

# Антенны WLAN



# Предисловие

- Сигналы WLAN передаются по воздуху в виде радиоволн. Для передачи и приема радиоволн используются антенны. Антенны играют важную роль в сетях беспроводной связи.
- В настоящем курсе приведены основные понятия, описаны типовые параметры и принципы выбора модели антенны WLAN.

# Цели

По окончании данного курса слушатели получат следующие знания:

- определение, функции и классификация антенн;
- основы и ключевые показатели эффективности антенн;
- параметры различных антенн.

# Содержание

- 1. Основная информация об антеннах**
2. Основные понятия
3. Выбор антенны
4. Традиционная внутренняя распределительная система

# Основная информация об антеннах

- Антенна является важным компонентом всех беспроводных устройств, включая радио, устройства вещания, рации, телевизоры, микроволновые печи, устройства спутниковой и беспроводной связи и т. д.



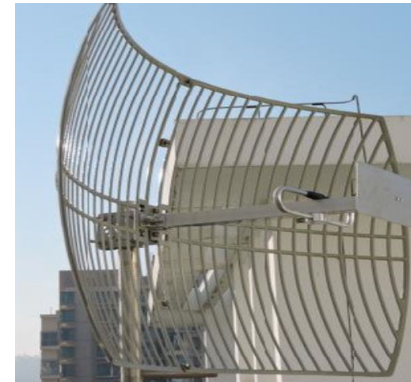
Приёмно-  
передающая  
антенна



Радиоантенна



Телевизионная  
антенна



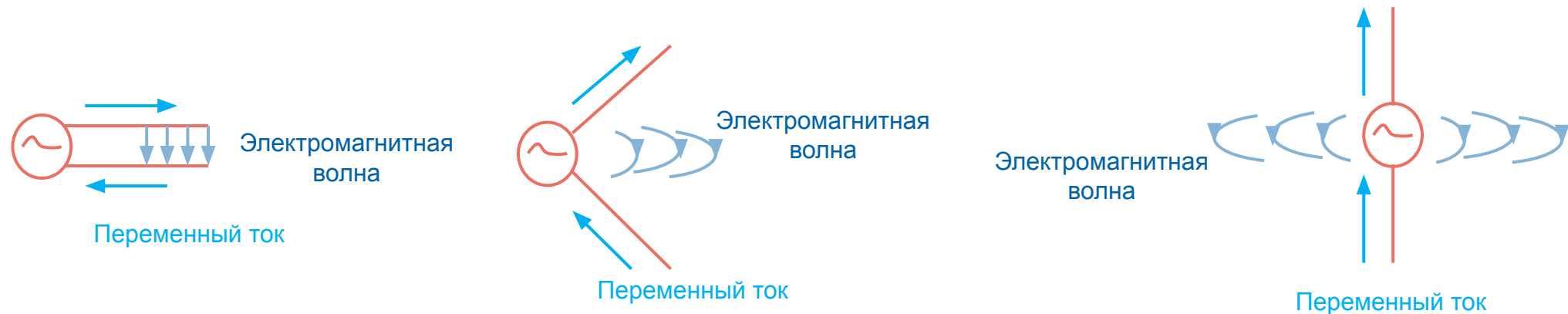
Антенна типа  
«волновой канал»  
(ЯГИ)



Спутниковая  
антенна

# Сигналы беспроводной связи. Основные понятия

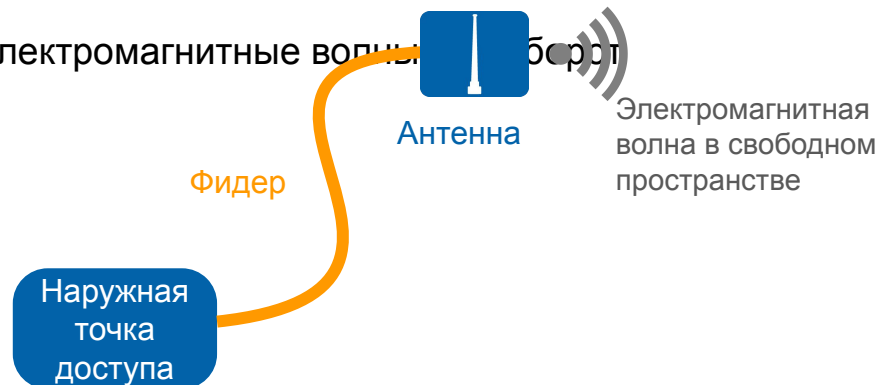
- Для беспроводной связи требуется средство связи, доступное в любое время и в любом месте. Радиоволны — это электромагнитные волны, которые могут распространяться в пространстве.
- Радиочастотный (РЧ) сигнал — это электромагнитная волна, которая излучается в пространстве в диапазоне частот от 300 кГц до 300 ГГц. Термин микроволны применяется к излучению с частотой от 300 МГц до 300 ГГц. В системах беспроводной связи используется высокочастотная связь.
- Если два провода расположены близко друг к другу, электрическое поле между ними будет ограничено и излучение будет слабым. Если два провода находятся далеко друг от друга, электрическое поле увеличивается, и излучение усиливается.



# Антенна. Определение и реализация

## Определение

Антенна — это преобразователь, устройство, предназначенное для излучения или приёма электромагнитных волн в определенном направлении. Это компонент радиоустройства для преобразования электроэнергии в электромагнитные волны.



## Реализация

- Функции антенны:
  - Преобразование энергии, то есть между направляемыми волнами и волнами в свободном пространстве, а также между высокочастотным током и электромагнитными волнами.
  - Излучение и прием электромагнитных волн в определенных направлениях.
- Антенна преобразует направляемые волны на линиях передачи в электромагнитные волны, распространяющиеся в неограниченной среде (в большинстве случаев в свободном пространстве), или наоборот.
- Антенна точки доступа принимает радиосигналы, передаваемые наружно точкой доступа, через фидер (разновидность РЧ-кабеля), а затем излучает в виде электромагнитных волн. Антенна точки доступа принимает электромагнитные волны и затем отправляет к точке доступа через фидер.
- Антенну можно использовать как для передачи, так и для приема электромагнитных волн.
- Принцип взаимности антенн: взаимность подразумевает, что приемные и передающие свойства антенны идентичны.

