

Сравнение всенаправленной и направленной антен

Содержание

[Введение](#)

[Предварительные условия](#)

[Требования](#)

[Используемые компоненты](#)

[Условные обозначения](#)

[Основные определения и принципы устройства антенн](#)

[Влияние помещений](#)

[Плюсы и минусы всенаправленных антенн](#)

[Плюсы и минусы направленных антенн](#)

[Интерференция](#)

[Заключение](#)

[Дополнительные сведения](#)

Введение

В этом документе даны определения основных терминов из области антенн и рассмотрены принципы устройства антенн. Отдельно освещены сильные и слабые стороны направленных и всенаправленных антенн.

Предварительные условия

Требования

Для этого документа отсутствуют особые требования.

Используемые компоненты

Настоящий документ не имеет жесткой привязки к каким-либо конкретным версиям программного обеспечения и оборудования.

Условные обозначения

[Дополнительные сведения об условных обозначениях см. в документе Условные обозначения технических терминов Cisco.](#)

Основные определения и принципы устройства антенн

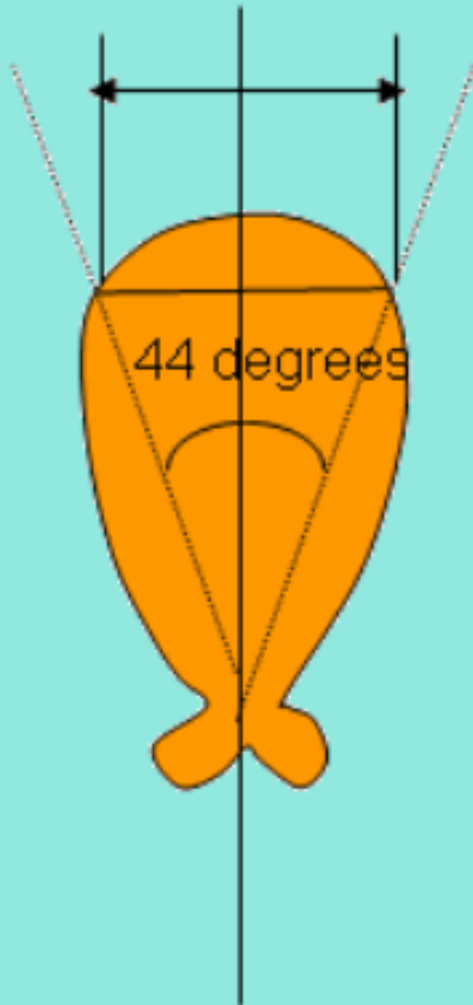
Антенна беспроводной системы характеризуется тремя фундаментальными свойствами: коэффициентом направленности, ориентацией и поляризацией. Коэффициент усиления (КУ) – мера относительного повышения мощности сигнала. Коэффициент усиления характеризует вклад различных антенн в энергию излучения радиочастотного (РЧ) сигнала. Коэффициент направленного действия (КНД) – характеристика формы излучения. По мере увеличения КНД обычно сужается угол излучения. При этом увеличивается дальность, но зона охвата ограничивается определенным углом. Сектор охвата или диаграмма направленности излучения измеряются в градусах. Эти углы в градусах называются шириной луча.

Антенна – пассивное устройство, не добавляющее сигналу мощности. Она лишь перераспределяет в пространстве энергию передатчика. При этом существует возможность увеличить долю энергии, передаваемой в определенном направлении, за счет снижения доли энергии, передаваемой в остальных направлениях.

Ширина луча определяется в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Ширина луча – угловое расстояние между точками половинной мощности (точками 3 дБ) в диаграмме направленности излучения антенны в любой плоскости. Таким образом, антенна характеризуется как горизонтальной, так и вертикальной шириной луча.

