

MS27101A

Удаленный спектральный монитор



Введение

Активное распространение беспроводных технологий связи привело к росту потребности в надежных сетях с относительно низким уровнем помех. Присутствие незаконных или несанкционированных сигналов, мешающих передаче полезных сигналов, снижает емкость сети. Данные сигналы могут появляться периодически или на различных частотах в разное время, что делает обнаружение и устранение подобных источников помех достаточно сложной задачей.

Мониторинг радиоспектра может использоваться при контроле соблюдения государственных требований в данной сфере. Полиция, пожарные службы, авиадиспетчерские службы, железнодорожные компании, использующие системы принудительного управления поездом (ПТС), военные и аварийно-спасательные службы - все они должны иметь в своем распоряжении бесперебойные и надежные каналы связи. Для контроля над соблюдением правил использования спектра часто используется мониторинг спектра.

Сферы применения MS27101A включают такие, как мониторинг неиспользуемого частотного спектра, определение порогового значения, при прохождении которого может быть подана жалоба на наличие помех, мониторинг помеховой обстановки в зданиях, использование в системах принудительного управления движением поезда (см. рис. 1) и научно-исследовательская деятельность.



Рис. 1. Использование MS27101A в системе принудительного управления поездом

Удаленный спектральный монитор MS27101A

Помимо обнаружения источников помех мониторинг спектра также используется для получения информации о загруженности спектра. Государственные надзорные органы и операторы часто имеют потребность в определении интенсивности использования различных частотных диапазонов. Мониторинг этих частот позволяет получить информацию, необходимую для оптимизации спектра с целью максимального использования. Для спектра может быть определено другое назначение или проведено мультиплексирование с другими сигналами с использованием технологий когнитивной радиосвязи. На рис. 2 демонстрируется измерение загруженности спектра.

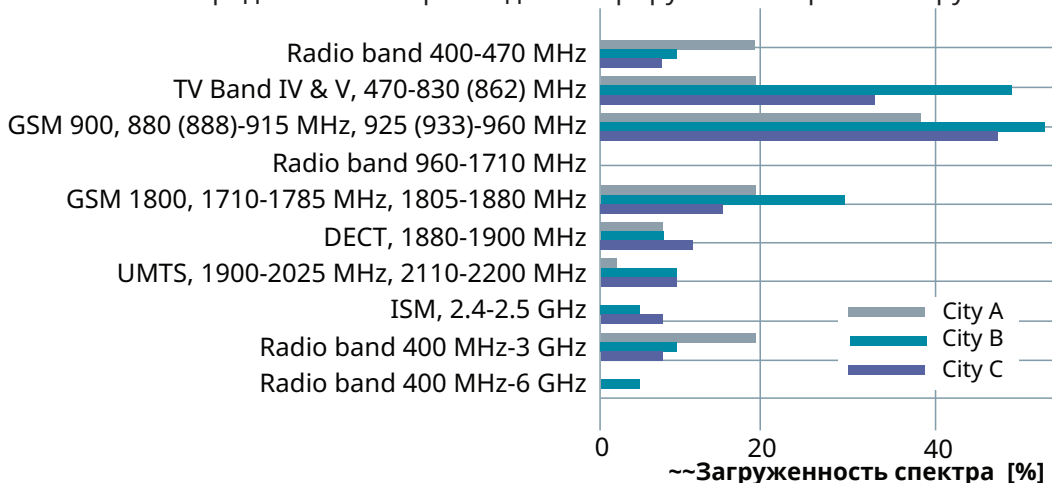


Рис. 2. Измерение загруженности спектра

Удаленный спектральный монитор MS27101A

Скорость развертки 24 ГГц/с позволяет MS27101A 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 составляющих - всё это позволяет MS27101A уверенно отличать исследуемые маломощные сигналы от своих собственных, генерируемых самим прибором, 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 (рекомендуются Chrome и FireFox)
- Возможность удаленного обновления встроенного ПО
- «Сторожевой таймер», обеспечивающий бесперебойную работу удаленных мониторов в течение длительного времени
- Операционная система Linux
- Низкий уровень паразитных составляющих обеспечивает уверенное обнаружение исследуемого сигнала
- Мгновенное вычисление БПФ с полосой до 20 МГц
- Низкое энергопотребление < 11 Вт
- 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 сигналов (режим геолокации)

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. MS27101A 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 автоматически выполняется 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 удаленной загрузке нового встроенного программного обеспечения в прибор выполняется несколько этапов или "проверок". После загрузки образа нового ПО в монитор выполняются 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 встроенного ПО производится автоматическая замена загруженного ПО на "базовый" образ с целью восстановить работоспособность удаленного монитора. См. рис. 3.

