

MS27103A

Удаленный спектральный монитор



Введение

В последние годы крупные инвестиции в частотный спектр были сделаны через правительственные аукционы. Данный процесс происходил во многих регионах мира. Ниже приводится небольшая выборка по инвестициям в различные годы в долларовом эквиваленте:

- \$50 млрд - Германия (2000 г.)
- \$13 млрд - Индия (2015 г.)
- \$5 млрд - Канада (2011 г.)
- \$38 млрд - Соединенное королевство (2000 г.)

Источник: Wikipedia

В начале 2015 года на аукционе по распределению диапазона AWS-3 (65 МГц спектра) в США удалось выручить 45 млрд долларов. На рис. 1 показано распределение затрат по операторам, что демонстрирует четырехкратное увеличение по сравнению с аукционом AWS-1 (90 МГц спектра) в 2006 году, выраженное в \$/МГц - население (\$/MHz-PoP).*

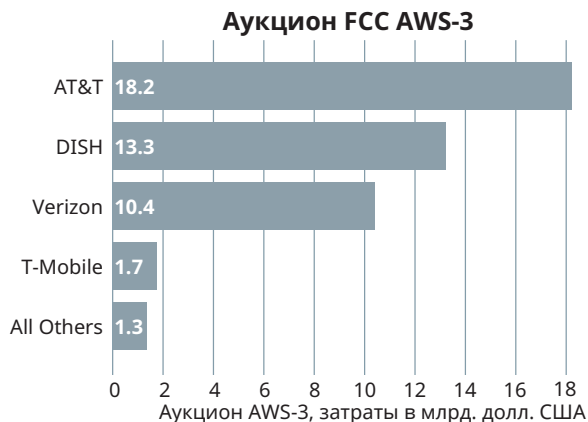


Рис. 1. Затраты операторов на аукционе AWS-3

Защита ваших инвестиций

Для защиты вложений, сделанных в приобретение радиочастотного спектра, исключительно важным становится обеспечение высокого качества услуг, предоставляемых операторами. Отличное качество передачи речи и данных приводит к росту спроса на данную услугу.

Распространение стандартов мобильной связи и выделение новых частот всё чаще ставят перед операторами задачи по обеспечению функционирования сетей на оптимальном уровне. Разнообразные помехи ведут к обрыву вызовов, снижению скорости передачи данных и неудовлетворительному функционированию сети. Сегодня пользователи хотят, чтобы приложения работали везде и всегда и на максимально возможных скоростях. Оптимизация пользовательского опыта, таким образом, является первостепенной задачей сетевых операторов. Результатом становится повышение лояльности пользователей, снижение оттока абонентов и усиление позиций компании.

Интерференция снижает емкость сети

Основным препятствием на пути к качественному функционированию сети является интерференция. Источники помех включают: незаконное или несанкционированное вещание, ретрансляторы (см. рис.2), телефоны DECT (рис. 3), станции преднамеренных помех, беспроводные микрофоны и излучение от телевизионных кабелей. Источником помех также могут быть другие сети сотовой связи, в частности, в приграничных районах, где конкурирующие сервисы подчиняются разным регулирующим органам.

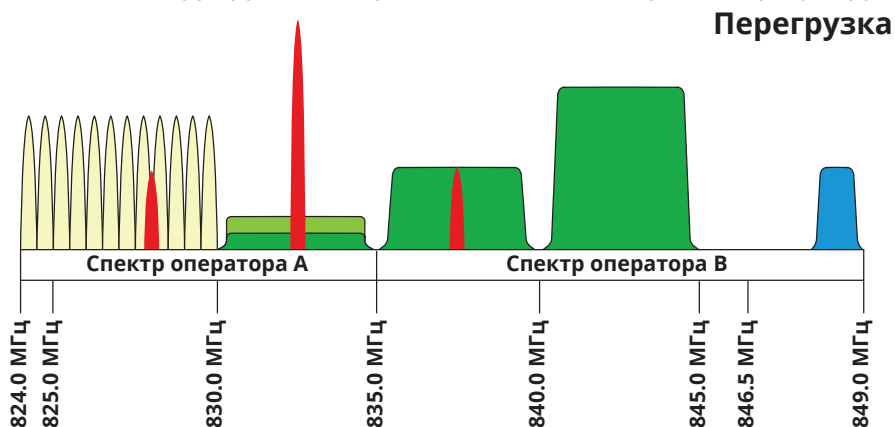


Рис. 2. Неисправные ретрансляторы могут блокировать сигналы мобильной связи

* МГц на население (MHz PoP) - является стандартной единицей измерения стоимости спектра и определяется как отношение цены реализации к производству диапазона в МГц лицензии на количество охватываемого населения.

