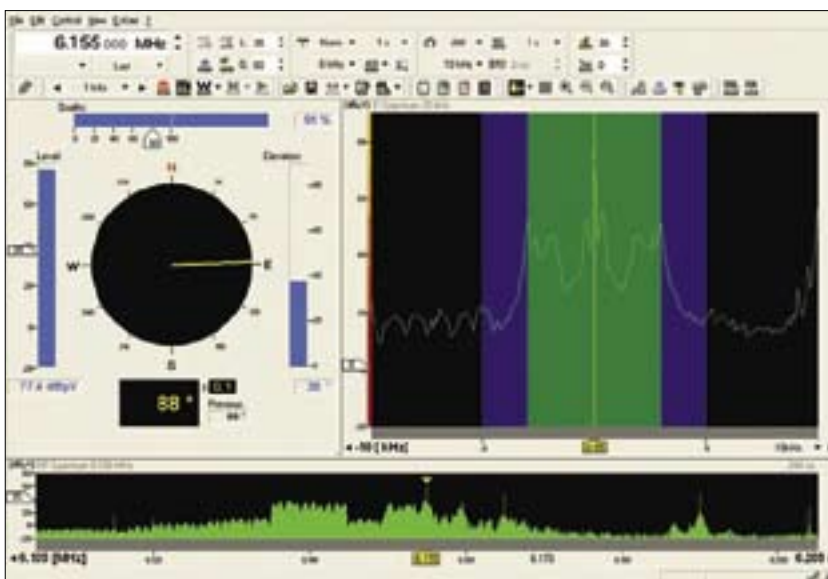
При указании скорости сканирования важно указать условия избирательности, при которых достигается эта скорость. В общем случае, чем меньше избирательность канала, тем выше скорость сканирования. Однако с понижением избирательности ухудшается подавление сигналов соседнего канала, и сигналы занятых соседних каналов могут повлиять на результаты пеленгации. Избирательность характеризуется коэффициентом формы, который определяется, как отношение полосы пропускания сигналов нежелательного соседнего канала по уровню 60 дБ к полосе пропускания по уровню 3 дБ. R&S®DDF 0xA в режиме сканирования имеет коэффициент формы 3,6. Коэффициент формы примерно равен произведению времени измерения T на полосу B ($B \times T$ или BT). Произведение $B \times T$ для R&S®DDF 0xA равно 4, что позволяет достичь необходимой избирательности.

Режим фиксированной частоты (FFM)

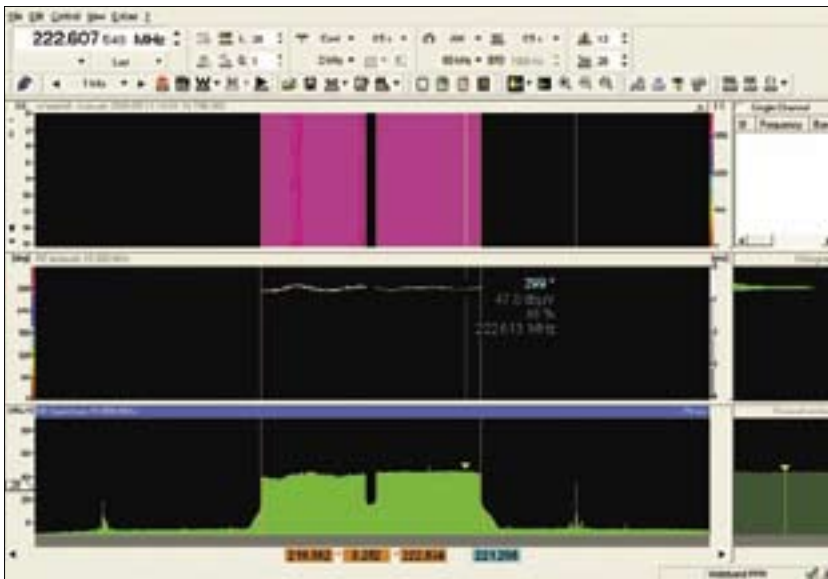
В этом режиме окно быстрого преобразования Фурье (FFT) привязано к выбранной центральной частоте и показывает занятость спектра в полосе 20 кГц или 1 МГц для ВЧ диапазона и в полосе 100 кГц или 2 МГц для ОВЧ/УВЧ диапазона. Пеленг, полученный для центральной частоты, отображается в полярных координатах или в виде гистограммы с водопадной диаграммой. В режиме FFM можно демодулировать сигнал центральной частоты. Сигнал звуковой частоты в аналоговой и цифровой форме выводится на интерфейс LAN для дальнейшей обработки.

Режим поиска

В этом режиме выполняется поиск активных сигналов в частотных диапазонах или по списку частот. В отличие от режима сканирования, пеленгатор задерживается в течение указанного времени на частоте обнаруженного сигнала, уровень которого превышает заданный порог. Это позволяет выполнить кратковременный мониторинг и усреднить значение пеленга перед продолжением поиска. Результаты пеленгации выводятся в том же виде, что и для режима фиксированной частоты.



Режим фиксированной частоты (FFM), режим поиска.



Широкополосный режим (WFFM).

**Впервые:
широкополосный режим**

Фиксированный широкополосный режим (WFFM)

В этом режиме пеленгатор одновременно определяет пеленги во всех каналах, попадающих в полосу быстрого преобразования Фурье. Имеется возможность непосредственной установки всех соответствующих параметров, таких как разнесение каналов, время интегрирования и порог качества пеленгации.

Результаты можно выводить в нескольких форматах, например, спектр, зависимость пеленга от частоты и водопадная диаграмма.

**Впервые:
параллельное усреднение
во всех каналах**

Помимо всего прочего, режим WFFM предлагает новую функцию параллельного усреднения во всех каналах, которая значительно повышает вероятность пеленгации слабых сигналов. В этом режиме удастся надежно обнаруживать и пеленговать даже сигналы DSSS с уровнем ниже уровня собственных шумов.

Число антенных элементов

Пеленгаторные антенны с большим числом элементов применяются, как правило, при больших диаметрах антенн. Однако увеличение числа антенных элементов дает явное преимущество даже при том же диаметре антенны. Например, девятиэле-

Точность и чувствительность

Тестируя R&S®DDF 0xA в реальных условиях, Вы будете приятно удивлены стабильностью и точностью пеленгации даже слабых сигналов. Этого удалось достичь благодаря тщательно продуманной рабочей концепции, которая описана в следующем разделе.

Концепция виртуальных приемников

С самого начала разработка этого пеленгатора велась в расчете на высокую точность и чувствительность. Поэтому было принято решение в пользу концепции виртуальных приемников, которая обладает существенными преимуществами в отношении упомянутых параметров.

Суть концепции виртуальных приемников заключается в том, что большое число антенных элементов с очень большой скоростью последовательно подключается к небольшому числу приемников. В результате создается впечатление, что каждый антенный элемент имеет собственный тракт приема. Существенное преимущество этого метода в том, что большие пеленгаторные антенны с большим числом антенных элементов не требуют соответствующего числа трактов приема, что обошлось бы очень дорого, поскольку, чем больше антенна, тем больше требуется антенных элементов.

ментная антенна обладает большей точностью и стабильностью, чем пятиэлементная антенна, благодаря тому факту, что с нее можно снять почти вдвое больше сигналов, которые затем используются для усреднения.

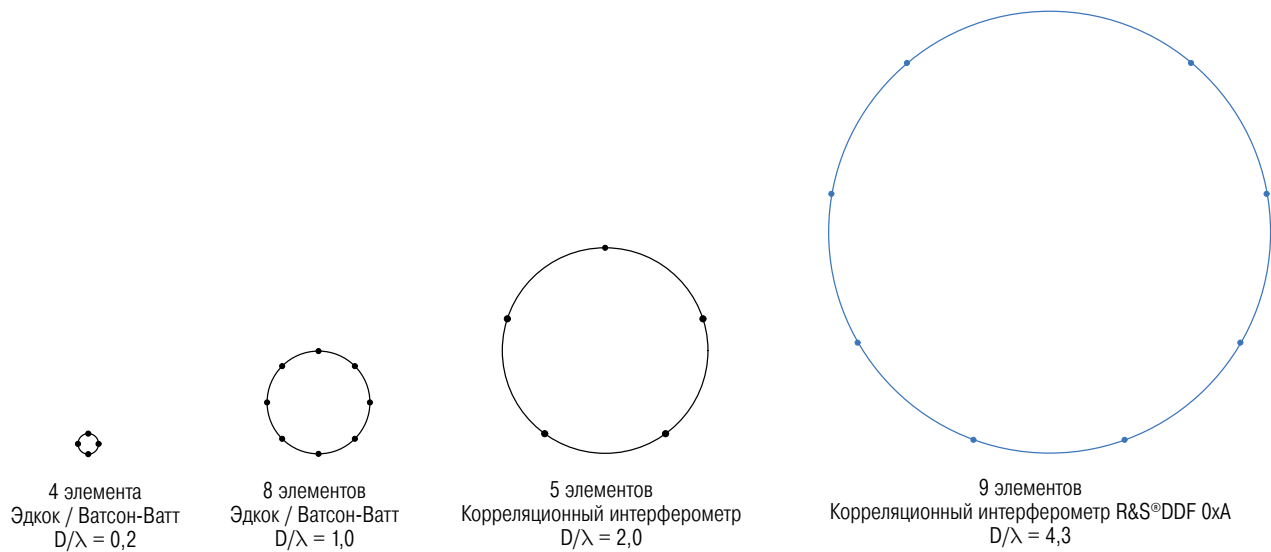
**Больше антенна –
выше точность и чувствительность**

Широко известно, что точность и чувствительность пеленгатора в реальных условиях повышаются при увеличении диаметра пеленгаторной антенны. Как уже упоминалось, это преимущество проявляется в полной мере только в реальных условиях, которые характеризуются наличием отражений и слабых сигналов. По техническим характеристикам об этом судить трудно,

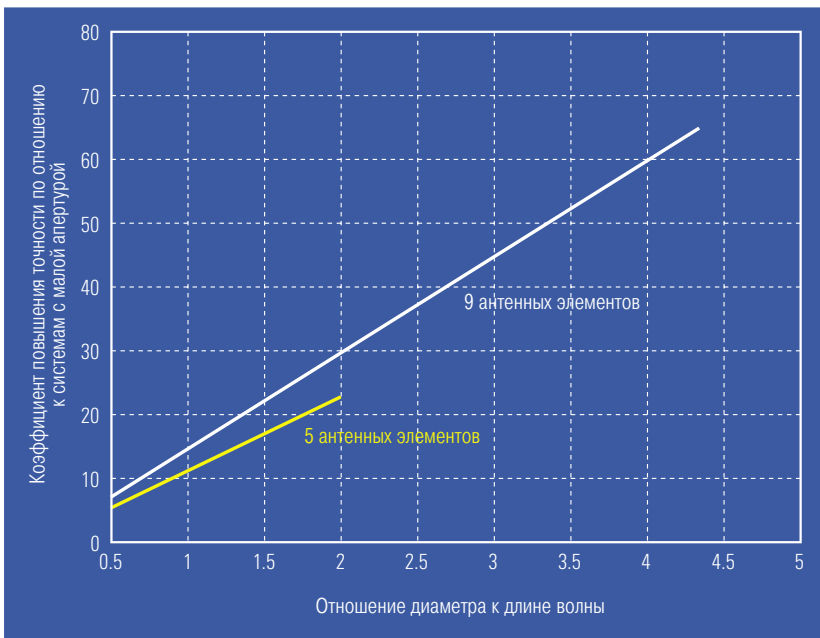
потому что в технических описаниях для обеспечения возможности сравнения, приводится точность в идеальных условиях при отсутствии отражений и для сигналов высокого уровня. Рисунок в центре страницы показывает, что R&S®DDF 0xA с 9-элементной антенной решеткой и использующий метод корреляционного интерферометра обладает значительно большей антенной и поэтому обеспечивает более высокую точность и чувствительность.