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.

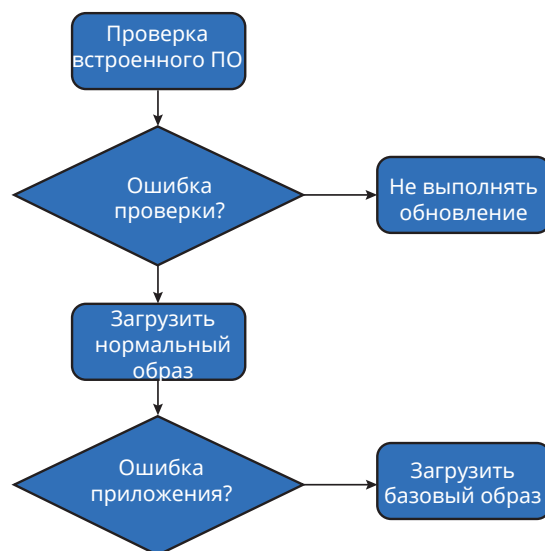


Рис. 3. Алгоритм обновления встроенного программного обеспечения в удаленном режиме

Удаленный спектральный монитор MS27101A

Интегрированный веб-сервер

MS27101A оснащен интегрированным веб-сервером. С помощью Интернет-браузера (поддерживаются Chrome или FireFox) пользователь может подключаться к спектральному монитору 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 видеофильтра, конфигурация опорного уровня и множество других настроек, необходимых для мониторинга спектра. В окне браузера можно просмотреть данные отслеживания, спектрограммы и другие результаты измерения. 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. На рис. 4 показано отображение результатов измерения на экране смартфона. На рис. 5 демонстрируется снимок с экрана, отображаемый на ПК/лэптопе. MS27101A оснащен портом Gbit Ethernet, что позволяет передавать результаты измерения и управляющие данные на высокой скорости.