# Классификация антенн

## Классификация антенн

- **По направлению излучения:**
  - Всенаправленная антенна, направленная антенна и адаптивная антенна
- **По поляризации:**
  - Антенна с одной поляризацией и антенна с двойной поляризацией
- **По внешнему виду:**
  - Штыревая антенна и пластинчатая антенна
- **По местонахождению:**
  - Наружная антенна и встроенная антенна



Направленная антенна



Всенаправленная антенна



Штыревая антенна



Антенна, встроенная в настенную точку доступа





# Обычные антенны WLAN

- Легкие, привлекательные и простые в установке комнатные антенны потолочного типа



Антенна потолочного типа

- Комнатные настенные антенны имеют те же преимущества, что и антенны потолочного типа.



Комнатная направленная антенна

- Уличные (наружные) антенны — самая важная часть в проекте развертывания WLAN вне помещений. Типы антенн определяют возможность стабильной передачи сигналов на большие расстояния.



Уличная всенаправленная антенна 2,4 ГГц и 5 ГГц



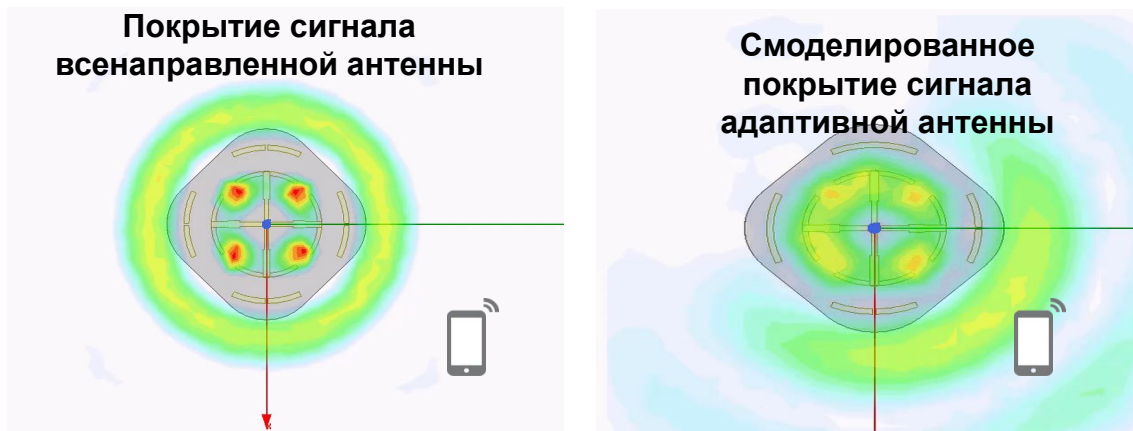
Уличная антенна для двухточечной связи



Уличная направленная антенна 2,4 ГГц и 5 ГГц

# Адаптивная антенна

- Адаптивная антенна — это система антенн с низким коэффициентом усиления и одинаковой поляризацией, размещаемые и активируемые в определенном порядке. Основываясь на теории интерференции волн, они обеспечивают диаграммы с высоким коэффициентом направленности и формируют лучи в нужных направлениях.
- Адаптивная антенна имеет несколько диаграмм направленности и одну диаграмму направленности всенаправленного излучения в горизонтальной плоскости.



- Антенна принимает сигналы, передаваемые станциями STA во всенаправленном режиме.
- Алгоритм адаптивной антенны позволяет определять местоположение передатчика на основе принятых сигналов и управлять ЦП для отправки управляющих сигналов передатчику по диаграмме направленности с максимальным излучением.



**Архитектура адаптивной антенны Huawei**

# Содержание

1. Основная информация об антеннах
- 2. Основные понятия**
3. Выбор антенны
4. Традиционная внутренняя распределительная система

# Основные понятия

## Основные принципы

Полуволновой диполь

Направленность

Поляризация

## Типовые параметры антенны

Коэффициент усиления антенны

Мощность передачи

Ширина луча

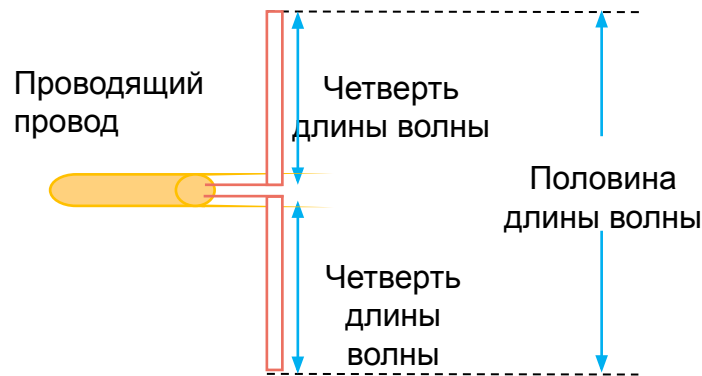
Коэффициент обратного излучения (FBR)  
направленной антенны

Наклон

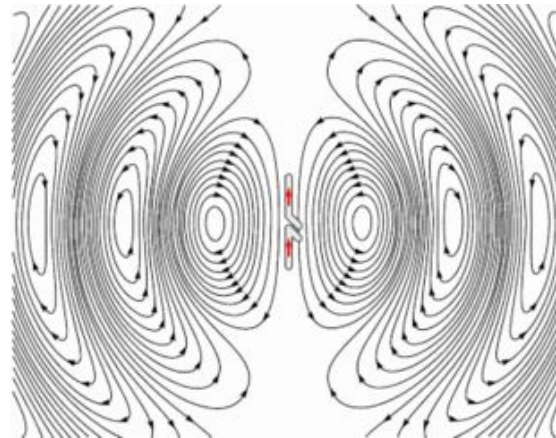
Рабочий диапазон частот (диапазон  
частот)