Стойкость к отражениям

Отражения могут сильно повлиять на чувствительность пеленгатора. В зависимости от конструкции, некоторые антенны менее чувствительны к отражениям, чем другие. Конструкция R&S®DDF 0xA обеспечивает точную пеленгацию даже при 50 % отражений в принимаемом сигнале. Такая высокая стойкость к отражениям достигается за счет применения большого числа антенных элементов.



Максимально допустимое отношение диаметра пеленгаторной антенны к длине волны для получения однозначного пеленга в условиях 50 % отражений от окружающих предметов.



Расположенный слева рисунок показывает повышение точности пеленгации в зависимости от апертуры антенны. Повышенная точность и чувствительность R&S®DDF 0xA делает его особенно удобным для пеленгации:

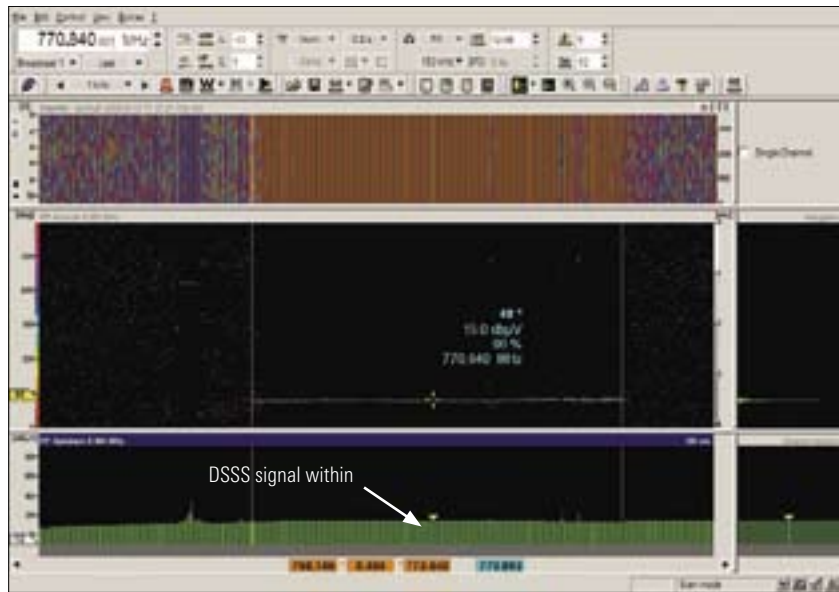
- ◆ слабых сигналов;
- ◆ сигналов с распределенным спектром или сигналов DSSS ниже уровня собственных шумов;
- ◆ с высокой точностью, даже в неидеальных условиях окружающей среды;
- ◆ в очень жестких условиях окружающей среды, например, в зоне городской застройки.

Зависимость коэффициента повышения точности от апертуры антенны для корреляционного интерферометра.

**Впервые:
усреднение
в режиме сканирования**

Используя усреднение во время широкополосной пеленгации, чем не может похвастаться ни один из современных пеленгаторов, R&S®DDF 0xA надежно обнаруживает и пеленгует такие сигналы, как DSSS, даже если их уровень не превышает уровня собственных шумов. Так что R&S®DDF 0xA отлично подготовлен к этому методу передачи данных, который в последнее время становится все более популярным.

Расположенный справа рисунок показывает процесс пеленгации сигнала DSSS с уровнем ниже уровня собственных шумов (-6 дБ). Пеленгуемый сигнал имеет полосу примерно 5,5 МГц и номинальное значение пеленга 48°. В спектре сигнал DSSS не заметен, поскольку отношение сигнал/шум имеет отрицательное значение. Другой замечательной особенностью является очень узкая пеленгационная гистограмма, демонстрирующая очень малые флуктуации пеленга, а, значит, надежное определение его значения.



Сигнал DSSS ниже уровня собственных шумов (-6 дБ).

**Высокая чувствительность
расширяет диапазон
и зону покрытия**

Замечателен также R&S®DDF 0xA и своей чувствительностью: в диапазоне от ВЧ до 1,3 ГГц для стабильной пеленгации достаточно напряженности поля от 0,2 мкВ/м (ВЧ) до 1 мкВ/м (ОВЧ/УВЧ). На частотах выше 1,3 ГГц требуется напряженность поля не выше 3–10 мкВ/м.

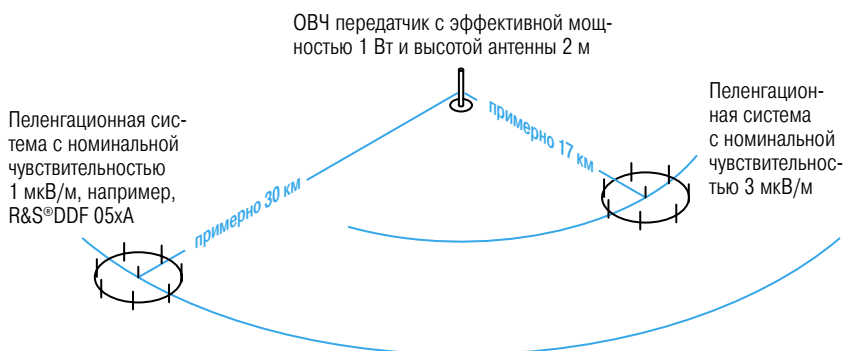
Это превращает R&S®DDF 0xA в один из самых чувствительных пеленгаторов на современном рынке, чем не в малой степени он обязан своей большой антенне.

Чувствительность

В настоящее время не существует стандартной методики определения чувствительности пеленгаторов. Поэтому очень важно приводить точную информацию о том, какой именно метод применялся для измерения чувствительности. Указание чувствительности пеленгатора без информации о методе ее измерения бессмысленно, потому что разные методы измерения дают сильно отличающиеся результаты. Для продуктов компании Rohde & Schwarz чувствительность определяется, как минимальная напряженность поля, необходимая пеленгатору с соответствующей антенной для получения точного пеленга (см. диаграммы на с. 19, «Чувствительность пеленгаторных антенн»).

Чем выше чувствительность, тем шире радиус действия пеленгатора. Это демонстрируется на рисунке в нижней части страницы, на котором сравниваются две пеленгационные системы с разной чувствительностью. Сравнение сделано на основе уравнений распространения радиоволн в ОВЧ диапазоне в соответствии с рекомендациями Международного Союза Электросвязи (ITU).

Согласно этим уравнениям, R&S®DDF 0xA надежно определяет пеленг ОВЧ передатчика мощностью 1 Вт в зоне прямой видимости на расстоянии до 30 км. Для пеленгующей системы меньшей чувствительности это расстояние следует уменьшить, причем снижение чувствительности всего на несколько мкВ/м приводит к значительному сокращению радиуса пеленгации.

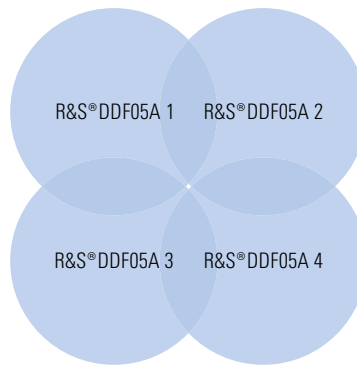


Сравнение радиуса действия пеленгаторов с разной чувствительностью в ОВЧ диапазоне.

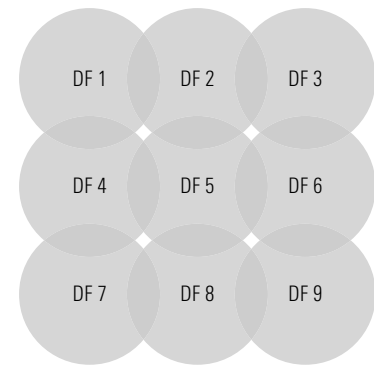
Большой радиус пеленгации снижает затраты

Высокая чувствительность R&S®DDF 0xA значительно расширяет радиус пеленгации. Это значит, что для мониторинга некоторой зоны можно обойтись меньшим числом пеленгаторов, чем потребовалось бы в случае применения менее чувствительных систем, хотя чувствительность при этом может отличаться всего на несколько мкВ/м.

Это существенно снижает затраты, что хорошо видно на рисунке, приведенном справа.



Зона покрытия для номинальной чувствительности 1 мкВ/м, например, для R&S®DDF 0xA



Зона покрытия для номинальной чувствительности 3 мкВ/м

Сравнение радиуса пеленгации систем с разной чувствительностью в ВЧ диапазоне.

Качество приемника

Сможет ли пеленгатор вообще принять слабые сигналы или обеспечить достоверные результаты в неблагоприятных местах вблизи от мощных передатчиков, в большой степени определяется качеством используемых приемников.

Повышенная стойкость к сильным сигналам, благодаря максимальной линейности и минимальному фазовому шуму

Линейность, определяемая точками пересечения по интермодуляционным составляющим второго и третьего порядка (SOI и TOI), определяет степень заметности интермодуляционных составляющих в непосредственной близости от мощных передатчиков. К сожалению, стандартных процедур для определения SOI и TOI еще не существует. Это затрудняет сравнение качества различных приемников по их техническим характеристикам. Но там где удастся провести сравнимые измерения, приемники R&S®DDF 0xA зачастую демонстрируют значительно более высокие, а, следовательно, лучшие значения.

Очень низкий фазовый шум дополнительно повышает стойкость к сильным сигналам.