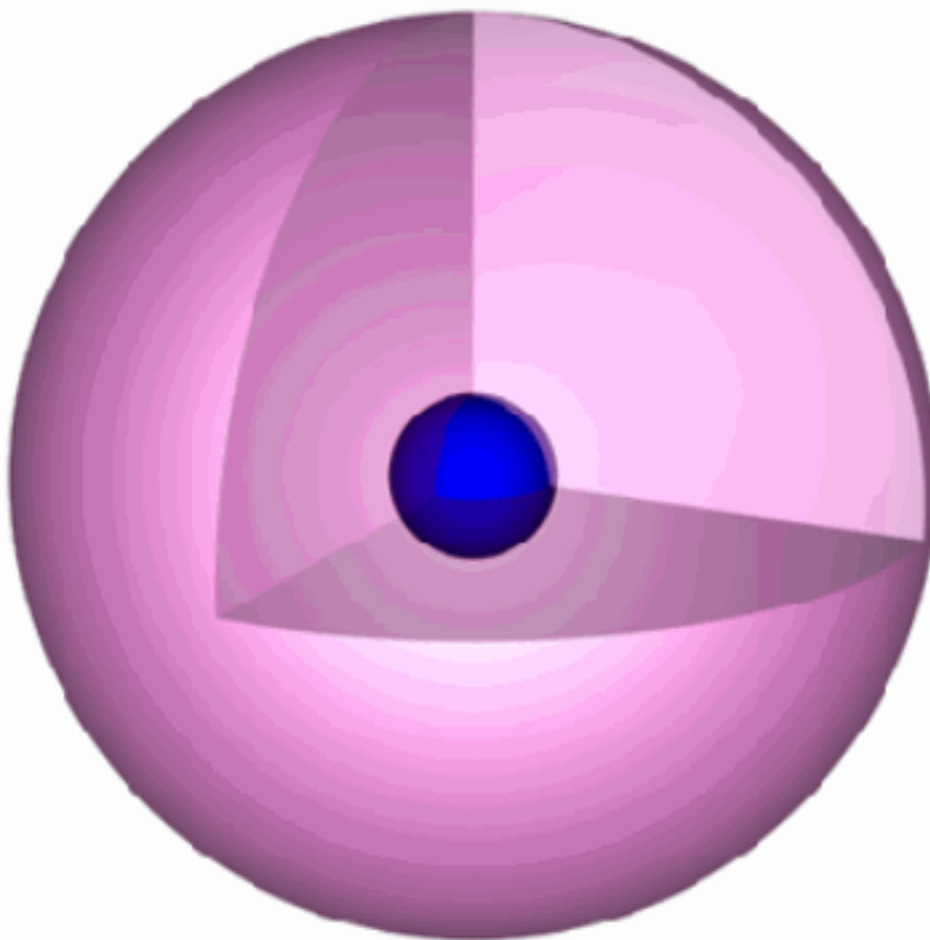
Рис. 1. Ширина луча антенны

Half-Power (3 dB) Points



Характеристики антенн описываются по отношению к эталонным изотропным или симметричным антеннам. Изотропная антенна – теоретическая антенна с однородной трехмерной диаграммой направленности (как у обычной лампы накаливания без отражателя). Другими словами, теоретическая изотропная антенна обладает идеальной 360-градусной вертикальной и горизонтальной шириной луча или сферической диаграммой направленности. Это идеальная антенна, которая излучает сигнал во всех направлениях и обладает коэффициентом усиления, равным 1 (0 дБ), т.е. нулевым усилением и нулевыми потерями. Она используется для сравнения уровня мощности данной антенны с теоретической изотропной антенной.