# Полуволновой диполь

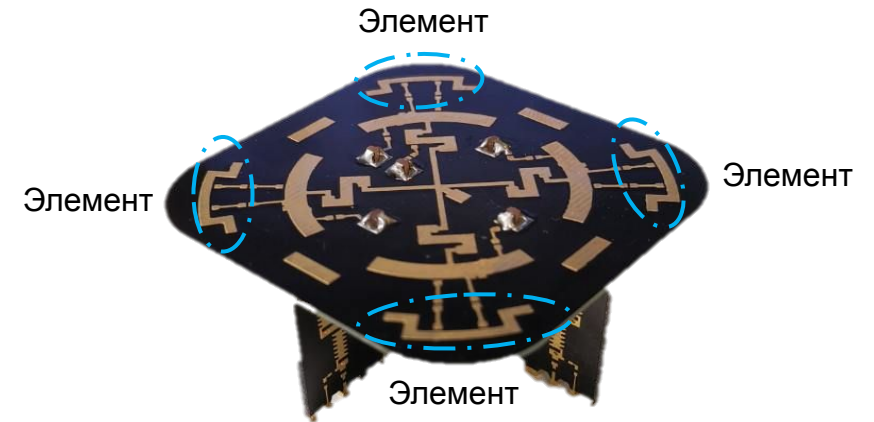
- Полуволновой диполь состоит из двух четвертьволновых проводников, расположенных встык, на общую длину примерно  $L = \lambda/2$ . Полуволновые диполи (или элементы) являются основными элементами антенны.
- Электромагнитные волны излучаются проводящим проводом посредством передачи переменного тока. Излучательная способность определяется длиной и формой проводящего провода.
- Группа элементов может составлять антенную решетку. Другими словами, адаптивная антенна — это набор элементов.



Полуволновой  
диполь



С помощью этих элементов электромагнитные волны могут излучаться непрерывно.



**Адаптивная антенна Huawei**

Четыре элемента (полуволны) составляют антенную решетку.

# Направленность антенны (1/3)

## Направленность антенны

Направленность антенны указывает на способность антенн излучать электромагнитные волны в определенном направлении. Для принимающих (RX) антенн направленность указывает на возможность приема электромагнитных волн с разных направлений. Антенна может передавать волны или принимать волны в разных направлениях.



Направленная антенна (внешняя)

- Направленная антенна имеет одно или несколько направлений максимального излучения в горизонтальной плоскости.
- Направленные антенны более эффективно излучают или принимают радиоволны в определенных направлениях. Поэтому они концентрируют энергию и подходят для междугородней связи.
- Направленные антенны имеют сильную защиту от помех.



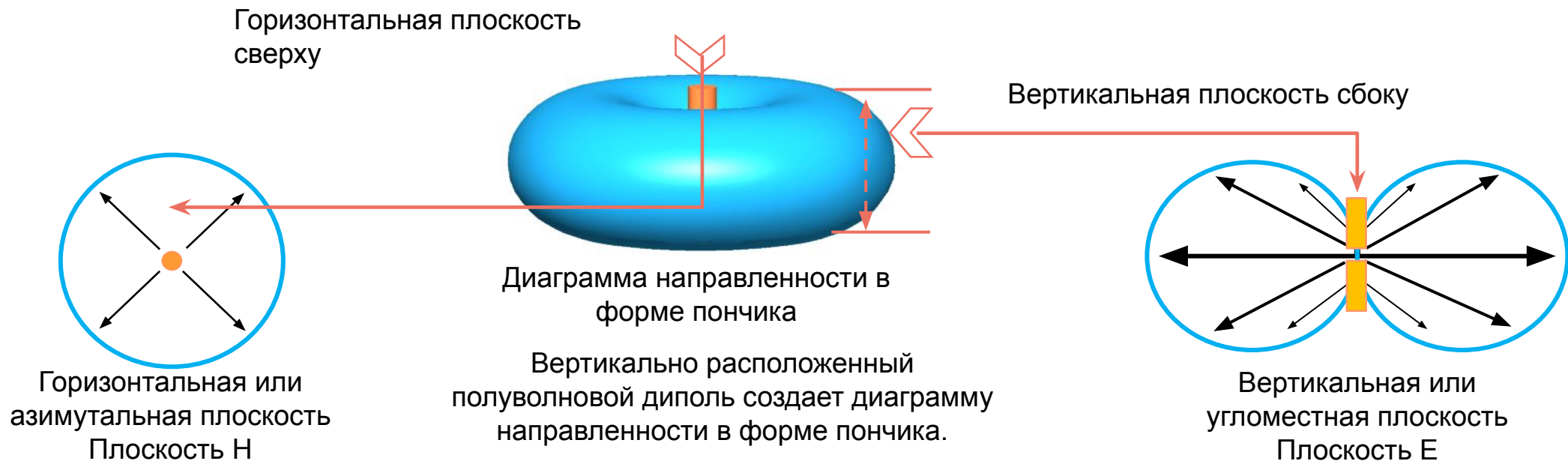
Всенаправленная антенна (внешняя)

- Всенаправленная антенна не имеет направления максимального излучения в горизонтальной плоскости.
- Всенаправленные антенны являются ненаправленными, поэтому они обычно используются для связи точка-множество точек.

# Направленность антенны (2/3)

## Диаграмма направленности антенны

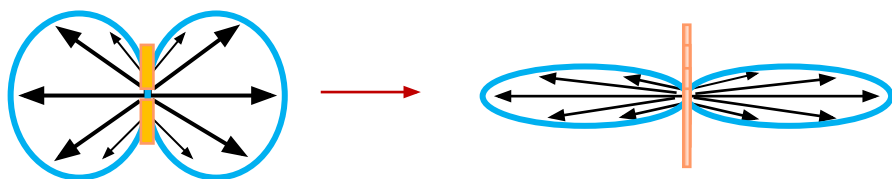
- Плоскостная диаграмма показывает направленность антенны в указанной плоскости.
- Диаграмма направленности антенны показывает способность антенны излучать или принимать электромагнитные волны в каждом направлении.
- Мощность, излучаемая в направлении оси элемента, равна нулю, а направление максимального излучения находится в горизонтальной плоскости. Антенна имеет равное излучение во всех направлениях в горизонтальной плоскости.