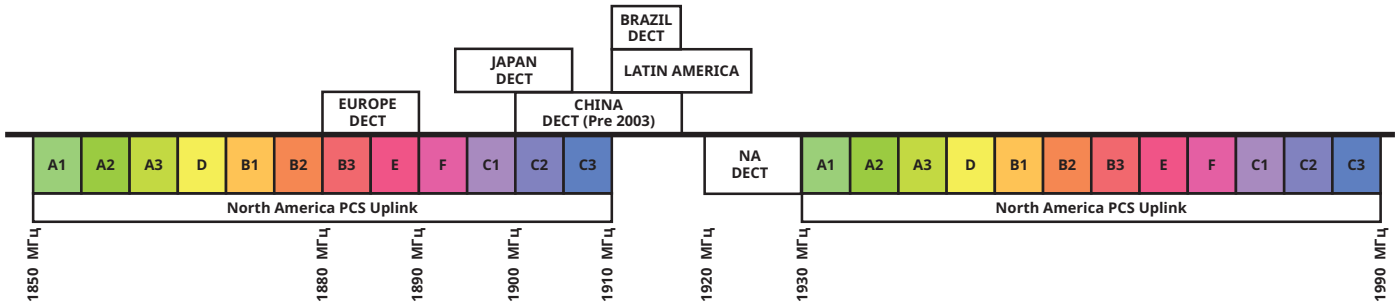


Рис. 3. Наложение частот международных DECT-телефонов на полосы, используемые в США для сотовой связи

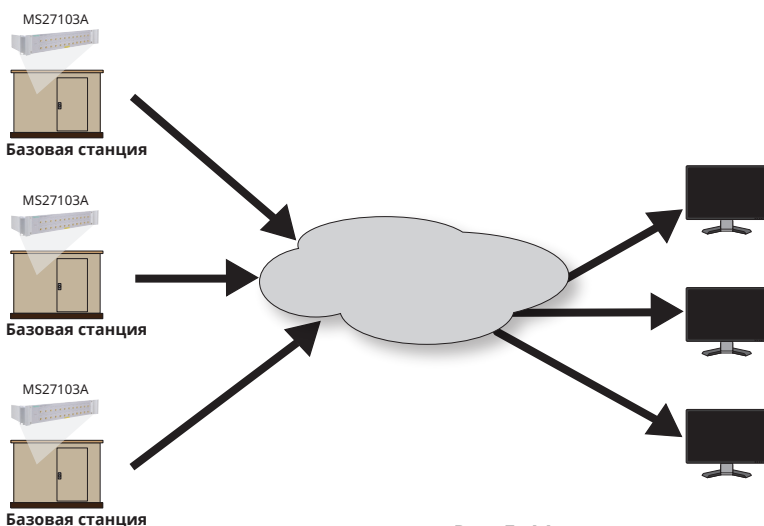
Традиционные способы борьбы с источниками помех требуют больших затрат и занимают много времени. Обычно первым признаком проблемы является снижение ключевых показателей эффективности (КПЭ) до предельно низкого уровня. КПЭ позволяют обнаружить присутствие нетиповых явлений в сети, таких как обрыв вызовов, снижение уровня успешных хэндоверов и падение пропускной способности каналов. В качестве причины появления проблем в сети могут выступать различные явления, включая программные сбои в оборудовании, аппаратные неисправности, пассивную интермодуляцию и внешнюю интерференцию. Сама по себе проверка сети для определения разновидности неисправности может потребовать много времени и усилий даже у опытных специалистов (см. рис. 4). Как правило, при появлении проблемы специалист по обслуживанию сети отправляется на базовую станцию для проверки спектра. После подключения к порту антенны восходящего канала можно проанализировать спектр полосы приема на наличие какого-либо необычного сигнала. После обнаружения подозрительного сигнала специалист может осуществить поиск источника помехи, чтобы обнаружить причину неполадки.