Рис. 2. Диаграмма направленности изотропной антенны

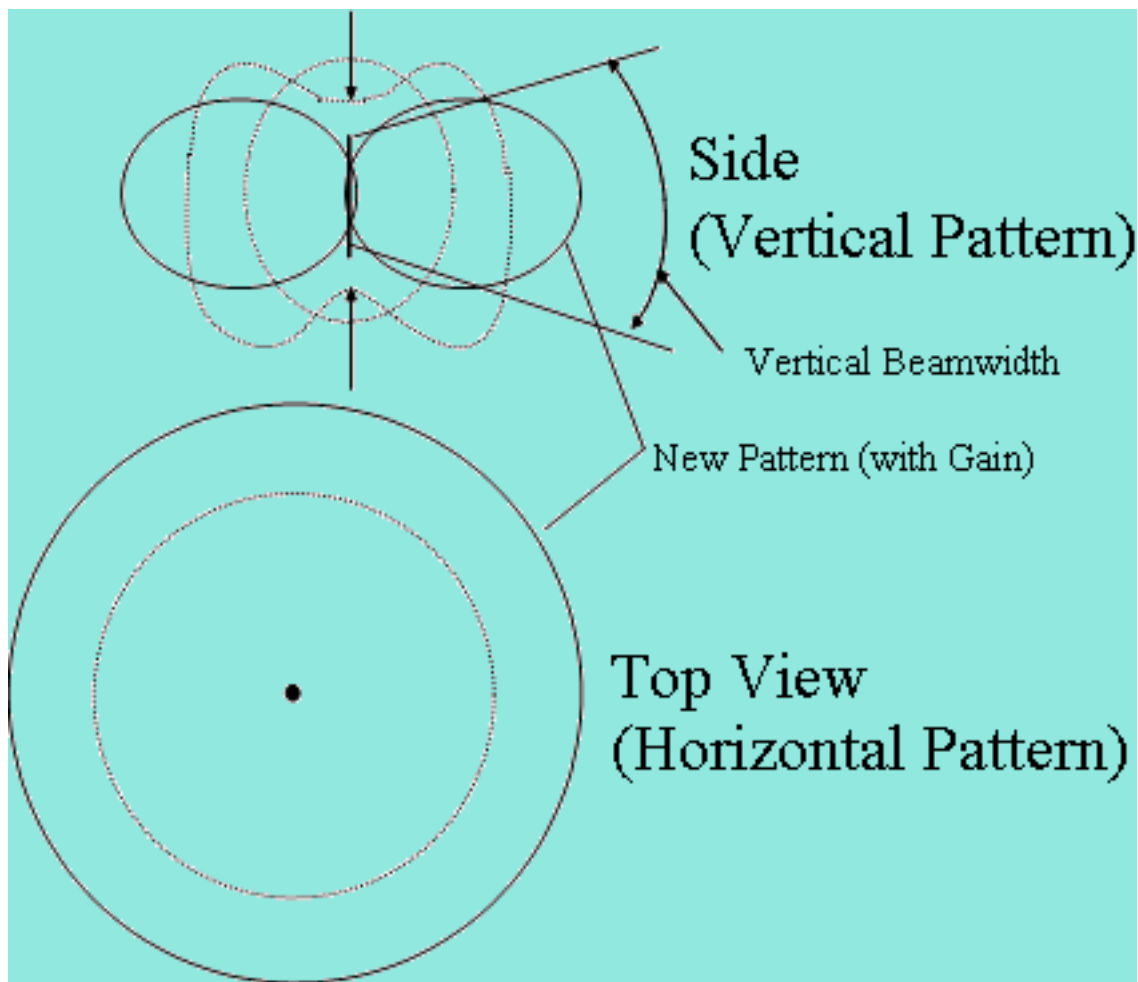


По направленности антенны можно в общем случае классифицировать как всенаправленные и направленные.

В отличие от изотропных антенн, симметричные антенны являются реальными. Диаграмма направленности излучения симметричной антенны – 360 градусов в горизонтальной плоскости и приблизительно 75 градусов в вертикальной плоскости (предполагается, что симметричная антенна стоит вертикально) и напоминает по форме бублик. Поскольку луч сравнительно сконцентрирован, симметричные антенны характеризуются коэффициентом усиления относительно изотропных антенн 2.14 дБ в горизонтальной плоскости. Для симметричных антенн усиление принято указывать как 2.14 дБи (dBi), т.е. по сравнению с изотропной антенной. Чем выше коэффициент усиления антенны, тем уже вертикальная ширина луча.

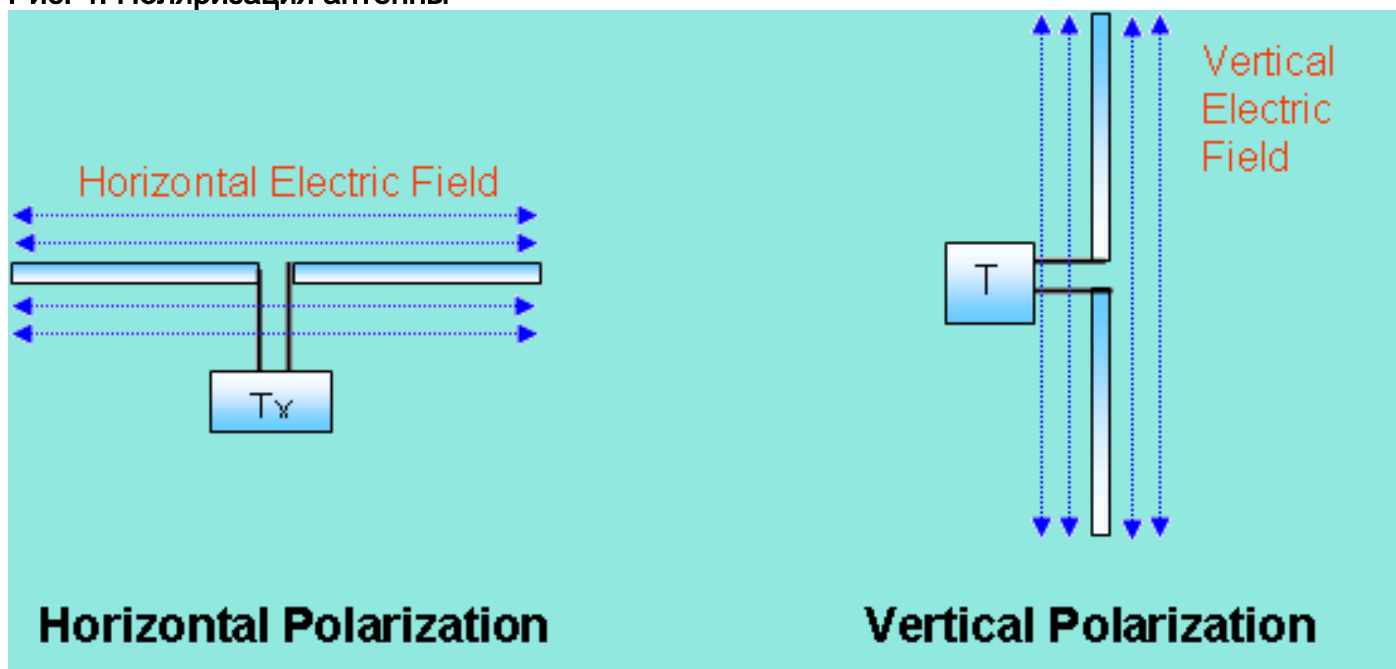
Представим диаграмму направленности излучения изотропной антенны как надутый воздушный шар, стенки которого равноудалены от антенны во всех направлениях. Теперь представим, что мы надавливаем на воздушный шар сверху и снизу. В результате этого воздушный шар начнет расширяться наружу, в результате чего зона охвата в горизонтальной плоскости расширится в ущерб зонам непосредственно над и под антенной. Коэффициент усиления будет выше, поскольку кажущаяся зона охвата антенны увеличилась.