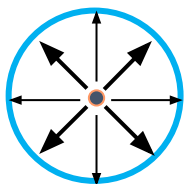
# Направленность антенны (3/3)

Более плоская диаграмма направленности в форме пончика указывает на концентрацию сигнала более высокого уровня



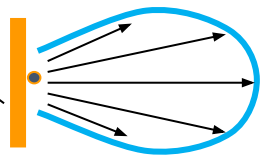
Когда диаграмма направленности антенны в форме пончика становится более плоской, сигналы становятся более концентрированными, способность излучения в определенном направлении становится сильнее, а способность излучения в других направлениях становится слабее.

Для увеличения усиления направленной антенны рефлектор отражает электромагнитные волны в одну сторону



Всенаправленное излучение (без плоского рефлектора)

Плоский рефлектор

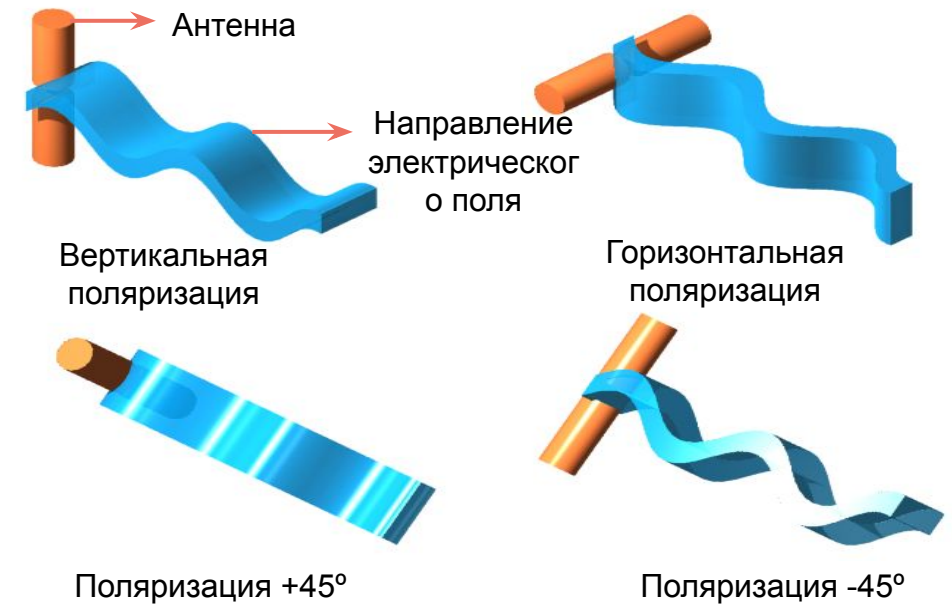
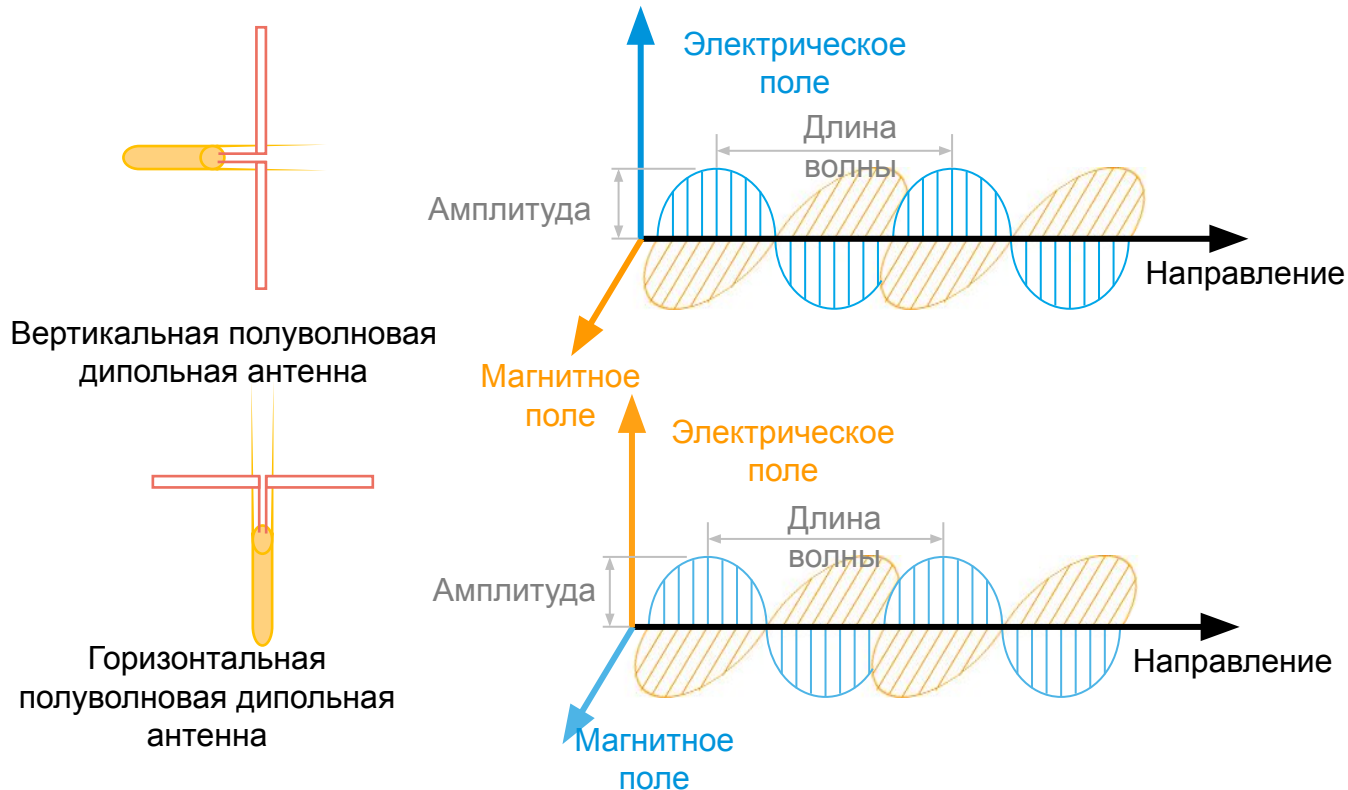


Направленное усиление (с плоским рефлектором)

- Рефлектор отражает **излучение** в одну сторону, при этом увеличивается усиление.
- Параболические отражатели используются для концентрации энергии в пределах небольшого телесного угла для увеличения усиления.
- Параболическая антенна состоит из параболического рефлектора и источника излучения, помещенного в фокус параболы.