Вот тут-то и выходит на сцену еще одно преимущество концепции виртуальных передатчиков: тот факт, что

можно обойтись лишь небольшим числом трактов приема. Пеленгационный преобразователь R&S®DDF 0xA содержит три когерентных приемных тракта. В сравнении с пятиканальными пеленгаторами, уже один этот факт снижает стоимость на 40 %. А это, в свою очередь, позволяет использовать приемники самого высокого качества.

Жизненно важное требование: уникальные приемники

Каждая версия R&S®DDF 0xA оборудована тремя приемниками, качество которых не уступает лучшим приемникам, имеющимся на мировом рынке, и которые разработаны и произведены самой компанией Rohde & Schwarz.

- ◆ Преобразователь для ВЧ диапазона содержит три приемника, практически идентичных по конструкции приемникам R&S®EM010.
- ◆ Преобразователь для ОВЧ/УВЧ диапазона содержит три приемника, практически идентичных по конструкции приемникам R&S®EM050.

Выбор подходящего места для установки пеленгаторных антенн зачастую оказывается нелегким делом, и особенно в диапазоне ОВЧ/УВЧ, из-за влияния расположенных поблизости мощных передатчиков, например, радио- или телевещательных станций.

Высокая линейность и очень малый фазовый шум R&S®DDF 0xA позволяют устанавливать пеленгатор в непосредственной близости от мощных передатчиков.

Высокая линейность облегчает выбор подходящего места установки

Испытания на имитаторах показывают, что при равном уровне интермодуляционных составляющих, R&S®DDF 0xA можно устанавливать на 30 % ближе к мощным передатчикам, чем пеленгаторы, точки пересечения по интермодуляционным составляющим которых примерно на 10 дБ ниже. По сравнению с пеленгаторами, точки пересечения которых ниже на 18 дБ, R&S®DDF 0xA можно устанавливать почти вдвое ближе. Это значительно облегчает поиск подходящего места для установки.

Типичное применение пеленгатора R&S®DDF 0xA

Автоматическая локализация передатчиков с малой вероятностью перехвата

Несколько пеленгаторов R&S®DDF 0xA можно объединить в единую сеть, в составе которой они непрерывно и синхронно сканируют указанный диапазон частот и автоматически классифицируют и локализуют представляющие интерес передатчики. Все обнаруженные места расположения передатчиков автоматически отображаются на электронной карте. Обнаруженные передатчики маркируются разным цветом, чтобы отличить передатчики со скачкообразной перестройкой частоты, передатчики импульсного сигнала ЛЧМ, передатчики пакетных сигналов и передатчики с фиксированной частотой.

Для надежной автоматической пеленгации и локализации нужно установить две опции.

Опция R&S®DDF-TS синхронизирует процесс пеленгации по сигналу GPS, чтобы все пеленгаторы сети выполняли сканирование строго на одной частоте в одно и то же время. Только так можно гарантировать регистрацию кратковременных передач всеми пеленгаторами, без чего становится невозможна последующая локализация.

Автоматическая предварительная классификация сигналов с малой вероятностью перехвата

Опция R&S®DDF-CL используется для сохранения всех результатов и сравнения их с новыми результатами. Это позволяет автоматически обнаруживать и классифицировать сигналы с малой вероятностью перехвата по характерной для них структуре излучения. Отдельные записи зарегистрированных излучений обрабатываются, и на их основе делается итоговое заключение. Это значит, что результаты пеленгации сжимаются до максимально возможного предела.

Глубокая предварительная обработка данных снижает также требования к скорости передачи по коммуника-



R&S®ScanLoc с тремя пеленгаторами R&S®DDF 05A.

ционным каналом. Это позволяет использовать для передачи данных радиокоммуникационное оборудование с быстроменяющейся частотой передачи и с применением шифрования.

Автоматическая генерация и обновление дислокации средств связи противника

Все результаты радиопеленгации автоматически отображаются на электрон-

ной карте и обновляются через установленные интервалы времени. Различные типы сигналов, например, пакетные сигналы или сигналы со скачкообразной перестройкой частоты, обозначаются разными символами. Отмечаются также места установки пеленгаторов.

Автоматическая генерация и обновление дислокации средств связи противника является необходимым условием быстрого принятия решений.



Пеленгационная карта R&S®ScanLoc

Наименование	Краткое описание
R&S®DDF 05A	Скоростной сканирующий пеленгатор ОБЧ/УВЧ диапазона, обладающий высокой точностью и чувствительностью
R&S®ADD050	Пеленгаторная ОБЧ антенна для диапазона частот от 20 МГц до 200 МГц
R&S®ADD153	Пеленгаторная ОБЧ/УВЧ антенна для диапазона частот от 20 МГц до 1300 МГц
R&S®ADD053	Пеленгаторная антенная система для диапазона частот от 20 МГц до 1300 МГц, состоит из антенн R&S®ADD050 и R&S®ADD153
R&S®ADD070	Пеленгаторная антенна для диапазона частот от 1300 МГц до 3000 МГц
R&S®DDF-CL	Опция для автоматического обнаружения и пеленгации сигналов с малой вероятностью перехвата, например, сигналов со скачкообразной перестройкой частоты, ЛЧМ и пакетных сигналов
R&S®DDF-TS	Опция для синхронизации сканирования нескольких пеленгаторов в составе радиопеленгаторной сети
R&S®DDFA-MC	Опция для R&S®ScanLoc и многопользовательских систем; включает опцию для дистанционного управления



R&S®DDF 05A с опцией R&S®DDFA-WB.

Мобильный пеленгатор ВЧ/ОВЧ/УВЧ диапазона

Для мобильного обнаружения и пеленгации во всем диапазоне частот до 1300 МГц необходимо компактное пеленгационное оборудование, широкополосные пеленгаторные антенны и соответствующие методы пеленгации.

**От 300 кГц до 1,3 ГГц
двумя компактными антеннами**

Компания Rohde & Schwarz предлагает оптимизированное пеленгационное оборудование и антенны, обеспечивающие непрерывное перекрытие диапазона частот от 300 кГц до 1300 МГц. Весь диапазон перекрывается всего двумя пеленгаторными антеннами, дающими очень хорошие результаты несмотря на малые размеры. Выше 200 МГц мобильная система обеспечивает точность и чувствительность пеленгации не хуже, чем стационарные системы.

**От 300 кГц до 3 ГГц всего
в восьми единицах по высоте**

R&S®DDF 05A с опцией R&S®DDFA-WB представляет собой очень компактный пеленгатор ВЧ/ОВЧ/УВЧ диапазона (восемь единиц по высоте), отличающийся широкой полосой реального времени во всем диапазоне частот. На частотах выше 20 МГц обработка сигнала выполняется так же, как и в стационарных системах, т.е. с помощью трех предварительных селекторов и преобразователей. В отличие от этого в ВЧ диапазоне три канала подключаются непосредственно к аналого-цифровым преобразователям пеленгационного процессора и тракт приема реализуется в виде цифровых программных приемников.

Диапазон ОВЧ/УВЧ перекрывается пеленгаторной антенной R&S®ADD153. Она состоит из девяти элементов и ра-

ботает по принципу корреляционного интерферометра. Предпочтительна установка антенны на мачту, но неплохие результаты получаются и при установке на крыше автомобиля.

Пеленгаторная антенна R&S®ADD119 предназначена для мобильной пеленгации в ВЧ диапазоне. Антенна состоит из скрещенных петлевых вибраторов и эталонной антенны, образующих классическую антенну Ватсона-Ватта диаметром 1 м. Антенна предназначена для пеленгации поверхностных волн с частотой до 30 МГц и, несмотря на небольшие размеры, обеспечивает высокую чувствительность и точность пеленгации до 2° среднеквадратического значения. Предпочтительное место установки – на крыше автомобиля или на треноге.

Коррекция ошибок по запросу

При установке антенны на автомобиле точность пеленгации существенно снижается из-за резонансов и отражений, особенно на частотах ниже 200 МГц. Чтобы свести влияние этих факторов к минимуму, компания Rohde & Schwarz может выполнить калибровку вашего пеленгационного автомобиля на специальном стенде. После калибровки точность пеленгации в этом диапазоне возрастает в среднем в два раза.



Мобильный пеленгатор Rohde & Schwarz.

Наименование	Краткое описание
R&S®DDF 05A	Скоростной сканирующий пеленгатор ОВЧ/УВЧ диапазона, обладающий высокой точностью и чувствительностью
R&S®DDFA-WB	Опция, расширяющая ОВЧ/УВЧ пеленгатор R&S®DDF 05A до ВЧ диапазона и расширяющая полосу быстрого преобразования Фурье до 10 МГц
R&S®ADD119	Компактная пеленгаторная ВЧ антенна Ватсона-Ватта
R&S®ADD153	Пеленгаторная ОВЧ/УВЧ антенна для диапазона частот от 20 МГц до 1300 МГц
R&S®ADD150A	Адаптер для установки R&S®ADD153 на мачту
R&S®AP502Z1	Адаптер для установки R&S®ADD119 на крыше автомобиля

Стационарный радиомониторинг в диапазоне ОВЧ/УВЧ

Антенная система R&S®ADD053 предназначена для использования в стационарных и полумобильных пеленгационных системах ОВЧ/УВЧ диапазона. При подключении этой антенной системы к пеленгатору R&S®DDF 05A получается пеленгатор с поистине выдающимися характеристиками:

- ♦ высокая точность пеленгации, благодаря применению больших антенн с девятью элементами каждая: благодаря высокой стойкости к отражениям, номинальная точность пеленгации составляет 1° среднеквадратического значения, даже в реальных условиях эксплуатации;
- ♦ чрезвычайно высокая чувствительность, которая также обеспечивается большим диаметром антенны: для получения точного пеленга на большинстве частот достаточно напряженности поля всего 1 мкВ/м (см. техническое описание пеленгаторных антенн R&S®ADDx);
- ♦ высокая скорость сканирования, благодаря большой вычислительной мощности: скорость сканирования может достигать 30 ГГц/с.



Антенная система, состоящая из антенн R&S®ADD053 и R&S®ADD070.

Пеленгаторная антенна R&S®ADD153 устанавливается сверху. Эта антенна перекрывает диапазон частот от 200 МГц до 1300 МГц. Хотя нижняя граница рабочего диапазона R&S®ADD153 достигает 20 МГц, в этом диапазоне используется R&S®ADD050, поскольку она обеспечивает лучшие результаты благодаря большему размеру.