Рис. 3. Диаграмма направленности всенаправленной антенны



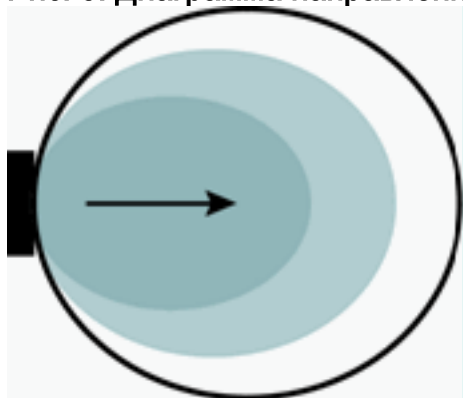
Всенаправленные антенны имеют схожую диаграмму направленности излучения. Диаграмма направленности излучения этих антенн в горизонтальной плоскости охватывает угол 360° . Они используются в тех случаях, когда охват требуется во всех направлениях (по горизонтали) относительно антенны, с различными углами вертикального охвата. Поляризация – физическая ориентация элемента антенны, который непосредственно излучает энергию в РЧ диапазоне. Всенаправленная антенна, например, обычно является антенной вертикальной поляризации.

Рис. 4. Поляризация антенны



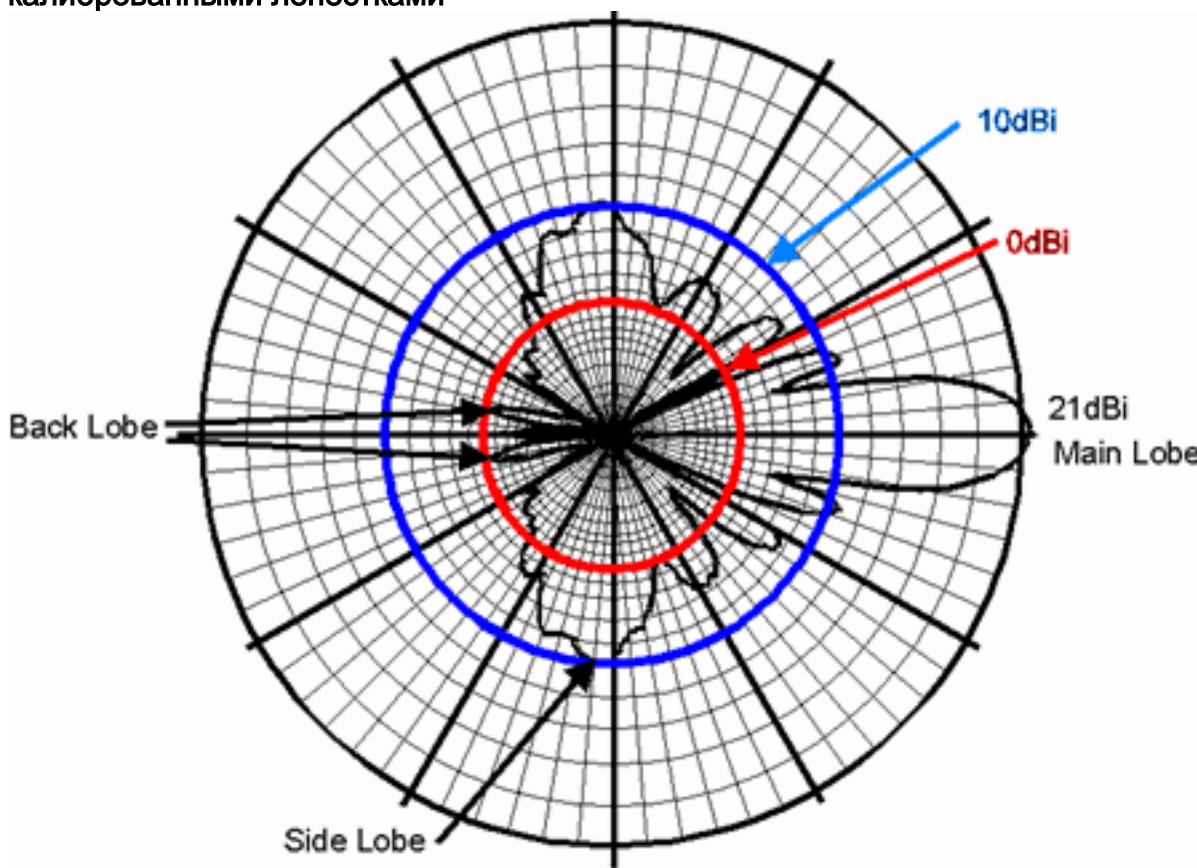
Направленные антенны сосредотачивают РЧ энергию в определенном диапазоне. По мере увеличения коэффициента усиления антенны дальность охвата увеличивается, но угол излучения сокращается. У направленных антенн лепестки выстраиваются в определенном направлении и с противоположной стороны антенны энергия излучения низка.