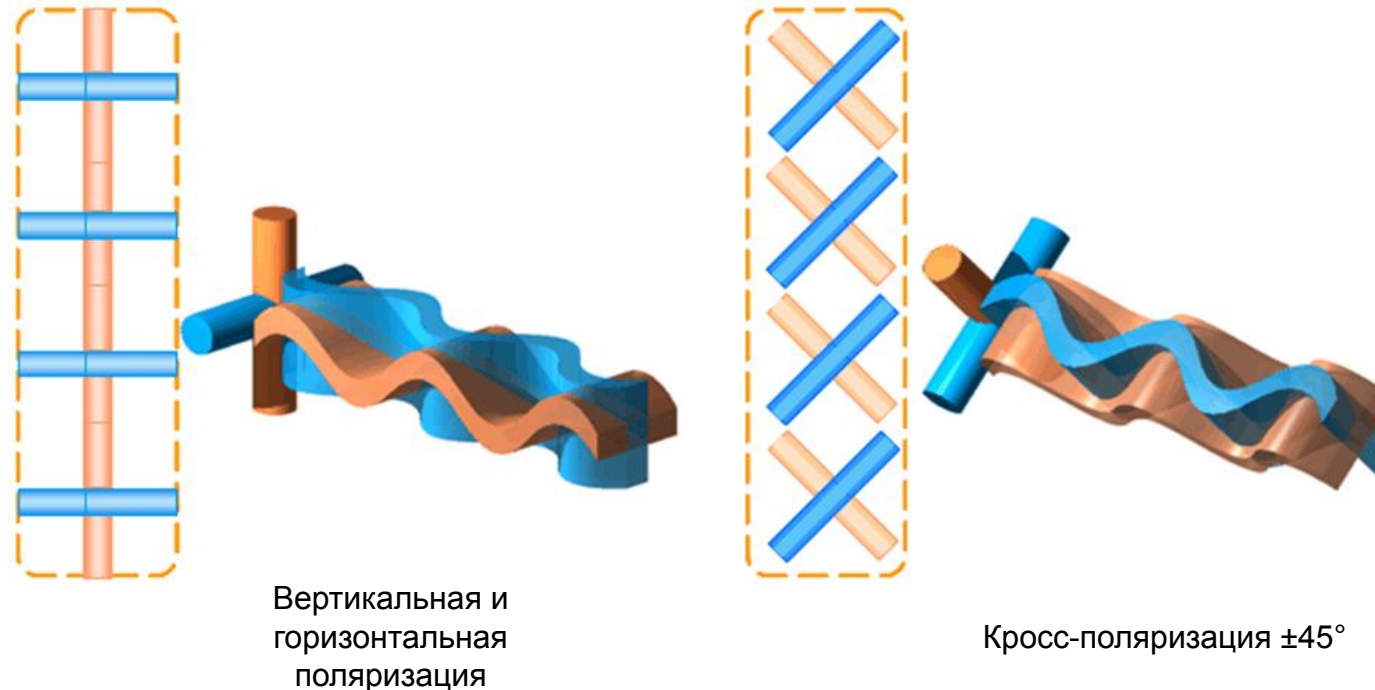
# Поляризация антенны (1/3)

- Поляризация — это характеристика излучения, которая описывает ориентацию поля электромагнитной волны. Электрическое и магнитное поля формируют определенное электромагнитное взаимодействие, поэтому направление поляризации антенн представлено направлением электрического поля. Максимальное излучение означает максимальную напряженность поля.