Наименование	Краткое описание
R&S®DDF 05A	Скоростной сканирующий пеленгатор ОВЧ/УВЧ диапазона, обладающий высокой точностью и чувствительностью
R&S®ADD053	Пеленгаторная антенная система для диапазона частот от 20 МГц до 1300 МГц, состоит из антенн R&S®ADD050 и R&S®ADD153
R&S®ADD070	Пеленгаторная антенна для диапазона частот от 1300 МГц до 3000 МГц, модель повышенной прочности (02) позволяет устанавливать сверху антенну R&S®ADD053
R&S®KK500	Всепогодный кожух для установки пеленгационного оборудования

Максимальная точность и чувствительность в тактическом ОВЧ диапазоне

Антенна R&S®ADD050 диаметром 3 м оптимизирована для пеленгации в диапазоне от 20 МГц до 200 МГц. Вместе с антенной R&S®ADD153 и промежуточной мачтой из стекловолокна она образует антенную систему R&S®ADD053.

Монтаж антенной системы занимает на удивление мало времени, опять же благодаря применению легких конструкционных материалов, таких как алюминий и стекловолокно.

При эксплуатации в полевых условиях, эта пеленгационная система обеспечивает чрезвычайно высокую точность пеленгации сигналов с низкой вероятностью перехвата, таких как сигналы со скачкообразной перестройкой частоты и очень короткие пакетные сигналы, даже если эти сигналы передаются с больших расстояний и поэтому едва заметны. При необходимости к системе можно добавить пеленгаторную антенну R&S®ADD070, чтобы расширить диапазон до 3 ГГц.

При использовании высоких мачт или при установке управляющего компьютера на некотором расстоянии от пеленгационного оборудования, рекомендуется устанавливать пеленгационное оборудование во всепогодный кожух R&S®KK500. Это позволяет обойтись без длинных коаксиальных кабелей, которые снижают чувствительность на высоких частотах и к тому же очень дороги.

Если сеть Ethernet реализована на волоконно-оптическом кабеле, управляющий компьютер можно устанавливать на расстоянии нескольких сотен метров от пеленгационного оборудования, предотвращая любое влияние на процесс пеленгации.

Полумобильная пеленгационная станция ВЧ диапазона

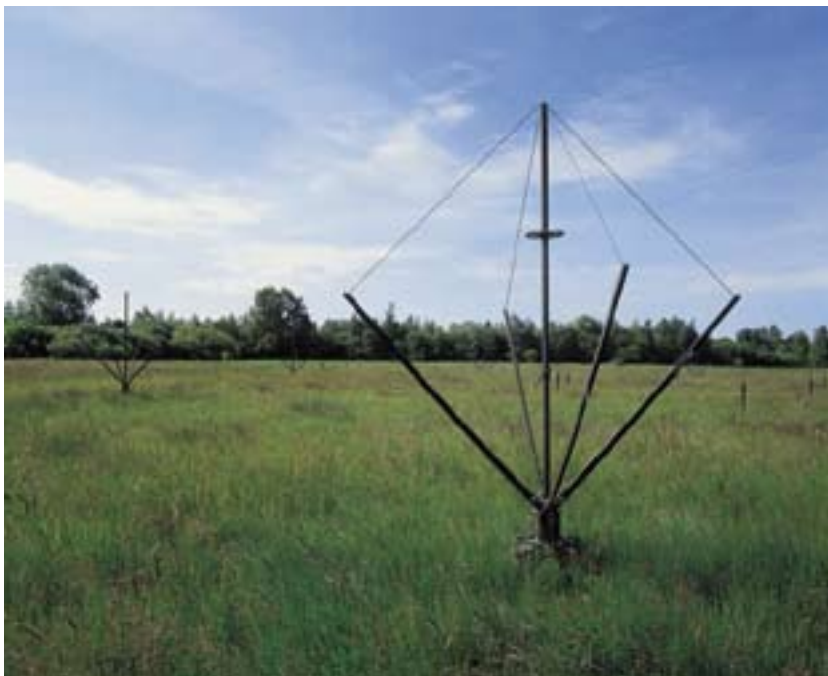
Вместе с широкоапертурной пеленгаторной антенной R&S®ADD011 пеленгатор R&S®DDF 01A образует пеленгационную систему, работающую в диапазоне частот от 300 кГц до 30 МГц и отличающуюся высокой точностью и чувствительностью.

Большая 9-элементная антенна диаметром 50 м в сочетании с корреляционным интерферометром позволяет снизить чувствительность пеленгатора к отражениям от неровностей земной поверхности. Это значительно облегчает поиск подходящего места установки пеленгаторной антенны.

Применение скрещенных петлевых вибраторов обеспечивает пеленгацию сигналов, приходящих сверху под углами до 85° (угол места). Возможен также расчет угла места, что делает эту антенну идеально пригодной для одностанционной пеленгации.

Высочайшая точность и чувствительность

В результате, R&S®DDF 01A в сочетании с R&S®ADD011 обеспечивает номинальную точность пеленгации 1° среднеквадратического значения и номинальную чувствительность 0,25 мкВ/м (см. технические характеристики) даже в реальных условиях работы (а не только в идеальных условиях испытательного полигона).



Пеленгаторная антенна R&S®ADD011.

Установка R&S®ADD011 выполняется быстро и просто. Обученный персонал может установить антенну с помощью прилагаемых инструментов не более чем за полчаса.

В стационарных конфигурациях рекомендуется управлять пеленгационной системой дистанционно с помощью опции R&S®DDF A-REM. Это позволяет устанавливать пеленгатор на достаточном удалении, что сводит к минимуму влияние отражений и промышленных помех.

Наименование	Краткое описание
R&S®DDF 01A	Скоростной сканирующий пеленгатор ОБЧ/УВЧ диапазона, обладающий высокой точностью и чувствительностью
R&S®ADD011	Широкоапертурная пеленгаторная антенна ВЧ диапазона, обладающая высокой точностью и чувствительностью
R&S®DDF-SSL	Программная опция для одностанционной пеленгационной системы, позволяющая определять координаты ВЧ передатчиков с помощью единственного пеленгатора и работающая на базе ионосферных данных
R&S®DDFA-REM	Опция для дистанционного управления пеленгатором по сети ISDN и т.п.
R&S®KK500	Всепогодный кожух для установки пеленгационного оборудования

Опции

Пеленгация мобильных телефонов GSM

Опция R&S®DDF-GSM

С помощью этой опции R&S®DDF 05A обеспечивает квазисовременную пеленгацию всех активных мобильных телефонов в заданном канале. Направление пеленга определяется для каждого занятого временного слота. Только это позволяет локализовать мобильный телефон в сильно загруженных радиоканалах.

Надежная пеленгация в сильно загруженных радиоканалах

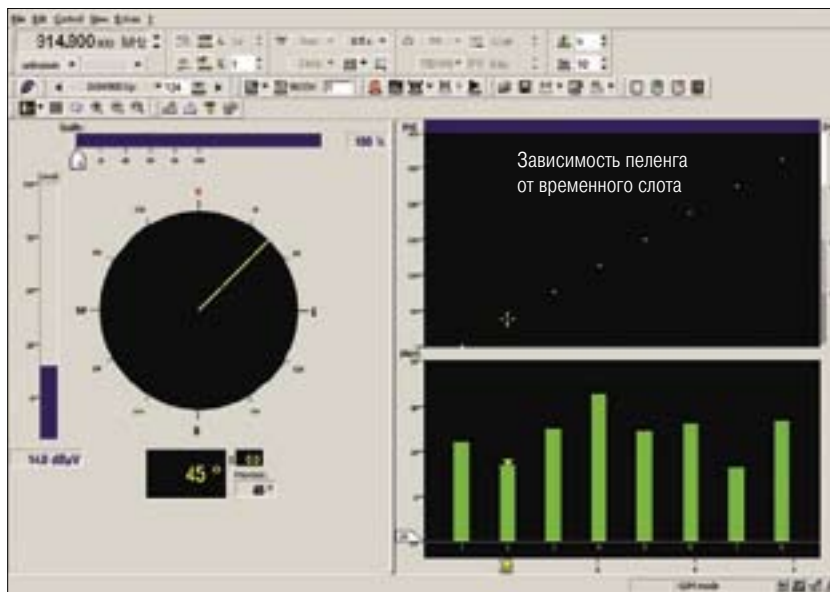
Мобильные телефоны передают информацию короткими пакетами длительностью 577 мкс. Обладая способностью обнаруживать сигналы с минимальной длительностью всего 350 мкс, R&S®DDF 05A легко справляется с пеленгацией этих чрезвычайно коротких излучений. Основная задача опции GSM заключается в точной синхронизации начала измерения с началом передачи мобильного телефона. Этого можно добиться тремя способами:

- ◆ R&S®DDF 05A синхронизируется с базовой станцией, к которой подключен мобильный телефон;
- ◆ внешний синхросигнал информирует R&S®DDF 05A о начале излучения (опция);
- ◆ R&S®DDF 05A использует внешний высокостабильный сигнал тактовой частоты (например, GPS) и синхронизируется с базовой станцией только один раз; в зависимости от стабильности внешней тактовой частоты пеленгатор может сохранять синхронизацию с базовой станцией в течение многих часов.

Автоматический предварительный классификатор

Опция R&S®DDF-CL

Специалисты, занятые радиомониторингом (и особенно военным радиомониторингом), вынуждены иметь дело с постоянно усложняющейся радиостановкой. Занятость спектра постоянно



Опция R&S®DDF-GSM: управляющая программа в режиме GSM с восемью мобильными телефонами.

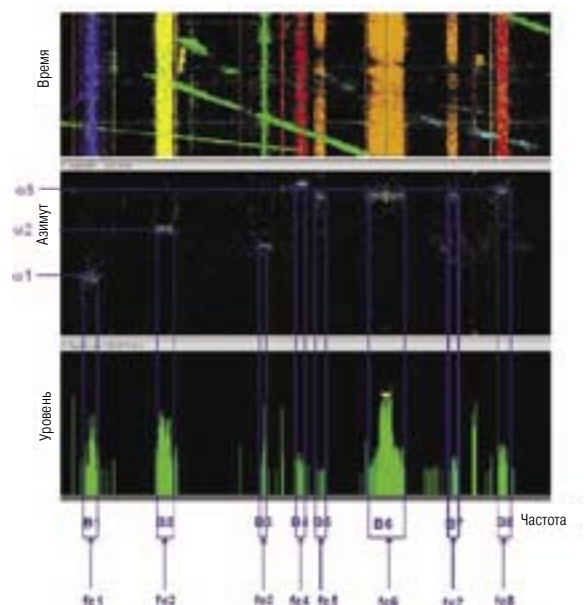
но растет, а технологии маскирования радиоизлучения становятся все изощренней.

В результате, растет вероятность того, что скачкообразная перестройка в широком диапазоне частот или короткие пакеты, излучаемые на неизвестной частоте, останутся незамеченными.

Предварительный классификатор гарантирует обнаружение практически всех сигналов.