Рис. 5. Диаграмма направленности направленной антенны



Другой важный аспект антенны – коэффициент обратного излучения. Он характеризует направленность антенны. Этот коэффициент выражается как отношение энергии, излучаемой антенной в определенном направлении, зависящем от ее диаграммы направленности, к энергии, излучаемой в противоположном направлении или расходуемой впустую. Чем выше коэффициент усиления антенны, тем выше коэффициент обратного излучения. Хорошим считается коэффициент обратного излучения антенны порядка 20 дБ.

Рис. 6. Типовая диаграмма направленности излучения направленной антенны с калиброванными лепестками



Антенна может иметь коэффициент усиления 21 дБи, коэффициент обратного излучения для передних и задних лепестков – 20 дБ, для передних и боковых лепестков – 15 дБ. Это означает, что в заднем направлении коэффициент усиления составляет 1 дБи, а в боковом –

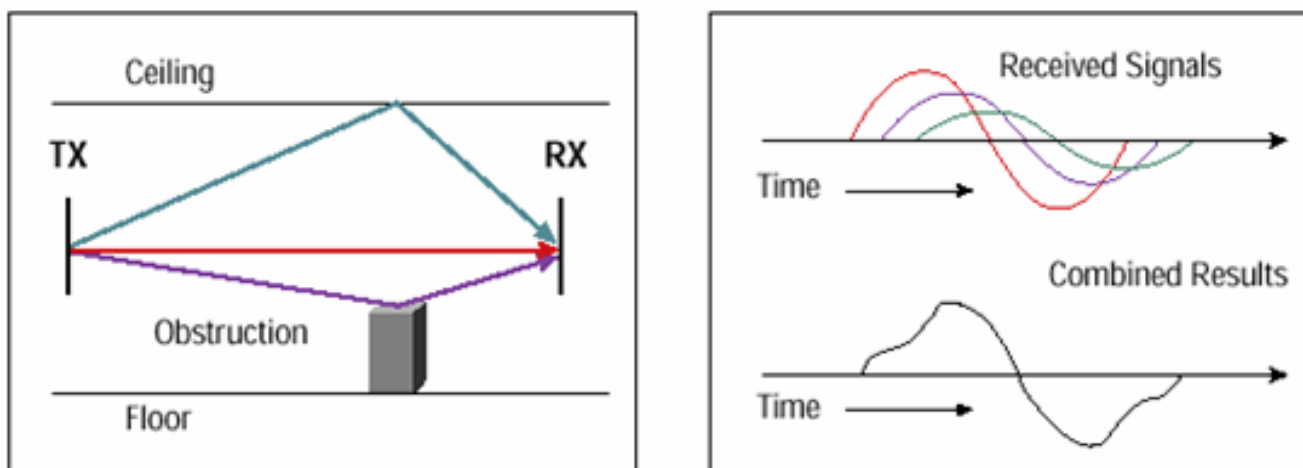
6 дБи. Для оптимизации общей производительности беспроводной локальной сети необходимо знать правила выбора и размещения антенн, позволяющие увеличить зону охвата.

Влияние помещений

Распространение беспроводного сигнала может происходить путем отражения, преломления или дифракции в определенной среде. Дифракция – огибание волнами краев препятствий. Между передатчиком и приемником может иметь место многопутевое прохождение радиоволн. В котором наряду с первичным сигналом присутствует и отраженный, преломленный или дифрагированный сигнал. Так на стороне получателя отраженные сигналы, наложенные на прямой сигнал, могут исказить его или увеличить его амплитуду, в зависимости от фаз этих сигналов. Поскольку расстояние, преодолеваемое прямым сигналом, короче, чем расстояние, преодолеваемое отраженным сигналом, разность во времени прохождения приводит к получению двух сигналов.

Эти сигналы, накладываясь друг на друга, объединяются. Фактический временной интервал между приемом первого сигнала и последнего эха называется задержкой эха. Задержка эха – одна из характеристик многопутевого распространения сигнала. Задержка отраженных сигналов измеряется в наносекундах. Величина задержки эха зависит от количества препятствий или присутствия элементов инфраструктуры между передатчиком и приемником. Таким образом, задержка более важна в производственных цехах с обилием металлоконструкций, нежели в домашних условиях. В целом многопутевое распространение сигнала снижает скорость передачи данных или ухудшает производительность.