# Поляризация антенны (2/3)

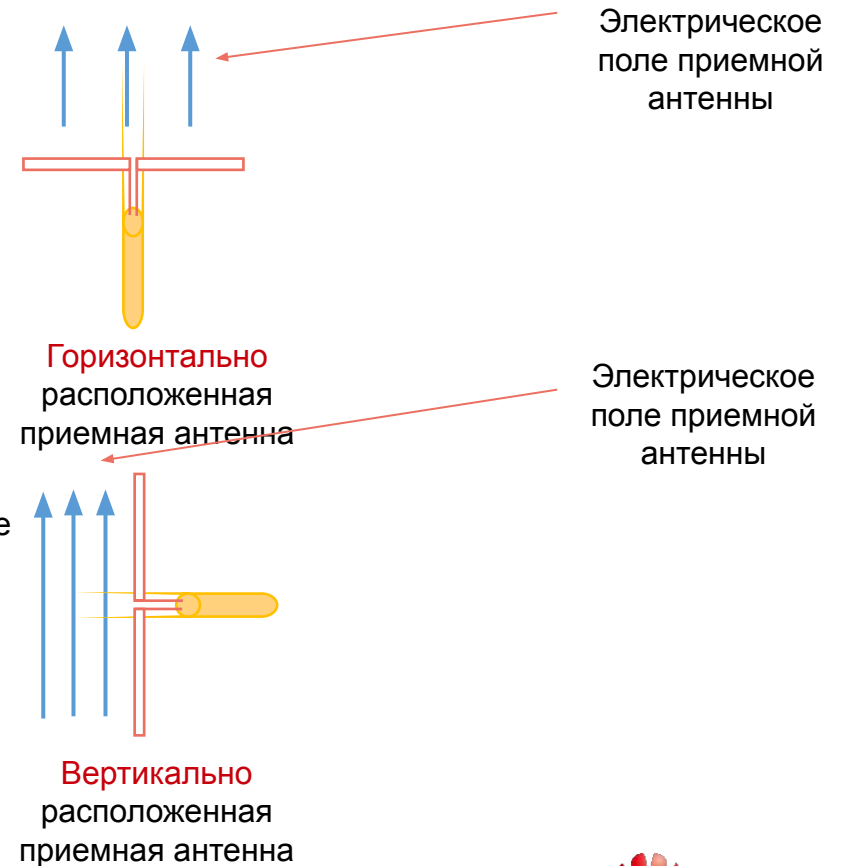
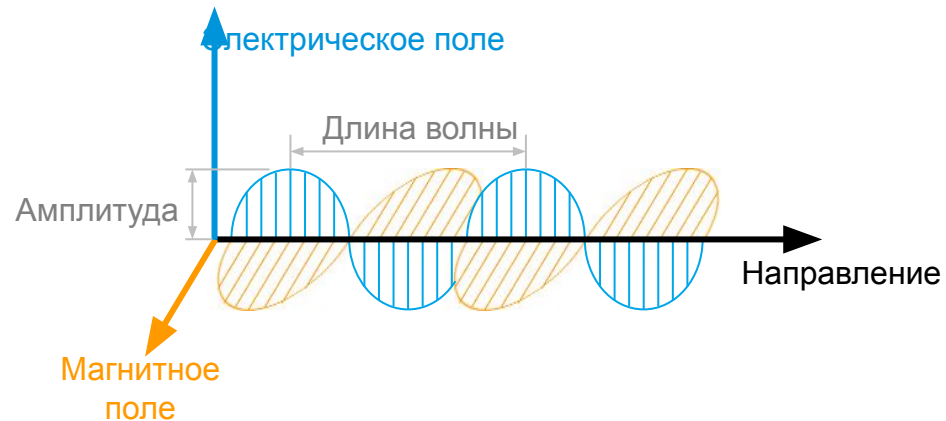
- Антенна с двойной поляризацией: генерирует две волны со взаимно ортогональной поляризацией. Две антенны, направления поляризации которых перпендикулярны друг другу, объединены в одну, что увеличивает усиление при разнесении и экономит пространство для установки.



С точки зрения **баланса приема сигнала** кросс-поляризация  $\pm 45^\circ$  более эффективна, чем вертикальная и горизонтальная поляризация .

# Поляризация антенны (3/3)

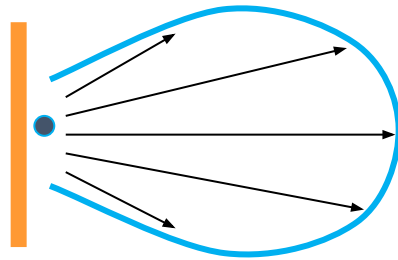
- Поляризация антенны — это важный фактор, так как приемная антенна принимает сигналы только тогда, когда направление поляризации электромагнитных волн совпадает с направлением поляризации приемной антенны. Если направление поляризации электромагнитных волн перпендикулярно направлению поляризации приемной антенны, приемная антенна не принимает сигналы.



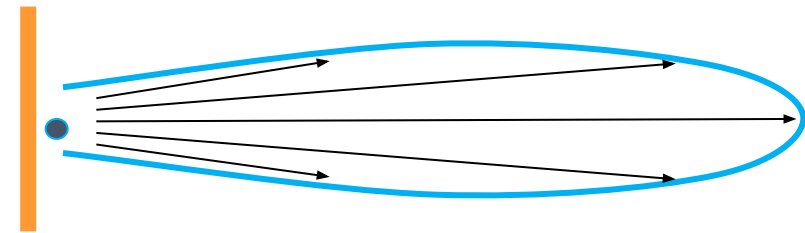
# Усиление антенны (1/2)

## Коэффициент усиления

- Антенны являются пассивными компонентами и не усиливают электромагнитные сигналы.
- Коэффициент усиления — это отношение мощности электромагнитных волн, создаваемых антенной, к мощности, производимой гипотетической эталонной антенной в том же пространственном местоположении при такой же входной мощности. Коэффициент усиления количественно описывает степень, в которой антенна интенсивно излучает входную мощность.
- Коэффициент усиления антенны зависит от модели антенны и может измерять способность антенны принимать и отправлять сигналы в определенном направлении. Он также используется для выбора антенны базовой станции.



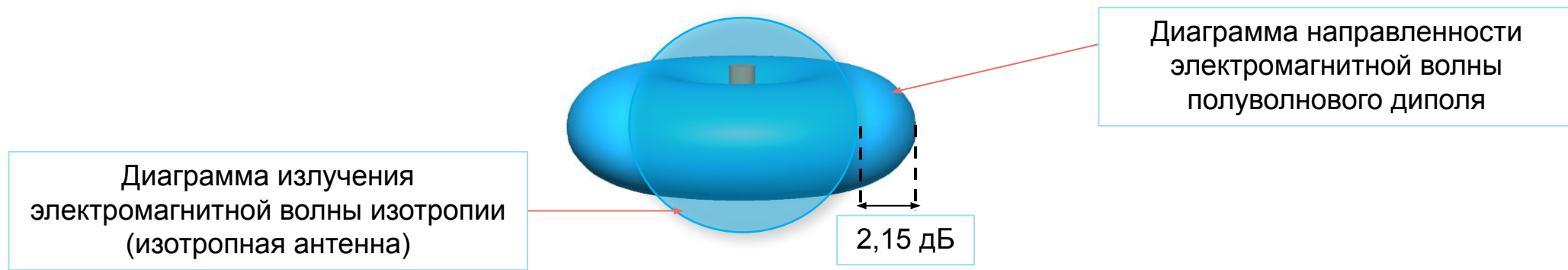
Низкий коэффициент  
усиления



Высокий коэффициент  
усиления

# Усиление антенны (2/2)

Параметр	Описание	Формула расчета
дБи/дБд	Усиление антенн измеряется относительно (идеального) изотропного излучателя и выражается в дБи (изотропный децибел) и диполя (полуволновой диполь) и выражается в дБд (децибел относительно диполя).	$\text{дБд} = \text{дБи} + 2,15$



- Коэффициент усиления антенны в дБи — это отношение коэффициента усиления антенны к коэффициенту усиления изотропной антенны. Изотропная антенна излучает мощность равномерно во всех направлениях.
- Усиление антенны в дБд — это усиление направленной антенны относительно полуволновой дипольной антенны.
- То есть усиление 16 дБд эквивалентно 18,14 дБи, то есть 18 дБи.