Автоматическое обнаружение частотных скачков, пакетов и ЛЧМ

После ввода начальной и конечной частоты выполняется непрерывное сканирование указанного диапазона и сохранение полученных результатов. Вновь обнаруженные сигналы сравниваются с ранее сохраненными результатами. При распознавании некоторого специфического характера излучения (например, нескольких пакетных излучений с одного и того же направления, свиде-



Опция R&S®DDF-CL: принцип предварительной классификации.

тельствующих о присутствии передатчика со скачкообразной перестройкой частоты), исследуемый сигнал классифицируется как принадлежащий к одной из следующих категорий: сигнал с фиксированной частотой, сигнал со скачкообразной перестройкой частоты, импульсный сигнал ЛЧМ (линейная ЧМ) или пакет. Отдельные результаты усредняются и на основе усреднения формируется итоговый результат. Таким образом, R&S®DDF 0xA с опцией для предварительной классификации обладает базовой функциональностью, необходимой для автоматической локализации сигналов с низкой вероятностью перехвата.

Эта технология обладает двумя важными преимуществами: обеспечивает независимость результатов от опыта оператора и сокращает объем передаваемых данных за счет их предварительной обработки.

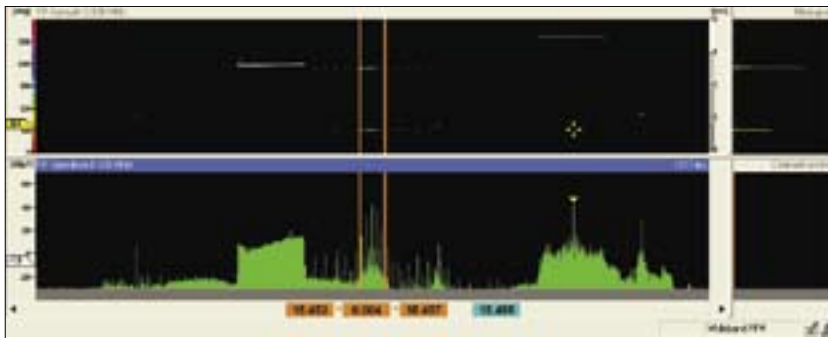
Максимальное сокращение объема данных

Обычно радиопеленгаторные сети состоят из нескольких пеленгаторов, передающих результаты на центральную станцию. Чем меньше объем этих данных, тем менее заметна их передача. Предварительная классификация позволяет максимально уменьшить объем данных и передавать только существенную информацию.

Высокое разрешение по частоте Опция R&S®DDF-HFR

R&S®DDF 0xA в стандартной конфигурации обеспечивает высокое разрешение по частоте, достаточное для многих случаев. Однако некоторым приложениям необходимо чрезвычайно высокое разрешение, например:

- ◆ пеленгация источников помех, работающих в соседних каналах – если два передатчика работают с перекрытием спектра, ошибки пеленгации возрастают и пеленгация может оказаться недостоверной;
- ◆ пеленгация скрытых сигналов – к ней предъявляются те же требования, что и в случае передатчиков



Опция R&S®DDF-HFR: пеленгация источников излучения в одном диапазоне частот с разрешением 20 Гц.

в соседнем канале; разница лишь в том, что выполняется поиск сигналов, намеренно скрытых в спектре, например, передатчиков радиотелевещания.

Впервые: чрезвычайно высокое частотное разрешение по запросу

Благодаря чрезвычайно высокому разрешению по частоте, которое удается получить с опцией R&S®DDF-HFR, R&S®DDF 0xA рассчитывает в сотни раз больше пеленгов в каждом частотном диапазоне. В результате статистические функции, такие как гистограмма и функция скользящего усреднения, дают более точные результаты за значительно меньшее время. Кроме того, удается получить большее число незатронутых помехами пеленгов, поскольку в момент получения пеленга лишь один передатчик излучает сигнал на этой конкретной частоте.

На приведенном выше рисунке показано измерение в режиме WFFM с разрешением 20 Гц. В диапазоне, отмеченном двумя оранжевыми линиями, на полезный сигнал накладывается помеха от передатчика, работающего в соседнем канале. Благодаря высокому разрешению на гистограмме четко различимы два максимума, что позволяет выполнить точную пеленгацию.

Дистанционное управление

Опция R&S®DDF A-REM

Можно привести два серьезных аргумента в пользу дистанционного управления R&S®DDF 0xA: улучшение параметров приема и упрощение управления пеленгаторными сетями.

Дистанционное управление практически по любым каналам

Улучшение параметров приема: промышленные помехи особенно велики в коротковолновом (ВЧ) диапазоне. Поэтому установка пеленгационной системы вдали от густонаселенных районов имеет очень важное значение, если предполагается пеленговать слабые сигналы. Кроме того, во избежание отражений рекомендуется устанавливать ВЧ пеленгаторы как можно дальше от зданий, высоковольтных ЛЭП, мостов и эстакад. Если в таком удаленном месте не удастся организовать работу самих операторов, то единственным решением будет дистанционное управление.



Опция R&S®DDFA-REM.

Упрощение работы пеленгаторной сети: если несколько пеленгаторов объединены в единую сеть, централизованное управление имеет огромное преимущество, поскольку оно позволяет разместить опытных операторов только на одной из станций.

Программное обеспечение дистанционного управления R&S®DDFA-REM устанавливается на серийно выпускаемом компьютере вблизи от пеленгационного оборудования. Передача данных организуется через серийно выпускаемые маршрутизаторы. Для связи с управляющим компьютером можно использовать любые коммуникационные линии:

- ◆ ISDN,
- ◆ GSM/GPRS,
- ◆ спутниковые каналы,
- ◆ радиомодемы,
- ◆ радиорелейные каналы,
- ◆ ...и многие другие.

ПО R&S®DDFA-REM обеспечивает не только дистанционное управление, но и выполняет другие операции:

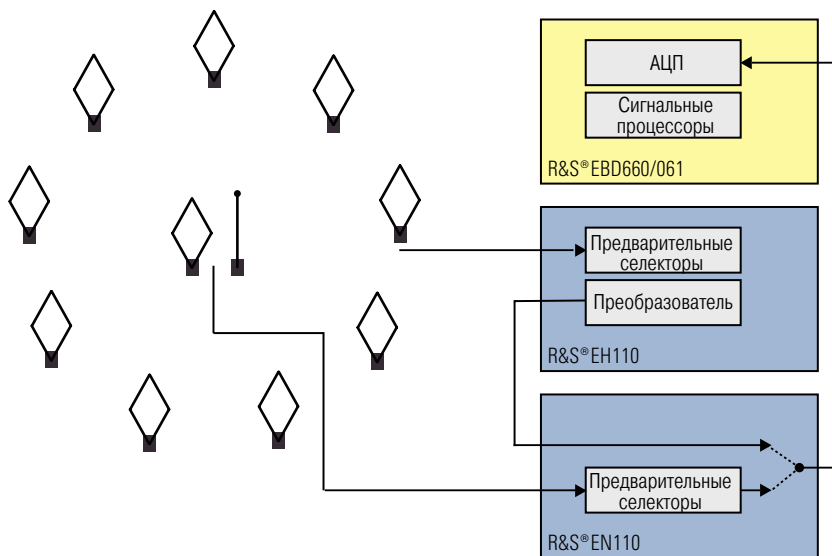
- ◆ интеллектуальную обработку данных для адаптации объема передаваемых данных к возможностям коммуникационного канала;
- ◆ сжатие аудиоданных;
- ◆ управление несколькими станциями.

Одностанционный пеленгатор

Опция R&S®DDF-SSL

В коротковолновом диапазоне существует уникальная возможность локализации передатчиков с помощью единственного пеленгатора, если сигналы передатчиков распространяются через ионосферу. В этом случае пеленгаторы пользуются способностью коротковолновых сигналов отражаться от ионосферы, и положение передатчика определяется по известному закону – угол падения равен углу отражения.

R&S®DDF 01A рассчитывает угол места. Для усреднения данных используется пеленгационный фильтр и функция построения гистограммы.

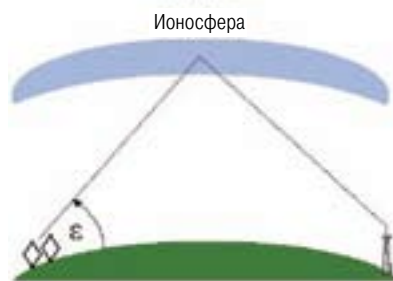


Опция R&S®DDF-LF.

Удобство управления, благодаря встроенной ионосферной базе данных

Высота ионосферы легко рассчитывается после ввода в пеленгационную систему текущего усредненного числа солнечных пятен. Эта информация имеется в базе данных, которая содержит усредненные данные за многие годы и является очень точной. И конечно, все параметры можно определить вручную.

Также опция R&S®DDF-SSL позволяет выполнять калибровку высоты ионосферы с помощью передатчика с известным местоположением.



Опция R&S®DDF-SSL.

Расширение ОНЧ

Опция R&S®DDF-LF

Впервые: пеленгация на частотах от 9 кГц

Опция R&S®DDF-LF расширяет диапазон частот R&S®DDF 0xA вниз до 9 кГц. Диапазон от 1 МГц до 30 МГц можно перекрыть, например, антенной R&S®ADD011. Ниже 1 МГц можно использовать классическую антенну Ватсона-Ватта, состоящую из скрещенных петлевых вибраторов и несимметричного вибратора.

Пеленг, в зависимости от частоты, определяется либо корреляционным интерферометром, либо по методу Ватсона-Ватта, позволяя в максимальной степени использовать преимущества обоих методов: высокую точность пеленгации и небольшие размеры.

Обработка сигналов в этих двух диапазонах также выполняется по-разному. Выше 1 МГц используются три классических аналоговых приемника с предварительным селектором и конвертором. Ниже этой частоты, принимаемые сигналы просто пропускаются через широкополосный фильтр и затем подаются непосредственно на аналого-цифровые преобразователи. Последующая фильтрация выполняется в цифровой форме с помощью программных приемников.

Синхронное сканирование

Опция R&S®DDF-TS

Для локализации передатчиков методом триангуляции, требуются значения пеленга от нескольких пеленгаторов. Этот метод хорошо работает для сигналов с нормальной длительностью передачи порядка нескольких миллисекунд и более.

Основное требование к локализации сигналов с малой вероятностью перехвата

В случае сигналов с малой вероятностью перехвата, таких как сигналы со скачкообразной перестройкой частоты и пакетные сигналы, передача ведется очень короткими интервалами. Кроме того, неизвестна частота передачи, поэтому приходится сканировать большие диапазоны частот. При этом может оказаться так, что в момент излучения только один пеленгатор работает на нужной частоте. В результате локализация искомого передатчика становится невозможной.