Рис. 7. Многопутевые эффекты в помещениях



Распространение РЧ сигнала в помещениях имеет ряд отличий от распространения на открытом воздухе. Эти отличия обусловлены присутствием плотных препятствий, потолков и полов, вносящих свой вклад в ослабление и потери многопутевого сигнала. Поэтому в помещениях более выражен многопутевой эффект или задержка эха. Чем больше задержка эха, тем сильнее интерференционные помехи и тем ниже пропускная способность при конкретной скорости передачи данных.

Помещения также классифицируются как среды с наличием или отсутствием прямой видимости. В средах с прямой видимостью точек доступа, например в залах, многопутевые эффекты обычно выражены слабо и легко преодолимы. Амплитуды повторенных сигналов намного слабее первичного сигнала. Но в условиях отсутствия прямой видимости

повторенные сигналы могут иметь более высокие уровни мощности, потому что путь первичного сигнала может быть частично или полностью прегражден. В общем случае многопутевые эффекты здесь более заметны.

Многопутевые эффекты было принято считать полустатическими. Однако свою роль могут играть и другие факторы, такие как присутствие движущихся объектов. Конкретные условия многолучевого распространения в разные периоды времени различны. Такое явление называется временной непостоянностью.

При многопутевой интерференции мощность РЧ энергии антенны может достигать очень высоких значений, но данные при этом будут невоспроизводимы. Не следует ограничиваться анализом только уровня мощности. Слабый РЧ сигнал не означает некачественную связь, но низкое качество сигнала действительно говорит о проблемах. Необходимо одновременно фиксировать и качество сигнала, и уровень мощности принимаемого сигнала. Высокий уровень мощности при низком качестве сигнала указывает на выраженную интерференционную помеху. В такой ситуации необходимо вернуться к анализу плана частот каналов. Низкий уровень мощности при низком качестве сигнала говорит об обилии препятствий.

Распространение сигнала в помещениях также зависит от строительных материалов. Плотность материалов, используемых в конструкциях здания, определяет число стен, преодолеваемых РЧ сигналом при сохранении достаточной мощности и, как следствие, зону покрытия. Гипсокартонные и виниловые перегородки слабо мешают прохождению сигнала. Сплошные стены, выложенные полы и железобетонные стены могут ограничивать зону охвата сигнала прохождением одной или двух стен подряд. В зависимости от стальных элементов железобетона конкретная характеристика сильно разнится. Число преодолеваемых бетонных и сборно-бетонных стен ограничено тремя или четырьмя. В случае деревянных стен и сухой кладки приемлемое качество сигнала сохраняется после прохождения пяти-шести стен. Толстая металлическая стена вызовет отражение сигнала, значительно ухудшив проникновение. Железобетонные плиты межэтажных перекрытий ограничивают охват одним-двумя этажами.

Чем выше частота, тем короче длина волны. Более короткие волны с большей вероятностью поглощаются и искажаются строительными материалами. Поэтому стандарт 802.11a, работающий в более высоком диапазоне частот, более подвержен влиянию свойств строительных материалов.

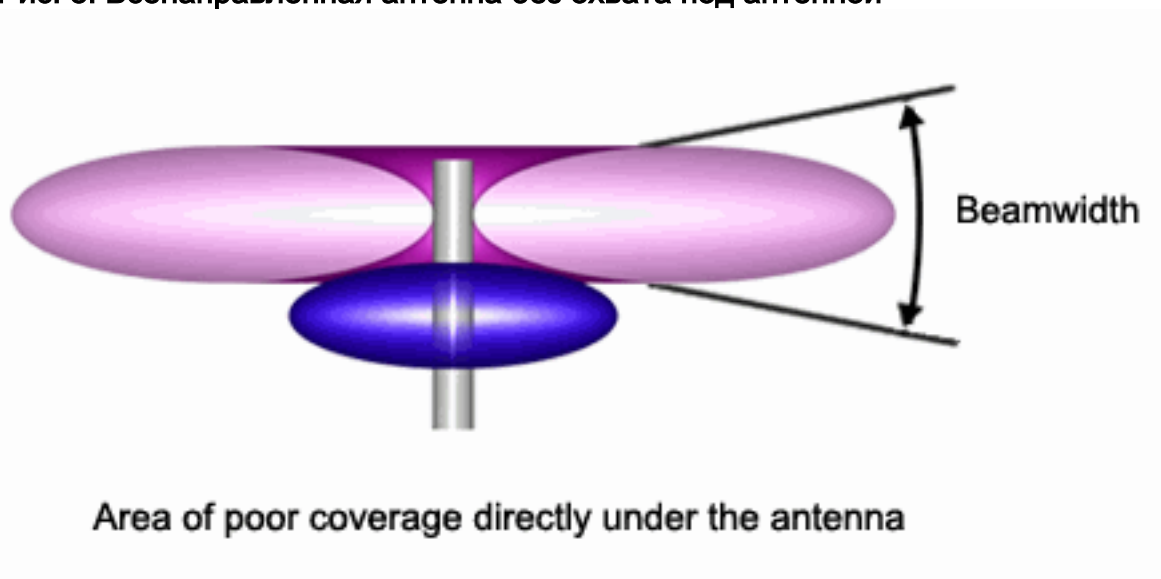
Фактическое влияние материалов на РЧ сигнал можно оценить только на месте. Поэтому обследование объекта установки является обязательным. В ходе обследования объекта необходимо измерить мощность принимаемого сигнала по другую сторону стены. Исключить интерференционные помехи, вызванные многопутевым распространением сигнала, можно путем выбора другого типа антенн или изменения их местоположения.