Рис. 4. Специалист изучает спектр на базовой передающей станции

Удаленный спектральный мониторинг

Система спектрального мониторинга позволяет ускорить идентификацию и устранение сигналов помех, снижающих производительность сети. Непрерывный мониторинг сети позволяет обнаруживать проблемные сигналы при их появлении в режиме реального времени. Также специалисты могут изучить закономерности в появлении нежелательных сигналов, что позволяет эффективно охарактеризовать и установить местоположение источника помехи. На рис. 5 показана одна из возможных конфигураций системы удаленного мониторинга на базе оборудования Anritsu.



Центр контроля

Рис.5. Мониторинг спектра в удаленном режиме

Удаленный спектральный монитор MS27103A

Скорость развертки 24 ГГц/с позволяет MS27103A обнаруживать многие типы сигналов, включая как периодические или кратковременные передачи, так и короткие "пакетные" (импульсные) сигналы. Широкий динамический диапазон, высокая чувствительность и низкий уровень паразитных сигналов - всё это позволяет MS27103A уверенно отличать исследуемые маломощные сигналы от своих собственных, генерируемых самим прибором, побочных сигналов.

Функциональные возможности

- Диапазон от 9 кГц до 6 ГГц
- Скорость развертки до 24 ГГц/с
- Встроенный веб-сервер для просмотра, управления и проведения измерений через веб-браузер (поддерживаются Chrome и FireFox)
- Возможность удаленного обновления встроенного ПО
- «Сторожевой таймер», обеспечивающий бесперебойную работу удаленных мониторов в течение длительного времени
- Возможность поставки модуля в двух конфигурациях: с 12 или 24 РЧ входами
- Операционная система Linux
- Низкий уровень паразитных составляющих обеспечивает уверенное обнаружение исследуемого сигнала
- Мгновенное вычисление БПФ для сигналов с полосой до 20 МГц
- Низкое энергопотребление < 11 Вт (входное напряжение от 11 до 24 В постоянного тока)
- Встроенный приемник GPS для определения местоположения и синхронизации по времени
- Порт Gigabit Ethernet для высокоскоростной передачи
- Анализ интерференции: спектрограмма и мощность сигнала
- Динамический диапазон: >106 дБ, приведенный к 1 Гц полосы пропускания
- Средний уровень собственных шумов (DANL): <-150 дБм по отношению к 1 Гц полосы пропускания со включенным предусилителем
- Фазовый шум: -99 дБн/Гц при отстройке 10 кГц на 1 ГГц
- Блоковый режим и потоковая передача IQ-данных с присвоением временных меток для приложений TDOA
- Опциональное ПО Vision™ для автоматизации процесса спектральных измерений, настройки сигнализации и определения местоположения источников

Возможность работы в удаленном режиме

Поскольку возможны ситуации, когда мониторы эксплуатируются за сотни или тысячи километров от центра управления, совершенно необходимо, чтобы каждый модуль сохранял работоспособность в любых условиях. MS27103A рассчитан на эксплуатацию в полевых условиях и оснащен возможностями дистанционного управления питанием, протоколами автоматического восстановления системы и дистанционного обновления встроенного программного обеспечения.

В случае возникновения ошибки в приложении или перебоев с питанием, вызывающих постоянные неполадки со связью с монитором, выполняется процедура перезагрузки, позволяющая вернуть удаленный монитор к предыдущему состоянию. В этом случае происходит автоматическая перезагрузка установленного ПО и восстанавливается работа в режиме «онлайн». Настройки прибора также сбрасываются в предыдущее состояние.

В безопасной области памяти каждого прибора находится стабильный базовый "образ" встроенного программного обеспечения. Благодаря этому в случае повреждения встроенного ПО в приборе возможно быстрое возвращение модуля в полностью рабочее состояние. Данная функция особенно полезна, когда необходимо провести обновление ПО в удаленном режиме.

Обновление встроенной программы в удаленном режиме

При удалённой загрузке нового встроенного программного обеспечения в прибор выполняется несколько этапов или "проверок". После загрузки образа нового ПО в монитор проводятся различные тесты для гарантии того, что код был передан должным образом и без ошибок. После этого код передается в память модуля и выполняется его установка. В случае возникновения проблем на данном этапе или некорректной работы ПО на "базовый" образ производится автоматическая замена загруженного ПО на "базовый" образ с целью восстановления работоспособности удалённого монитора. Иллюстрация процесса удалённого обновления ПО в MS27103A приведена на рис. 6.