Опция R&S®DDF-TS позволяет синхронизировать работу пеленгаторов, т.е. каждый пеленгатор регистрирует строго одну и ту же частоту в одно и то же время. В результате, каждый пеленгатор надежно пеленгует каждый обнаруженный сигнал и сигнал локализуется с максимальной точностью. Высокая точность синхронизации достигается за счет применения GPS. Так что без опции R&S®DDF-TS невозможно создать сеть пеленгаторов для локализации сигналов с низкой вероятностью перехвата.

Средства диагностики и обслуживания

Опция R&S®DDF-SK

Дополнительный сервисный набор R&S®DDF-SK значительно сокращает время диагностики и обслуживания R&S®DDF 0xA.

Диагностика – быстро и эффективно

Все средства диагностики пеленгационной системы удобно собраны в од-



Опция R&S®DDF-TS.

ном прочном корпусе. Важным инструментом является имитатор антенны R&S®ZT660, который подключается к пеленгатору вместо антенны для выполнения системных тестов. Его можно настроить на имитацию любой пеленгаторной антенны Rohde & Schwarz. Имитатор антенны позволяет надежно отделять ошибки, вызванные антенной, от ошибок пеленгационного оборудования. Это избавляет оператора от подъема на антенную мачту или даже от демонтажа антенны. Также имитатор антенны позволяет подключать к пеленгационной системе генератор сигналов и выполнять тестовую пеленгацию его сигнала с predetermined направлением.

В комплект сервисного набора входит следующее оборудование:

- ◆ имитатор антенны R&S®ZT660;
- ◆ набор кабелей и адаптеров;
- ◆ набор инструментов для вскрытия корпусов и отсеков.

Сервисный набор позволяет выполнять следующие тесты:

- ◆ локализация источника неисправности – антенна или пеленгационное оборудование;
- ◆ тестирование трех трактов приема;
- ◆ выполнение тестовой пеленгации с помощью генератора сигналов.

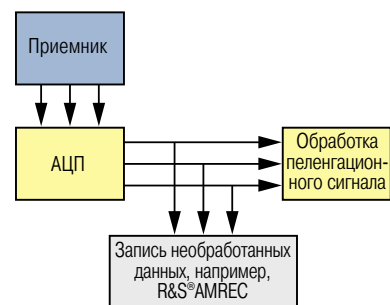
Вывод необработанных цифровых данных

Опция R&S®DDF-DR

Если R&S®DDF 0xA используется в качестве источника данных для системы анализа, такой как R&S®AMMOS, ей нужно передавать необработанные цифровые данные промежуточной частоты (ПЧ).

Впервые: вывод необработанных цифровых данных для дальнейшего анализа

Опция R&S®DDF-DR позволяет выводить необработанные цифровые данные через стандартный интерфейс FPDP. Цифровые данные ПЧ трех трактов приема подаются на этот интерфейс и могут записываться, например, с помощью R&S®AMREC.



Опция R&S®DDF-DR.

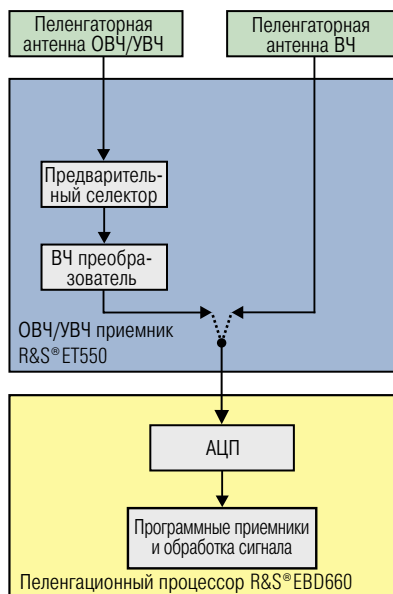
Расширение для широкополосной пеленгации в ВЧ диапазоне

Опция R&S®DDFA-WB

Опция R&S®DDFA-WB дополнительно увеличивает и без того высокую скорость сканирования в ВЧ диапазоне. Она расширяет полосу реального времени с 1 МГц до 10 МГц, значительно повышая вероятность перехвата коротких сигналов и сигналов переменной частоты. Эта опция позволяет выполнять поиск во всем ВЧ диапазоне с разрешением не хуже 100 мс (см. технические характеристики).

При переключении на широкополосную пеленгацию предварительные селекторы отключаются и сигналы антенны подаются непосредственно на аналого-цифровые преобразователи. Дальнейшая обработка сигнала выполняется в цифровой форме.

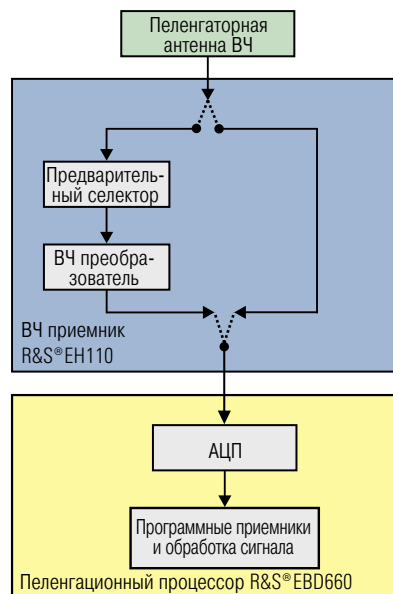
В зависимости от базового модуля, в который она установлена, опция R&S®DDFA-WB может выполнять несколько операций. В случае R&S®DDF 01A полоса реального времени увеличивается до 10 МГц; в случае R&S®DDF 05A диапазон частот дополнительно расширяется до ВЧ диапазона.



Применение опции R&S®DDFA-WB для добавления ВЧ диапазона к ОВЧ/УВЧ пеленгатору R&S®DDF 05A

Очень компактный полнодиапазонный пеленгатор

Компактная антенна, например, R&S®ADD119, подключается к пеленгационному преобразователю R&S®ET550. При выборе диапазона ОВЧ/УВЧ сигналы антенны проходят через предварительные селекторы и преобразователи. При выборе диапазона ВЧ сигналы антенны поступают непосредственно на аналого-цифровые преобразователи пеленгационного процессора. После аналого-цифрового преобразования сигналы обрабатываются программными приемниками. В зависимости от используемой антенны, пеленг вычисляется в полосе реального времени 10 МГц с помощью корреляционного интерферометра или по методу Ватсона-Ватта.



Применение опции R&S®DDFA-WB для расширения полосы реального времени пеленгатора R&S®DDF 01A

Можно переключаться между максимальной скоростью сканирования и максимальной точностью

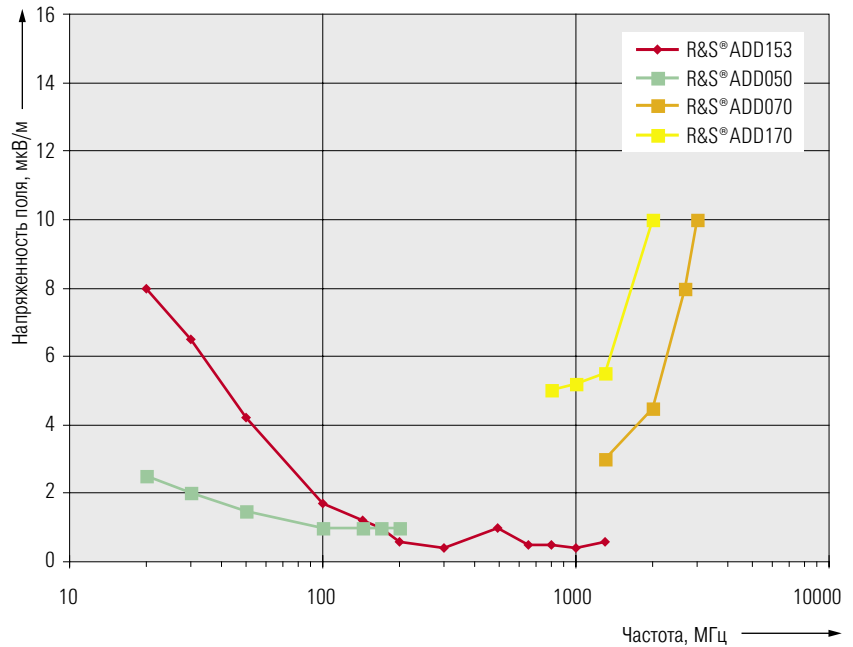
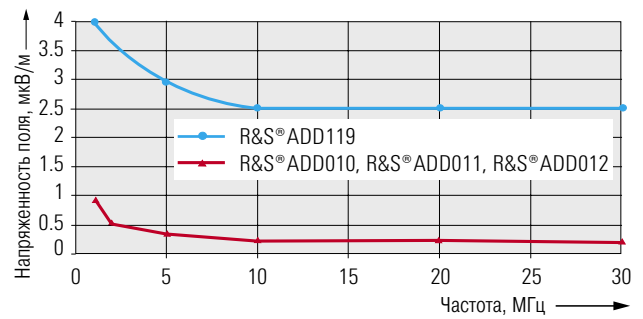
Сначала спектр может сканироваться на максимальной скорости с полосой реального времени FFT 10 МГц. В этом режиме сигналы антенны подаются непосредственно на аналого-цифровые преобразователи; дальнейшая обработка сигнала выполняется в цифровой форме.

При обнаружении интересного передатчика происходит переключение в нормальный режим и сигналы антенны пропускаются через предварительные селекторы и преобразователи. Эта процедура позволяет получить лучшие результаты, особенно для слабых сигналов и для мест вблизи мощных передатчиков.

Пеленгаторные антенны

Пеленгаторы семейства R&S®DDF 0xA работают с пеленгаторными антеннами R&S®ADDx, которые используются также с семействами пеленгаторов R&S®DDF 0xM, R&S®DDF 0xS и R&S®DDF 0xE.

Во многих случаях можно использовать пеленгаторные антенны других производителей (особенно ВЧ антенны Эдкока). Однако в этих случаях нужно применять антенный интерфейс R&S®GX060.






Чувствительность пеленгаторных антенн; время усреднения 1 с, флуктуации пеленга 2° ср. кв. значения, полоса 1 кГц.




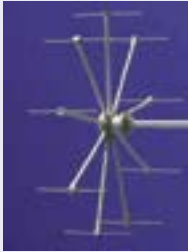



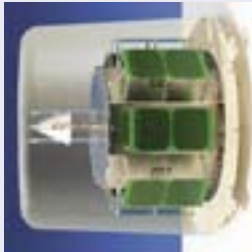
Все упомянутые здесь пеленгаторные антенны подробно описаны в техническом описании антенн R&S®ADDx.