Рис. 4. Пользовательский интерфейс на экране смартфона

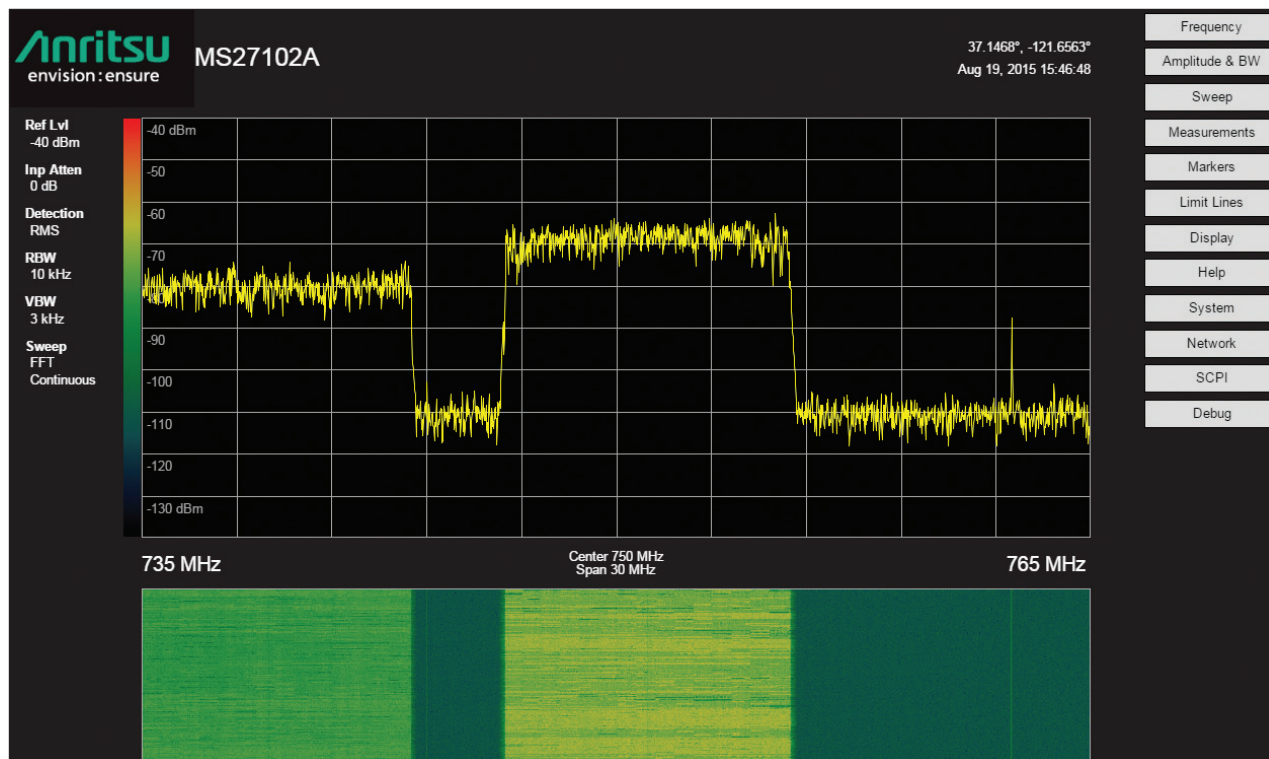


Рис. 5. Снимок с экрана MS2710xA

Аппаратная часть

MS27101A предназначен для использования внутри помещений и имеет следующие порты: питание, PC вход, Gbit Ethernet, 2 порта USB, порт для ввода внешней опорной частоты (External Ref In) и порт для подключения антенны GPS. Диапазон рабочих температур составляет от 0 °C до +55 °C.

В обычном режиме работы прибор потребляет менее 11 Вт. Низкое энергопотребление позволяет осуществлять питание прибора от солнечных батарей при установке на удаленных объектах.

Дополнительно предлагается комплект крепежных приспособлений для установки MS27101A в стандартную приборную стойку. В комплект также входят дополнительные приспособления для соединения двух мониторов MS27101A и установки их в стандартную стойку. На рис. 6 показан состав данного комплекта. На рис. 7 демонстрируется использование данных приспособлений для совместной установки двух спектральных мониторов.

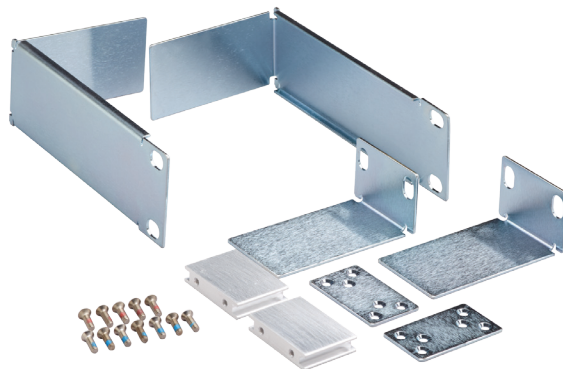


Рис. 6. Комплект для установки в стойку MS27101A-001



Рис. 7. Два модуля MS27101A, установленные с помощью комплекта крепежных приспособлений

Основные области применения

- Контроль неиспользуемого частотного спектра
- Установка порога уровня помехи, после прохождения которого подтверждается её негативное влияние (мониторинг спектра на наличие сигналов, снижающих чувствительность приемников)
- Система принудительного управления поездом на железной дороге (ПТС)
- Измерение загруженности спектра и очистка полосы частот
- Быстрое и эффективное обнаружение и устранение источников помех
- Контроль незаконных радиопередач в исправительных учреждениях
- Мониторинг наземных станций спутниковой связи
- Обеспечение безопасности на оборонных объектах, национальных границах, коммунальных сооружениях, в аэропортах и прочих режимных объектах с установкой мониторов в помещении
- Контроль спектра при проверке радиочастотных характеристик в лабораторных условиях
- Государственные учреждения, осуществляющие контроль за соблюдением нормативов, связанных с использованием спектра
- Определение местоположения источников помех (геолокация)
- Запись истории спектральной активности
- Университетские и лабораторные исследования
- Запись информации о случаях появления помех 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
- Оценка загрузки спектра

Преднамеренные помехи

Во многих регионах мира можно обнаружить незаконное 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. Борьба с данными типами помех стала важной задачей государственных надзорных служб.