Благодаря наличию "базового" образа, пользователь может быть уверен, что после изменения кода прибор останется в рабочем состоянии. После этого на спектральный монитор можно отправить и безопасно установить исправления, обновления или функции, запрошенные пользователем.

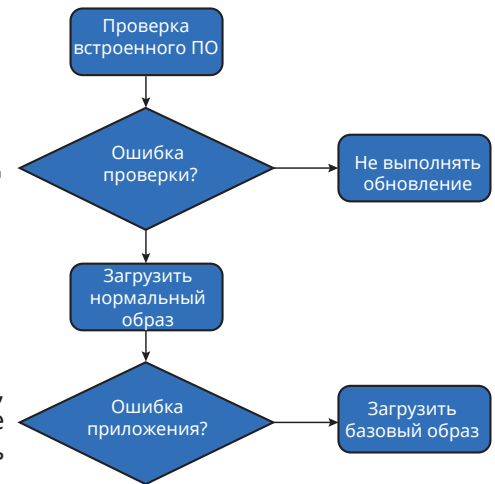


Рис. 6: Алгоритм обновления встроенного программного обеспечения в удаленном режиме

Интегрированный веб-сервер

MS27103A оснащен интегрированным веб-сервером. С помощью Интернет-браузера (поддерживаются Chrome или FireFox) пользователь может подключаться к модулю из любой точки мира с любого устройства и управлять любыми функциями прибора, включая такие параметры как настройки частоты, управление разрешением по полосе пропускания и полосой видеочастотного фильтра, конфигурация опорного уровня и множество других настроек, необходимых для мониторинга спектра. В окне браузера можно просмотреть данные отслеживания, спектрограммы и другие результаты измерений. Важное преимущество веб-сервера состоит в том, что веб-сервер не зависит от ОС платформы, поэтому для работы с ним может использоваться любое электронное устройство, поддерживающее работу с браузером. Для просмотра спектра и внесения изменений в настройки прибора пользователь может использовать свой ПК/лэптоп, планшетный компьютер или даже смартфон. MS27103A оснащен портом Gbit Ethernet, что позволяет передавать результаты измерения и управляющие данные на высокой скорости. На рис. 7 показано серверное приложение на экране смартфона. На рис. 8 ниже демонстрируется главный пользовательский интерфейс, обеспечиваемый веб-сервером.



Рис. 7: Пользовательский интерфейс на экране смартфона

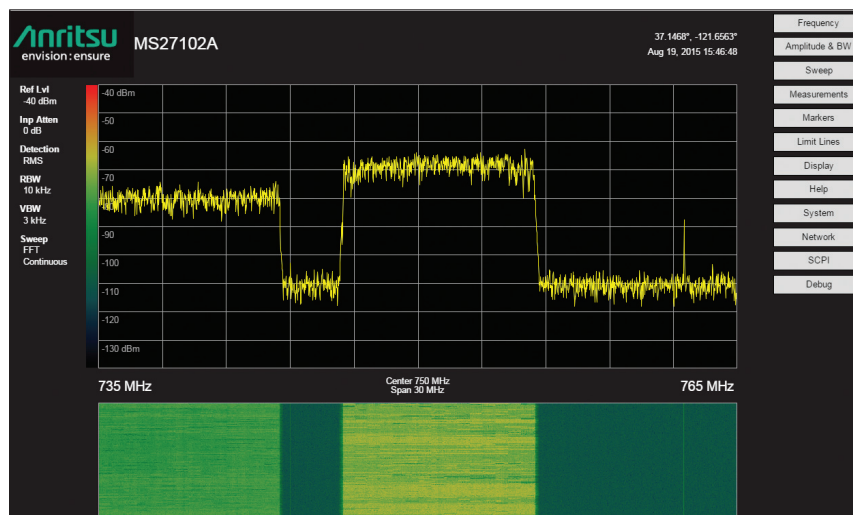


Рис. 8: Снимок с экрана пользовательского интерфейса

Аппаратная часть

В стандартной конфигурации MS27103A оснащен 12 радиочастотными входными портами. Данная модель, как правило, используется с базовыми станциями, имеющими 3 сектора, с несколькими несущими на каждый сектор. Монитор оснащен высокоскоростным переключателем, обеспечивающим возможность измерения на каждом РЧ входе. Время переключения между портами составляет примерно 300 нс. Развязка между РЧ входными портами в более чем 30 дБ обеспечивает целостность измерения.