Технические характеристики – антенны ВЧ диапазона

Тип (№ по каталогу)	R&S®ADD119 (4053.6509.02)	R&S®ADD010 (4045.0105.03)	R&S®ADD011 (4045.0005.13)
			
	На рисунке показан элемент антенны R&S®ADD010, которая состоит из девяти элементов, установленных по окружности диаметром 50 м		
Применение	мобильное, быстрое сканирование поверхностных волн и ионосферных волн с малым углом места	полумобильное и стационарное, пеленгация сигналов с углом места $\leq 50^\circ$, в ограниченных пределах возможна реализация SSL	стационарное, пеленгация сигналов с углом места $\leq 85^\circ$, возможна реализация SSL
Диапазон частот	от 1 МГц (0,3 МГц) до 30 МГц, ниже 1 МГц с ограниченной чувствительностью и точностью		
Тип антенны	1 скрещенный петлевой вибратор и 1 активный диполь	активная 9-элементная кольцевая антенная решетка из штыревых антенн	активная 9-элементная кольцевая антенная решетка из скрещенных петлевых вибраторов
Метод пеленгации	Ватсон-Ватт	корреляция	корреляция
Поляризация	вертикальная	вертикальная	вертикальная, горизонтальная, круговая
Точность пеленгации ¹⁾	2° ср.кв.	1° ср.кв.	1° ср.кв.
Чувствительность	ном. от 4 мкВ/м до 2,5 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)	ном. от 1 мкВ/м до 0,2 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)	ном. от 1 мкВ/м до 0,2 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)
Питание	от пеленгационного оборудования	от встроенного источника питания, входящего в стандартную конфигурацию	от встроенного источника питания, входящего в стандартную конфигурацию
Габариты (примерно)	диаметр 1100 мм × высота 232 мм	антенное кольцо: диаметр 50 м, высота штыревой антенны: 2 м	антенное кольцо: диаметр 50 м, высота скрещенных петлевых вибраторов: 3,5 м с треногой
Цвет	RAL 1015	RAL 6014	RAL 6014
Масса (примерно)	25 кг	один элемент с основанием: 14 кг, сеть: 22 кг	один элемент с основанием: 32 кг, сеть: 22 кг

¹⁾ Измерение в среде без отражений. Среднеквадратичная ошибка рассчитывается по каждому образцу с равномерно распределенным азимутом и частотой.

Технические характеристики – антенны ОВЧ/УВЧ диапазона

Тип (№ по каталогу)	R&S®ADD153 (4053.0003.02)	R&S®ADD050 (4041.4006.02)	R&S®ADD053 (4062.8800.02)	R&S®ADD070 (4043.4003.02 / 12 ²⁾)	R&S®ADD070M (4059.6000.02)	R&S®ADD170 (4055.7502.12)
						
Применение	ОВЧ/УВЧ, мобильное и стационарное	ОВЧ, стационарное, повышенная точность, особенно в условиях многолучевого распространения	ОВЧ/УВЧ, стационарное, комбинация R&S®ADD153 и R&S®ADD050	УВЧ, стационарное, может устанавливаться на одной мачте под ОВЧ/УВЧ антеннами	УВЧ, мобильное	оптимизирована для мобильной пеленгации в диапазоне GSM
Диапазон частот	от 20 МГц до 1300 МГц	от 20 МГц до 200 МГц	от 20 МГц до 1300 МГц	от 1300 МГц до 3000 МГц	от 1300 МГц до 3000 МГц	от 800 МГц до 2000 МГц
Тип антенны	активная 9-элементная антенна в обтекателе	активная 9-элементная кольцевая антенная решетка	двухэлементная активная 9-элементная кольцевая антенная решетка	8-элементная кольцевая антенная решетка	8-элементная кольцевая антенная решетка	8-элементная кольцевая антенная решетка с антенной в центре
Метод пеленгации	корреляция	корреляция	корреляция	корреляция	корреляция	корреляция
Поляризация	вертикальная	вертикальная	вертикальная	вертикальная	вертикальная	вертикальная
Точность пеленгации ¹⁾	2° ср. кв. (от 20 МГц до 200 МГц) 1° ср. кв. (от 200 МГц до 1300 МГц)	1° ср. кв.	1° ср. кв.	2° ср. кв.	2° ср. кв.	2° ср. кв.
Чувствительность	ном. от 8 мкВ/м до 0,5 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)	ном. от 2,5 мкВ/м до 1 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)	ном. от 0,5 мкВ/м до 1 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)	ном. от 3 мкВ/м до 10 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)	ном. от 3 мкВ/м до 10 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)	ном. от 5 мкВ/м до 10 мкВ/м (флуктуации пеленга 2°, полоса 1 кГц, время усреднения 1 с)
Ветровая нагрузка / центр приложения силы ветра						
Без обледенения	на 188 км/ч: 710 Н/210 мм	на 188 км/ч: 1700 Н/380 мм	на 188 км/ч: 2700 Н/800 мм	на 180 км/ч: 200 Н/250 мм (модель .12) на 200 км/ч: 530 Н/620 мм (модель .02)	на 180 км/ч: 199 Н/170 мм	на 180 км/ч: 350 Н/180 мм
С обледенением 30 мм	на 162 км/ч: 770 Н/270 мм	на 162 км/ч: 2800 Н/410 мм	на 162 км/ч: 3700 Н/690 мм	на 140 км/ч: 210 Н/260 мм (модель .12) на 176 км/ч: 530 Н/680 мм (модель .02)	на 140 км/ч: 160 Н/180 мм	на 140 км/ч: 280 Н/200 мм
Питание	от пеленгационного оборудования	от пеленгационного оборудования может потребоваться источник питания R&S®IN061 (подобранны по запросу)	от пеленгационного оборудования, для кабелей длиной >20 м может потребоваться источник питания R&S®IN061 (подобранны по запросу)	от пеленгационного оборудования	от пеленгационного оборудования	от пеленгационного оборудования
Габариты (примерно)	диаметр 100 мм × высота 297 мм (высота, включая штырь грозозащиты: 1327 мм)	антенное кольцо: диаметр 3 м, высота: 800 мм, со штырем грозозащиты: 3 м	антенное кольцо: диаметр 3 м, высота: 800 мм, со штырем грозозащиты: 3 м	диаметр 340 мм × высота 1200 мм (модель .02) диаметр 340 мм × высота 492 мм (модель .12)	диаметр 455 мм × высота 364 мм	диаметр 455 мм × высота 393 мм
Цвет	RAL 1015	RAL 1015	RAL 1015	RAL 1015	RAL 1015	RAL 1015
Масса (примерно)	30 кг	70 кг	114 кг	90 кг (модель .02), 11 кг (модель .12)	11 кг	11 кг

¹⁾ Измерение в среде без отражений. Среднеквадратичная ошибка расчета по каждому замеру с равномерно распределённым азимутом и частотой.

²⁾ Модель .12: облегченная модель для мобильного применения

Технические характеристики – R&S®DDF 01A

Диапазон частот	от 0,3 МГц до 30 МГц
Метод пеленгации	корреляционный интерферометр, Ватсон-Ватт
Управление	через графический интерфейс пользователя на внешнем компьютере под управлением Windows XP
Инструментальная точность пеленгации	0,5° ср.кв.
Системная точность пеленгации (в полевых условиях) с антенной R&S®ADD010 или R&S®ADD011	1° ср.кв.
Отображаемые параметры	зависимость азимута от амплитуды, зависимость уровня от амплитуды, полярная диаграмма, гистограмма, водопадная диаграмма, панорама ПЧ в реальном времени (полоса 20 кГц или 1 МГц)
Разрешение дисплея	0,1° или 1° (выбирается)
Чувствительность	ном. от 0,2 мкВ/м до 0,5 мкВ/м (см. диаграмму для ВЧ антенн на с. 19)
Режимы работы	Сканирование (f-SCAN, m-SCAN), Поиск, режим фиксированной частоты (FFM), широкополосный режим (WFFM)
Мгновенная полоса	1 МГц 10 МГц/5 МГц/2 МГц с опцией R&S®DDFA-WB
Полоса обзора в широкополосном режиме	1 МГц 10 МГц/5 МГц/2 МГц с опцией R&S®DDFA-WB 0,5 МГц/0,2 МГц/0,1 МГц с опцией R&S®DDF-HFR
Минимальная длительность сигнала ¹⁾ (зависит от выбранной полосы реального времени FFT) Корреляционный интерферометр Ватсон-Ватт	1 мс 0,3 мс
Скорость сканирования с разрешением 20 кГц, загрузка канала 100 %, ВТ = 4 Корреляционный интерферометр Ватсон-Ватт	до 0,9 ГГц/с (включая расчет угла места) с опцией R&S®DDF A-WB: до 4 ГГц/с (включая расчет угла места) до 3,5 ГГц/с с опцией R&S®DDF A-WB: до 11 ГГц/с
Скорость сканирования с разрешением 5 кГц, загрузка канала 100 %, ВТ = 4 Корреляционный интерферометр Ватсон-Ватт	до 250 МГц/с (включая расчет угла места) с опцией R&S®DDF A-WB: до 500 МГц/с (включая расчет угла места) до 1 ГГц/с с опцией R&S®DDF A-WB: до 2 ГГц/с
Скорость обработки Корреляционный интерферометр Ватсон-Ватт	до 50000 каналов/с с опцией R&S®DDF A-WB: до 200000 каналов/с до 200000 каналов/с с опцией R&S®DDF A-WB: до 400000 каналов/с

Разнесение каналов (зависит от выбранной полосы реального времени FFT)	20 кГц/10 кГц/5 кГц/2 кГц/1 кГц/ 0,5 кГц/0,2 кГц кроме того, с опцией R&S®DDF A-WB: 0,1 кГц/0,05 кГц/0,02 кГц
Полосы Пеленгации Демодуляции	12 кГц/6 кГц/3 кГц/1,2 кГц/ 0,6 кГц/0,3 кГц/0,12 кГц 20 кГц/12 кГц/10 кГц/6 кГц/3,4 кГц/ 3 кГц/1,2 кГц/0,6 кГц/ 0,3 кГц/0,12 кГц/0,06 кГц
Подавление соседнего канала ≥ 10 кГц	80 дБ (FFM), 60 дБ (SCAN)
Режимы демодуляции	CW, AM, ЧМ, SSB
Избирательность фильтра (коэффициент формы, 60 дБ / 3 дБ)	2,5 (FFM) 3,6 (SCAN)
Динамический диапазон (включая АРУ)	>120 дБ
Линейность Точка пересечения по интермодуляционным составляющим 2 порядка Точка пересечения по интермодуляционным составляющим 3 порядка ²⁾	≥ 75 дБм, ном. 85 дБм ≥ 32 дБм, ном. 39 дБм
Динамический диапазон без интермодуляционных искажений	ном. 95 дБ (внутри полосы, полоса 1,2 кГц)
Фазовый шум	< -110 дВс (1 Гц) при отстройке 1 кГц ном. -116 дВс (1 Гц) при отстройке 1 кГц
Импеданс	50 Ом
Стабильность частоты	1×10^{-7} при температуре от -10 °C до +55 °C
Точность установки частоты	1 Гц
Подавление зеркальной частоты	>95 дБ, ном. 110 дБ
Подавление ПЧ	>95 дБ, ном. 110 дБ
Среднее время наработки на отказ R&S®EBD660 R&S®EH110	>24 000 ч >60 000 ч

1) 100 % вероятность перехвата одиночного пакета в полосе реального времени. Сигналы меньшего уровня могут пеленговаться при излучении нескольких пакетов и с меньшей вероятностью перехвата.