# Мощность излучения антенны

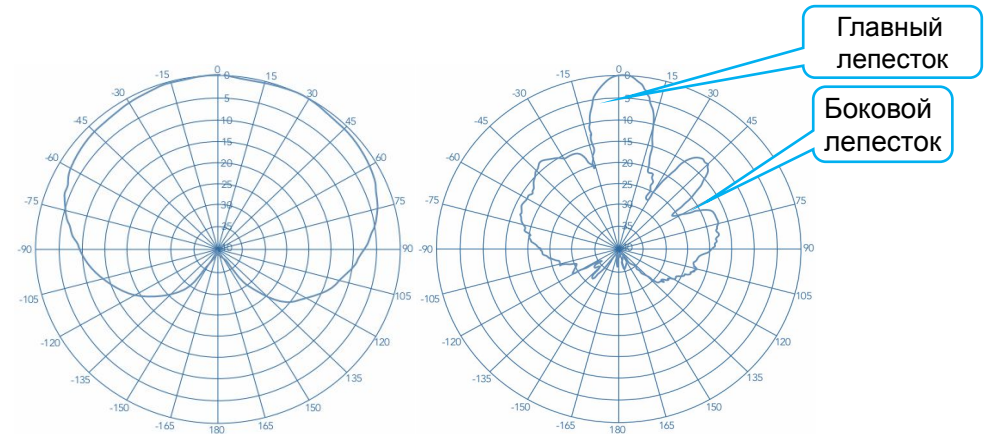
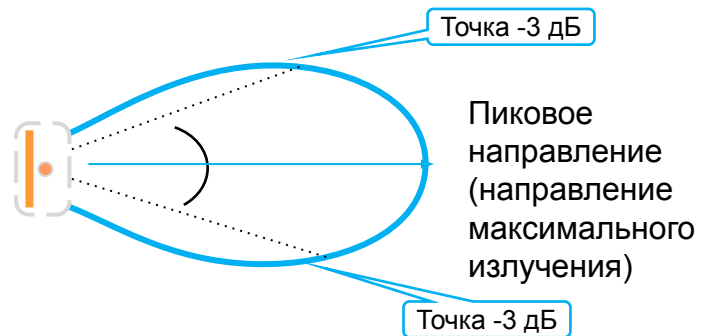
Единица измерения	Описание	Формула расчета
Вт	Мощность излучения устройства.	Номинальное значение для устройства
дБм	Для расчета мощности беспроводного канала.	$10 \times \log$ (значение мощности/1 мВт)
дБ	Относительное значение мощности сигнала.	$10 \times \lg$ (значение мощности А/значение мощности В)

- дБ — единица усиления мощности. Формулу  $10 \times \lg(A/B)$  можно использовать для вычисления разницы в дБ между мощностью А и мощностью В. Например, если мощность А вдвое больше, чем мощность В,  $10 \times \lg(A/B) = 10 \lg 2 = 3$  дБ. То есть мощность А на 3 дБ выше, чем у В.
- дБм — единица мощности сигнала. Формула расчета:  $10 \times \log$  значение мощности/1 мВт. Например, если мощность излучения составляет 1 мВт, значение в дБм будет следующим:  $10 \times \log(1 \text{ мВт}/1 \text{ мВт}) = 0$  дБм. Для 40 Вт,  $10 \times \log(40 \text{ Вт}/1 \text{ мВт}) = 46$  дБм.

# Ширина луча

## Ширина луча

- Ширина луча — это угол сектора, образованного радиоволнами. Это ключевой параметр для измерения ширины покрытия по горизонтали/вертикали.
- Диаграмма направленности антенны обычно состоит из двух или более лепестков. Лепесток с максимальной интенсивностью излучения — это главный лепесток, остальные лепестки — задние и боковые лепестки.
- В диаграмме направленности антенны ширина луча или угол половинной мощности — это угол между точками половинной мощности (-3 дБ) главного лепестка по отношению к пиковой эффективной излучаемой мощности главного лепестка. Ширина луча подразделяется на ширину луча в горизонтальной плоскости и ширину луча в вертикальной плоскости.



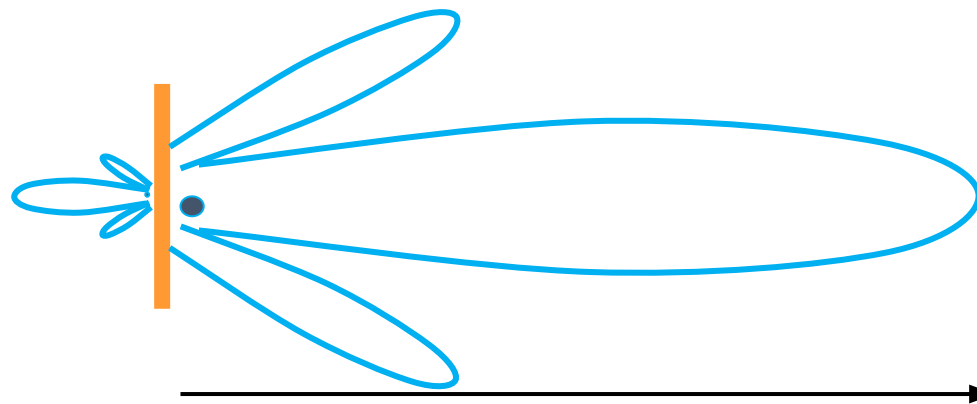
Меньшая ширина луча указывает на лучшую направленность, большую дальность излучения и более мощную защиту от помех.