Плюсы и минусы всенаправленных антенн

Всенаправленные антенны чрезвычайно легко устанавливаются. Благодаря 360-градусной диаграмме направленности в горизонтальной плоскости их можно повесить вниз головой на потолке внутри помещения. Кроме того, из-за своей формы они весьма практичны для встраивания в устройства. Например, на беспроводных точках доступа часто встречаются компактные поляризованные стержневидные антенны. Для придания всенаправленной характеристики КУ изотропной антенне энергетические лепестки втянуты сверху и снизу и выступают в форме бублика. Продолжая сдавливать упомянутый нами ранее воздушный

шар (диаграмму направленности излучения изотропной антенны), можно «сплющить» его до очень узкой вертикальной ширины луча при большом охвате в горизонтальной плоскости. Такая конструкция антенны обеспечивает чрезвычайно большую дальность ценой малой зоны охвата непосредственно под антенной.

Рис. 8. Всенаправленная антенна без охвата под антенной



При попытке охватить такой антенной большую площадь путем установки ее на возвышении под антенной обнаружится большая мертвая зона, где сигнал практически отсутствует.

Эту проблему можно частично решить, придав главному лепестку небольшой наклон вниз. При котором будет достигнута ширина луча, чтобы обеспечивался большой охват в зоне под антенной, чем в зоне над антенной. Решение с наклоном невозможно в случае всенаправленной антенны из-за особенностей ее диаграммы направленности излучения.

Всенаправленная антенна обычно является вертикально поляризованной антенной – в этом случае отсутствуют практические преимущества использования перекрестной поляризации для преодоления интерференционных помех.

Всенаправленная антенна с низким коэффициентом усиления обеспечивает превосходный охват для применения внутри помещений. Она охватывает большее пространство рядом с точкой доступа или беспроводным устройством, улучшая прием сигнала в многопутевой среде.

Примечание: В дополнение к Антеннам Cisco Aironet, которые работают для больших развертываний, [HGA9N](#) и [HGA7S](#) являются Всенаправленными антеннами Высокого Усиления, поддерживаемыми Cisco для Сред Малого офиса.

[Плюсы и минусы направленных антенн](#)

Направленные антенны позволяют увеличить дальность ценой более узкого излучения энергии в РЧ диапазоне. Таким образом, зона охвата увеличивается, но эффективная ширина луча сужается. Этот тип антенны полезен в условиях, близких к прямой видимости, например в залах, длинных коридорах, участках с проходами по периметру и т.д. Однако из-за меньшего углового охвата невозможно покрыть более широкие участки. Это недостаток с точки зрения повышения общей зоны охвата в помещениях, где желательно охватить как можно более широкий угол вокруг точки доступа.

Антенные решетки должны быть ориентированы в том направлении, в котором желателен наибольший охват, что нередко создает проблемы с точки зрения их монтажа.