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. Данная проблема особенно обострилась после перевода 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. На рис.8 показаны частотные полосы, используемые для DECT-телефонов в различных странах.

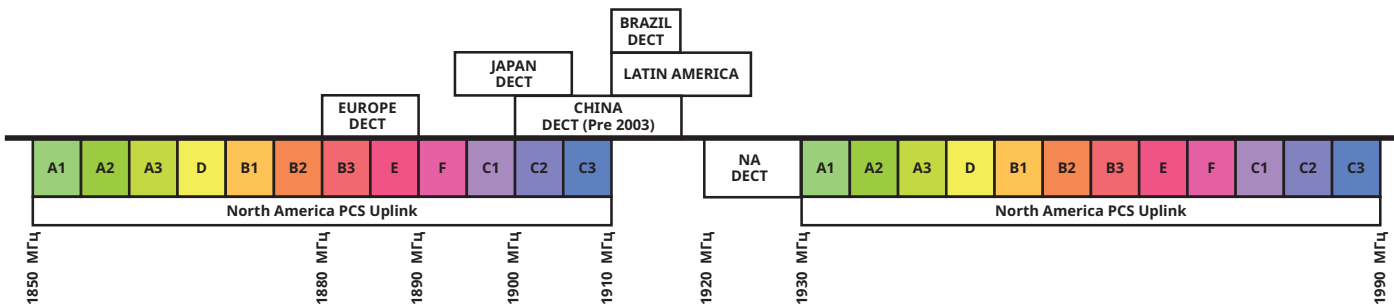


Рис. 8. Наложение частот международных DECT-телефонов на полосы, используемые в США для сотовой связи

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.

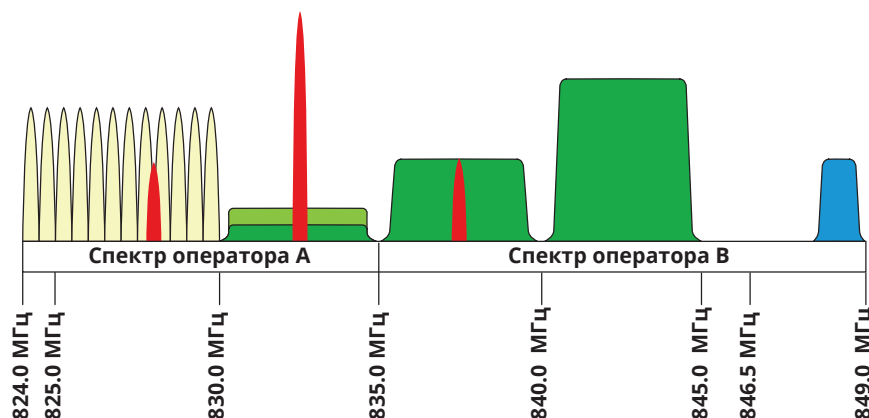


Рис. 9. Неисправные ретрансляторы могут блокировать лицензированную передачу

Загруженность спектра

С резким ростом потребности в радиоспектре как в государственном, так и в частном секторах ведется работа по поиску новых способов более эффективного использования различных частотных полос. Теоретически, большая часть спектра загружена недостаточно, что дает возможность изменить назначение существующего спектра для использования в других целях.

Измерение загруженности спектра позволяет количественно оценить объем использования частотных полос в течение определенного времени. Удаленные спектральные мониторы позволяют контролировать полосу частот и записывать изменения спектра со временем.

Производительность

Скорость развертки MS27101A 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.

В качестве типового варианта применения данной функции можно также привести пример захвата всего диапазона FM-радио (от 88 до 108 МГц в большинстве стран). Пользователи могут выполнить несколько захватов FM-сигналов с БПФ и сохранить данные для последующего воспроизведения и анализа. С помощью этой информации можно идентифицировать незарегистрированные сигналы.