Опция 424 увеличивает количество РЧ входных портов в MS27103A до 24 штук. Данная опция оптимальна для работы с базовыми станциями, имеющими 6 секторов, или использования в случаях, когда требуется доступ к большому числу антенн или частотных полос. См. рис. 9, где показана конфигурация с 24 радиочастотными входами.

Для питания модуля требуется источник переменного тока 220В/110 В или источник постоянного тока -48 В. MS27103A не оказывает негативного воздействия на окружающую среду и, как правило, потребляет менее 11 Вт.



Рис. 9. Вариант MS27103A с 24 портами

Основные области применения

- Мониторинг интерференции в сетях
- Определение местоположения источников помех
- Запись данных о спектральной активности
- Установка пороговых уровней мощности для автоматического срабатывания сигнализации
- Запись данных о помехах для возможного обращения к надзорным органам

Контролируемые сигналы

Разнообразные контролируемые сигналы можно сгруппировать по нескольким категориям. Каждый из этих типов сигналов изучается более детально. Категории сигналов и задач включают следующие:

- Преднамеренные помехи (включая незаконные или несанкционированные передачи)
- Случайные помехи
- Загруженность спектра

Преднамеренные помехи

Во многих регионах мира можно обнаружить нелегальное АМ/ЧМ-вещание и передачу видеосигналов. Данные передачи могут генерироваться пиратским вещательным оборудованием или СВ-радиостанциями, работающими с превышением мощности. Кроме этого устройства преднамеренных помех иногда используются для предотвращения списывания во время экзаменов, телефонных звонков сотрудников компании в рабочее время или незаконных звонков заключенных в тюрьмах. Сигналы, создаваемые устройствами преднамеренных помех, часто могут выходить за пределы своей области применения и создавать помехи для других служб, работающих на законных основаниях.

Случайные помехи

В спектре можно наблюдать самые разные случайные помехи. Частой проблемой является утечка сигнала из сети кабельного телевидения. Данная утечка имеет место как со стороны сигналов, проникающих из кабеля во внешнюю среду, так и со стороны внешних сигналов, попадающих в кабельную систему. Эта проблема особенно обострилась после перераспределения сигналов кабельного телевидения на частоты, используемые для широко вещания и сотовой связи (например, полоса LTE 700 МГц).

Телефоны стандарта DECT также могут быть источником помех, особенно в случаях, когда пользователи берут с собой свои беспроводные телефоны при переезде из одной страны в другую. В разных странах используются различные частоты для работы DECT-оборудования, что становится причиной возникновения помех при включении оборудования, привезенного из другой страны.

Прочие источники помех включают сигналы сотовой связи (вследствие некорректного наведения антенны по углу или азимутальных ошибок), генерация в ретрансляторах, проблемы с беспроводными микрофонами, работа силового оборудования и многие другие.

Загруженность спектра

С резким ростом потребности в радиоспектре как в государственном, так и в частном секторах ведется работа по поиску новых способов для более эффективного использования различных частотных полос. Для поддержки будущего роста регулирующие органы будут проводить оценку различных частотных полос с целью определения их загруженности. В случае обнаружения недостаточной загруженности может быть изменено назначение спектра, чтобы повысить его загрузку.

Очистка спектра и решение проблем с помехами будет иметь большое значение в рамках подготовки к использованию данных частот. Измерение загруженности спектра позволяет количественно оценить объем использования частотных полос в течение определенного времени (см. рис. 10). Удаленные спектральные мониторы позволяют контролировать полосу частот и записывать изменения спектра со временем.