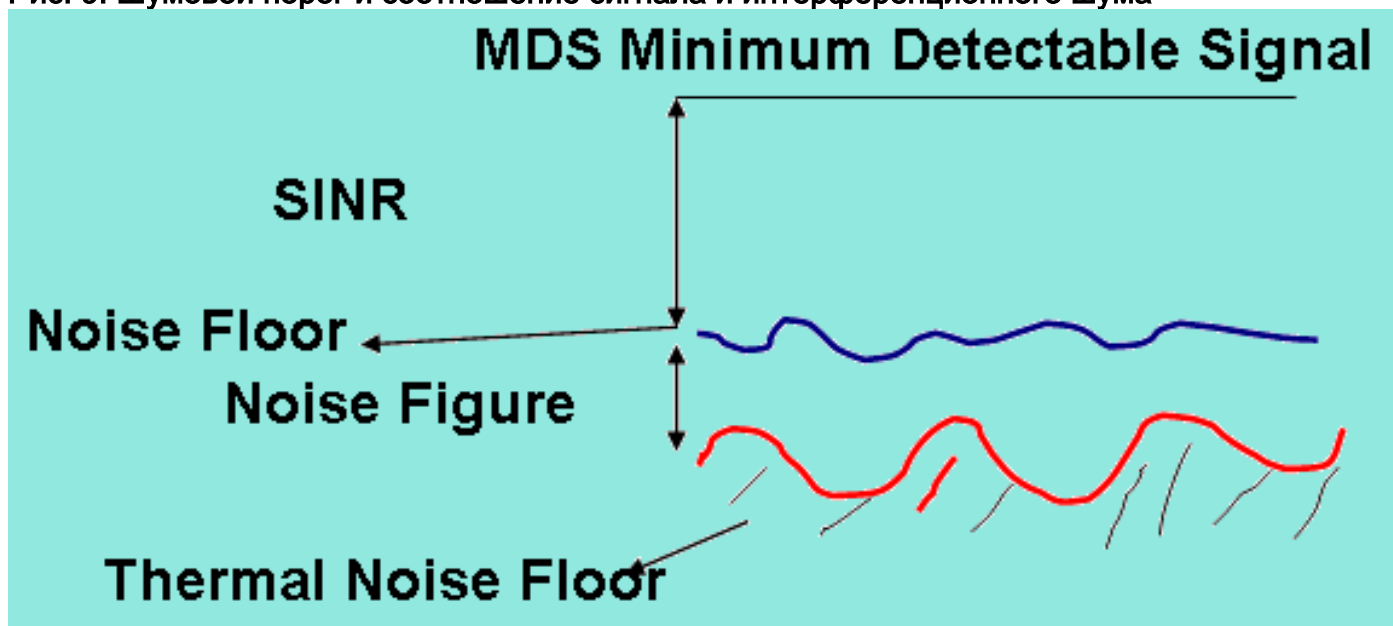
Интерференция

Поскольку устройства стандарта 802.11 работают в нелицензируемых диапазонах, их частоты могут использоваться всеми. Источниками помех для оборудования беспроводных локальных сетей являются другие подобные устройства, а также сторонние источники, такие как микроволновые печи, беспроводные телефоны, сигналы локаторов близлежащих аэропортов и т.п. Помехи также исходят от устройств на основе других технологий, использующих тот же самый диапазон: охранной электроники и устройств Bluetooth. В нелицензируемом диапазоне 2,4 ГГц число неперекрывающихся каналов, которые можно выбрать для защиты от помех, ограничено всего тремя.

Интерференция и многопутевые эффекты вызывают флуктуации принимаемого сигнала на определенной частоте. Это изменение мощности сигнала называется замиранием. Замирание сигнала также проявляется на отдельных частотах, поскольку степень ослабления изменяется в зависимости от частоты. Канал может быть классифицирован как канал с быстрым или медленным замиранием. Это зависит от быстроты изменения передаваемого модулирующего сигнала. Мобильный приемник, передвигаемый в пределах помещения, может испытывать резкие флуктуации сигнала, обусловленные сложением и взаимным подавлением прямых сигналов в половине интервалов длины волны.

Интерференция увеличивает требуемое соотношение сигнал-шум (SNR) для конкретной скорости передачи данных. Доля повторенных пакетов увеличивается в местах с выраженной интерференцией или многопутевыми эффектами. Исключить интерференционные помехи, вызванные многопутевым распространением сигнала, можно путем выбора другого типа антенн или изменения их местоположения. Коэффициент усиления антенны вносит свой вклад в системный коэффициент усиления и увеличивает требуемые соотношения сигнала и интерференционного шума (SINR), как показано ниже:

Рис. 9. Шумовой порог и соотношение сигнала и интерференционного шума



Несмотря на то, что направленные антенны помогают сосредотачивать энергию в конкретном направлении, что позволяет преодолеть замирание и многопутевые эффекты, сами по себе многопутевые эффекты нейтрализуют направленность антенны.

Пользователь, находящийся на большом расстоянии от точки доступа, может отмечать намного более выраженные многопутевые эффекты.

Направленные антенны, используемые в закрытом помещении, обычно обладают более низким коэффициентом усиления и в результате имеют более низкие коэффициенты обратного излучения для передних и задних, а также для передних и боковых лепестков. Это ухудшает способность отбрасывать или подавлять интерференционные сигналы, принимаемые в направлениях вне зоны основного лепестка.

Заключение

В то время как направленные антенны могут представлять ценность для определенных сценариев применения в помещениях, для подавляющего большинства помещений следует применять всенаправленные антенны в силу причин, изложенных в этом документе. Решение о выборе направленной или всенаправленной антенны должно приниматься строго на основании результатов правильно организованного и проведенного обследования объекта.

Дополнительные сведения

- [Справочное руководство антенн и дополнительного оборудования Cisco Aironet](#)
- [Кабель подключения антенны](#)
- [Методы расширения зоны уверенного приема радио WLAN](#)
- [Вопросы и ответы о процедуре обследования места доступа к беспроводным сетям](#)
- [Устранение неисправностей связи в беспроводных сетях LAN](#)
- [Многоканальность и разнообразие](#)
- [Служебная программа для вычисления диапазона внешнего моста](#)
- [Поиск и устранение проблем, влияющих на радиочастотную связь](#)
- [Cisco Systems – техническая поддержка и документация](#)