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 прибор позволяет устанавливать временные метки в IQ-данные результатов измерения. Это дает пользователю возможность использовать свое собственное ПО и с помощью функции TDOA (разность времени прибытия сигналов) обнаруживать источники помех, при условии, что каждый IQ-результат измерения имеет точную временную метку

Связь с прибором

Связь с MS27101A осуществляется с помощью проводного соединения Ethernet. Каждый монитор поставляется с предустановленным статическим IP-адресом. Подробнее см. в руководстве по конфигурированию Ethernet, поставляемому компанией Anritsu. Также для связи с MS27101A может использоваться сотовый модем с подключением по USB. Несмотря на то, что допускается использование 3G-модемов, рекомендуется подключать модемы 4G, поскольку они имеют более высокую пропускную способность.

Все команды и запросы MS27101A формируются с использованием команд SCPI. В комплект поставки прибора входит руководство, содержащее список всех команд SCPI с описанием каждой команды и корректным синтаксисом.

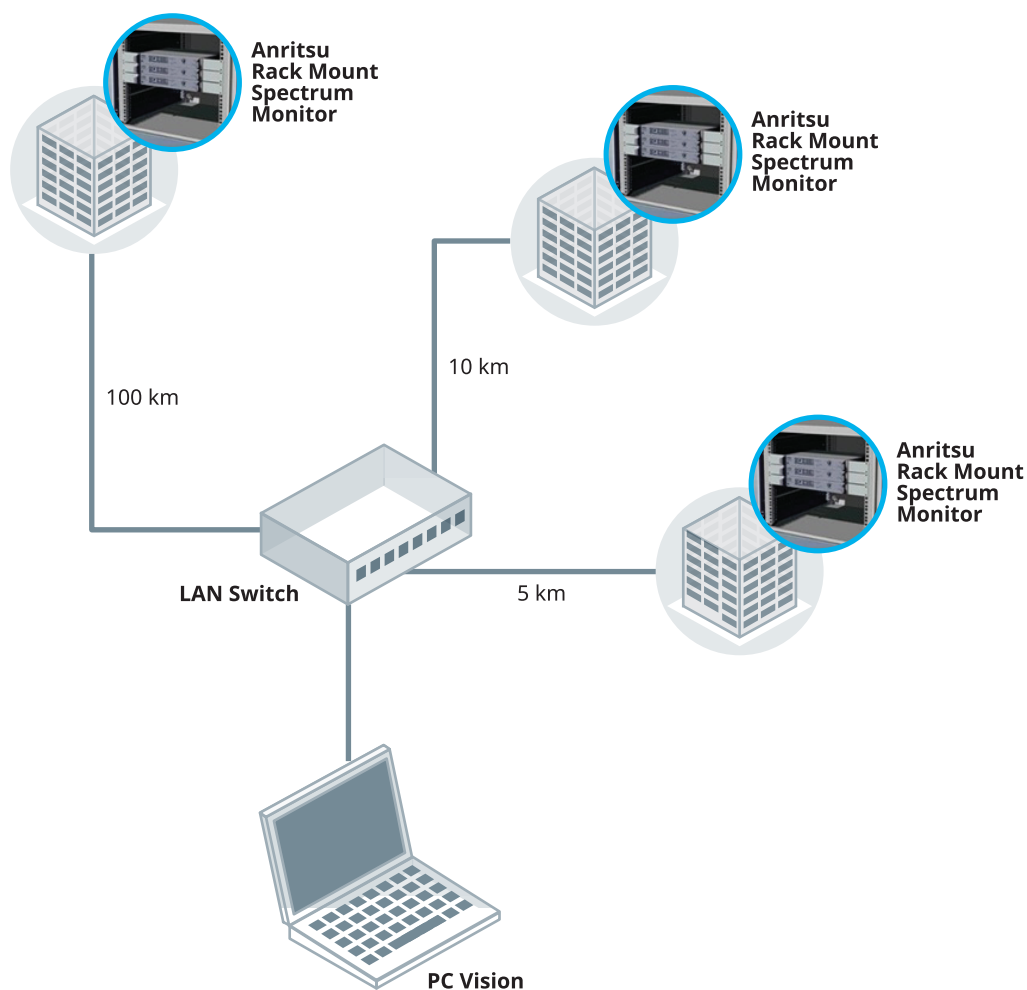


Рис. 10. Система спектрального мониторинга MS27101A для установки в помещениях