2) Разнесение частот между взаимодействующими сигналами ≥ 30 кГц. При большем разнесении частот возможны более высокие значения.

Технические характеристики – R&S® DDF 05A

Диапазон частот	от 20 МГц до 3000 МГц
Метод пеленгации	корреляционный интерферометр, Ватсон-Ватт
Управление	через графический интерфейс пользователя на внешнем компьютере под управлением Windows XP
Инструментальная точность пеленгации	0,5° ср.кв.
Системная точность пеленгации (в полевых условиях) С антенной R&S®ADD053 С антенной R&S®ADD070	1° ср.кв. 2° ср.кв.
Отображаемые параметры	зависимость азимута от амплитуды, зависимость уровня от амплитуды, полярная диаграмма, гистограмма, водопадная диаграмма, панорама ПЧ в реальном времени (полоса 100 кГц или 2 МГц)
Разрешение дисплея	0,1° или 1° (выбирается)
Чувствительность от 20 МГц до 1300 МГц от 1300 МГц до 3000 МГц	ном. от 0,5 мкВ/м до 1 мкВ/м ном. от 3 мкВ/м до 10 мкВ/м (см. диаграмму для ОБЧ/УВЧ антенн на с. 19)
Режимы работы	Сканирование (f-SCAN, m-SCAN), Поиск, режим фиксированной частоты (FFM), широкополосный режим (WFFM)
Мгновенная полоса	10 МГц (-6 дБ)
Полоса обзора в широкополосном режиме	10 МГц/5 МГц/2 МГц; кроме того, с опцией R&S®DDF-HFR: 1 МГц/0,5 МГц/0,2 МГц
Минимальная длительность сигнала ¹⁾ (зависит от выбранной полосы реального времени FFT) Корреляционный интерферометр Ватсон-Ватт	350 мкс 150 мкс
Скорость сканирования с разрешением 200 кГц, загрузка канала 100 %, ВТ = 4 Корреляционный интерферометр Ватсон-Ватт	до 30 ГГц/с до 80 ГГц/с
Скорость сканирования с разрешением 25 кГц, загрузка канала 100 %, ВТ = 4 Корреляционный интерферометр Ватсон-Ватт	до 6 ГГц/с до 15 ГГц/с
Скорость обработки Корреляционный интерферометр Ватсон-Ватт	до 240000 каналов/с до 600000 каналов/с
Разнесение каналов (зависит от выбранной полосы реального времени FFT)	200 кГц/100 кГц/50 кГц/25 кГц/ 20 кГц/12,5 кГц/10 кГц/8,33 кГц/ 5 кГц/2 кГц/1 кГц/0,5 кГц/0,2 кГц кроме того, с опцией R&S®DDF-HFR: 1 кГц/0,5 кГц/0,2 кГц/0,1 кГц/ 0,05 кГц/0,02 кГц

Полосы Пеленгации	60 кГц/30 кГц/15 кГц/12 кГц/ 7,5 кГц/6 кГц/5 кГц/3 кГц/1,2 кГц/ 0,6 кГц
Демодуляции	150 кГц/60 кГц/30 кГц/15 кГц/ 12 кГц/7,5 кГц/5 кГц/3 кГц/ 1,2 кГц/0,6 кГц
Подавление соседнего канала ≥ 10 кГц	80 дБ (FFM), 60 дБ (SCAN)
Режимы демодуляции	CW, AM, ЧМ, SSB
Избирательность фильтра (коэффициент формы, 60 дБ / 3 дБ)	2,5 (FFM) 3,6 (SCAN)
Динамический диапазон (включая АРУ)	>120 дБ
Линейность Точка пересечения по интермодуляционным составляющим 2 порядка Точка пересечения по интермодуляционным составляющим 3 порядка ²⁾	≥ 50 дБм, ном. 63 дБм ≥ 18 дБм, ном. 28 дБм
Динамический диапазон без интермодуляционных искажений	ном. 85 дБ (внутри полосы, полоса 7,5 кГц)
Фазовый шум	< -116 дБс (1 Гц) при отстройке 10 кГц ном. -120 дБс (1 Гц) при отстройке 10 кГц
Импеданс	50 Ом
Стабильность частоты	1×10^{-7} при температуре от -10 °C до +55 °C
Точность установки частоты	1 Гц
Подавление зеркальной частоты	>90 дБ, ном. 110 дБ
Подавление ПЧ	>95 дБ, ном. 110 дБ
Среднее время наработки на отказ R&S®EBD660 R&S®ET550	>24 000 ч >25 000 ч

- 1) 100 % вероятность перехвата одиночного пакета в полосе реального времени. Сигналы меньшего уровня могут пеленговаться при излучении нескольких пакетов и с меньшей вероятностью перехвата.
- 2) Разнесение частот между взаимодействующими сигналами $\geq 2,2$ МГц. При большем разнесении частот возможны более высокие значения.

Общие технические характеристики

(распространяются на R&S®DDF 01A, R&S®DDF 05A и R&S®DDF 06A)

	R&S®EBD660	R&S®EH110	R&S®ET550
Рабочая температура	от -10 °С до +55 °С, согласно EN 60068-2-1, EN 60068-2-2, MIL-STD-810E Метод 501.3/502.3		
Температура хранения	от -40 °С до +71 °С, согласно EN 60068-2-1, EN 60068-2-2, MIL-STD-810E Метод 501.3/502.3		
Относительная влажность	макс. 80 % циклическое тестирование при 25 °С/40 °С, согласно EN 60068-2-30 макс. 95 %, без конденсации влаги, согласно MIL-STD-810E Метод 507.3, без циклической конденсации		
Механическая прочность / удар	30 г, полусинусоида 11 мс, согласно EN 60068-2-27 40 г, ударный спектр, от 45 Гц до 200 Гц, согласно MIL-STD-810E, Метод 516.4		
Вибрация Синусоидальная Случайного характера	от 5 Гц до 55 Гц, макс. 2 г, от 55 Гц до 150 Гц, 0,5 г постоянно, 12 мин по трем осям, согласно EN 60068-2-6 от 10 Гц до 500 Гц, 1,9 г (ср.кв.), 30 мин по трем осям, согласно EN 60068-2-64		
Электромагнитная совместимость	от 30 МГц до 1000 МГц, 30/37 дБмкВ/м, напряженность поля (излучения), согласно EN 55022 от 0,15 МГц до 30 МГц, класс В по напряжению помехи на линиях питания переменного тока, согласно EN 55022 от 0 Гц до 2 кГц, ток помехи на линиях питания переменного тока, согласно EN 61000-3-2 ±8 кВ/±4 кВ, статический разряд, согласно EN 61000-4-2 от 80 МГц до 1000 МГц, напряженность поля (стойкость) 10 В/м, согласно EN 61000-4-3 ±2 кВ/±1 кВ, переходной процесс при подключении питания переменного тока /сигнала (стойкость), согласно EN 61000-4-4 ±2 кВ/±1 кВ, импульс (стойкость), согласно EN 61000-4-5 от 0,15 МГц до 80 МГц, 10 В немод./мод. 80 % АМ (1 кГц) по линиям питания, согласно EN 61000-4-6 снижение напряжения 10 мс/30 %, 100 мс/60 %, 5 с прерывание питания по линиям переменного тока, согласно EN 61000-4-11		
Источник питания	от 100 В до 230 В переменного тока, +10 %/-12 %, от 47 Гц до 63 Гц		
Потребляемая мощность (согласно EN 61010, VDE 0411)	макс. 350 ВА, ном. 300 ВА	макс. 150 ВА, ном. 120 ВА	макс. 200 ВА, ном. 180 ВА
Габариты (Ш × В × Г)	436 мм × 192 мм × 460 мм (19 дюймов × 4 единицы по высоте)		
Масса	примерно 15 кг	примерно 16 кг	примерно 18 кг

Информация для заказа

Обозначение заказа	Тип	№ по каталогу
Цифровой сканирующий пеленгатор ВЧ диапазона	R&S®DDF 01A	4059.9100.02
Цифровой сканирующий пеленгатор ОВЧ/УВЧ диапазона	R&S®DDF 05A	4059.9200.02
Цифровой сканирующий пеленгатор ВЧ/ОВЧ/УВЧ диапазона	R&S®DDF 06A	4059.9300.02
Антенны (см. отдельное техническое описание)	R&S®ADDx	см. таблицы на с. 20 и 21
Опции		
Переключение ведущий-ведомый	R&S®RA-MSH	3020.9690.02
Расширение ОНЧ	R&S®DDF-LF	4060.0348.02
Широкополосный ВЧ модуль	R&S®DDF-WB	4060.0248.02
Перехват сигналов GSM	R&S®DDF-GSM	4059.9951.02
Синхронное сканирование	R&S®DDF-TS	4060.0290.02
Запись необработанных данных	R&S®DDF-DR	4060.0390.02
Предварительный классификатор	R&S®DDF-CL	4059.9900.02
Одностанционный пеленгатор ВЧ диапазона	R&S®DDF-SSL	3020.8864.02
Расширение для дистанционного управления	R&S®DDF A-REM	3020.8858.02
Высокое разрешение по частоте	R&S®DDF-HFR	по запросу
Сервисный набор (для диагностики и обслуживания)	R&S®DDF-SK	4060.0454.02



Более подробную информацию
можно найти на сайте
www.rohde-schwarz.ru (www.rohde-schwarz.com)
(поиск по ключевому слову: DDF0xA)



ROHDE & SCHWARZ

Представительство в Москве: 125047 Москва, 1-я Брестская, 29, 9-й этаж, тел. (495) 981-3560, факс (495) 981-3565
rs-russia@rohde-schwarz.com www.rohde-schwarz.ru

R&S® - зарегистрированная торговая марка Rohde&Schwarz GmbH&Co. KG • Все торговые марки являются собственностью их владельцев
PD 0758.0374.38 • Цифровой сканирующий пеленгатор ВУОВУВУЧ,диапазона R&S VDF-DxA • Параметры, у которых не обозначены допустимые значения, имеют номинальные значения • Допустимы изменения