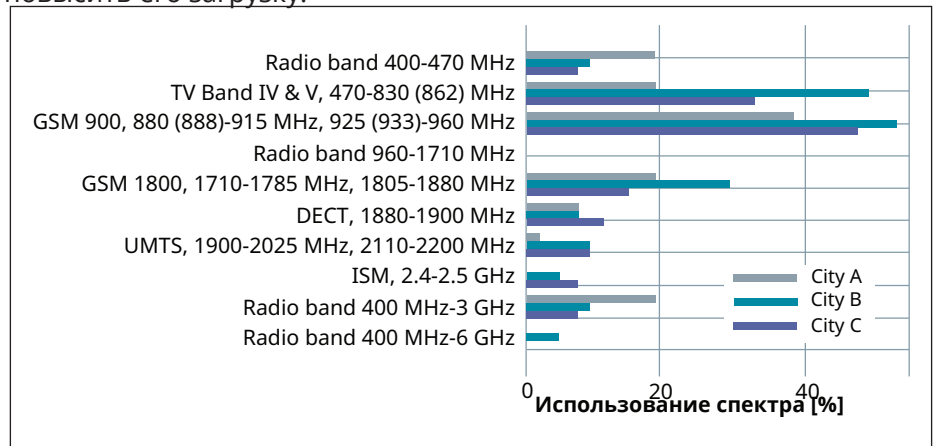


Рис. 10: Измерение загруженности спектра

Производительность

Скорость развертки MS27103A составляет до 24 ГГц/с. Благодаря этому прибор может захватывать прерывистые или импульсные сигналы. Кроме этого спектральный монитор позволяет мгновенно вычислять БПФ для сигналов с полосой до 20 МГц.

Подключение нескольких "спектральных датчиков" позволяет расширить возможности мониторинга РЧ спектра и определять местоположение контролируемых сигналов. При использовании трех или более модулей, опциональное ПО Vision™ позволяет определять местоположение источника помехи или незаконных радиопередач. Кроме этого, благодаря GPS-приемнику можно устанавливать временные метки в IQ-данные результатов измерения. Это дает пользователю возможность использовать свое собственное ПО и с помощью функций TDOA (разность времени прибытия сигналов) обнаруживать источники помех, при условии, что каждый IQ-результат измерения имеет точную временную метку. Пример работы методики TDOA см. на рис. 11.

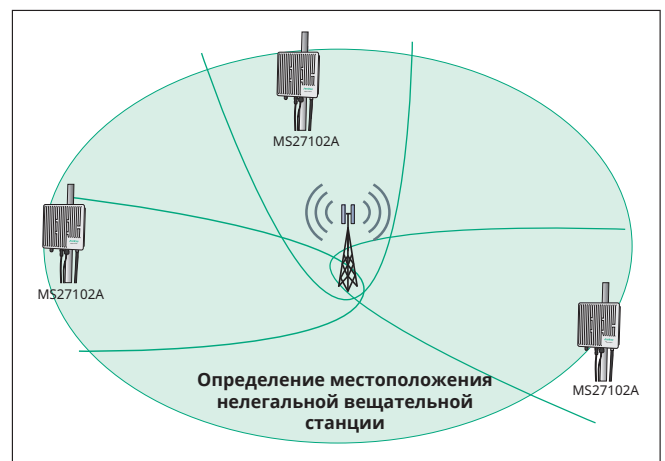


Рис. 11: Использование методики TDOA для установки местоположения источника помехи

Связь с прибором

Связь с MS27103A осуществляется с помощью проводного соединения Ethernet или беспроводного модема. Каждый монитор поставляется с предустановленным статическим IP-адресом. После установки соединения с использованием данного IP-адреса пользователи могут сменить данный адрес на другой статический IP. Также могут использоваться протоколы DHCP или DNS. Подробнее см. в руководстве по конфигурированию Ethernet, поставляемому компанией Anritsu.

Все команды и запросы MS27103A формируются с использованием команд SCPI. В комплект поставки прибора входит руководство, содержащее список всех команд SCPI с описанием каждой команды и корректным синтаксисом. Пользователи могут составить свой собственный список команд SCPI и сохранить его в виде текстового файла (.txt). Данный файл затем можно загрузить в спектральный монитор для выполнения.

Заключение

Основными преимуществами технологии удалённого спектрального мониторинга Anritsu является как автоматизация, так и масштабируемость. Для минимизации расходов при сохранении целостности сети необходим процесс с высокой степенью автоматизации. MS27103A позволяет с большей точностью устанавливать причины снижения скорости передачи данных или обрыва звонков и не полагаться на догадки. ПО Vision от Anritsu или пользовательские приложения позволяют определять в сигналах помех закономерности, фиксировать историю спектральных наблюдений и устанавливать географическое положение источников проблемных сигналов. MS27103A также обладает высокой масштабируемостью. В случае роста потребности в борьбе с источниками сигналов помех пользователь имеет возможность беспрепятственно подключать в сеть дополнительные мониторы. Прибор может работать полностью автономно и не требует присутствия специалиста на объекте для своего обслуживания. В сочетании с другим оборудованием от Anritsu для обнаружения источников помех и пассивной интермодуляции компания Anritsu предлагает полное решение, обеспечивающее целостность столь ценного ресурса – радиочастотного спектра.