# FBR направленной антенны

- FBR (коэффициент обратного излучения) сравнивает плотность мощности в направлении главного лепестка с самым сильным излучением с плотностью мощности в направлении заднего лепестка с самым сильным излучением. Большое значение FBR указывает на небольшой уровень обратного излучения антенн, который характеризует утечку мощности сигнала.
- Как правило, максимальное усиление в пределах 180 градусов от задней части главного лепестка — это усиление заднего лепестка. В мобильной связи максимальное усиление в диапазоне  $\pm 30$  градусов в обратном направлении обычно используется в качестве усиления заднего лепестка.
- В большинстве случаев значение FBR антенны должно быть больше 18 дБ.

Мощность в обратном направлении



Мощность в прямом направлении

# Наклон

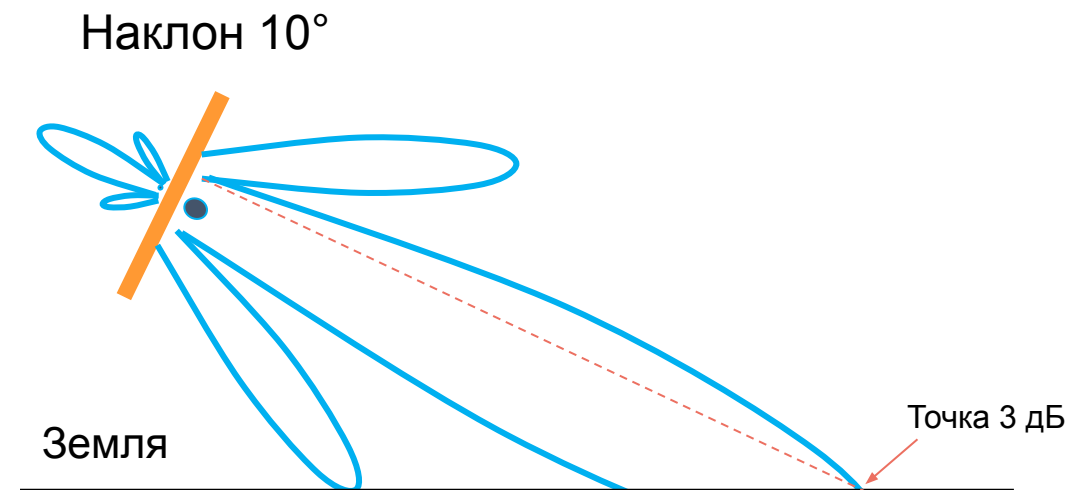
- Чтобы направить главный лепесток на землю для эффективного покрытия, необходимо отрегулировать наклон антенны. Рекомендуемый способ — совместить верхнюю точку главного лепестка на уровне 3 дБ с границей зоны покрытия.

## Механический наклон

Отрегулируйте угол установки антенны, чтобы увеличить наклон.

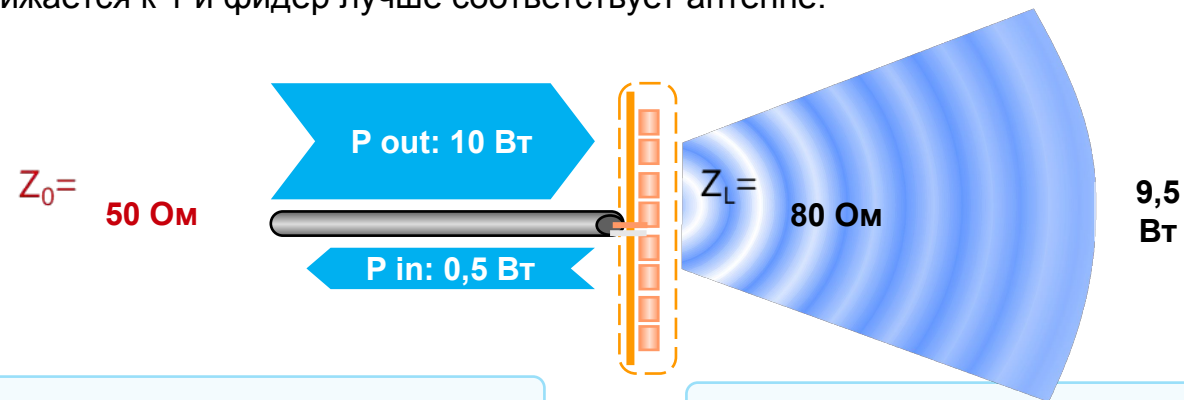
## Электрический наклон

Отрегулируйте фазу антенно-фидерного устройства, чтобы изменить наклон.



# Рабочий диапазон частот (полоса пропускания)

- Диапазон рабочих частот антенн WLAN составляет от 2400 МГц до 2500 МГц.
- Коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН): согласование импеданса на порте антенны. Чем больше согласование импеданса, тем ближе значение КСВН к 1, что означает, что на антенну передается большая мощность сигнала по фидеру. Напротив, чем больше значение КСВН, тем хуже согласование импеданса, а значит потери мощности на порте будут больше. Рекомендуемое значение КСВН — близкое к 1.
- Отношение амплитуды отраженной волны к амплитуде падающей волны представляет собой коэффициент отражения, который обозначается буквой R.
- КСВН — это отношение мощности пучности стоячей волны к амплитуде мощности узла волны. Его еще называют коэффициентом стоячей волны.
- Если импеданс антенны  $Z_L$  ближе к характеристическому сопротивлению фидера  $Z_0$ , коэффициент отражения  $r$  будет меньше, значение КСВН приближается к 1 и фидер лучше соответствует антенне.



$$R = \frac{\text{Амплитуда отраженной волны}}{\text{Амплитуда падающей волны}} = \frac{(Z_L - Z_0)}{(Z_L + Z_0)}$$

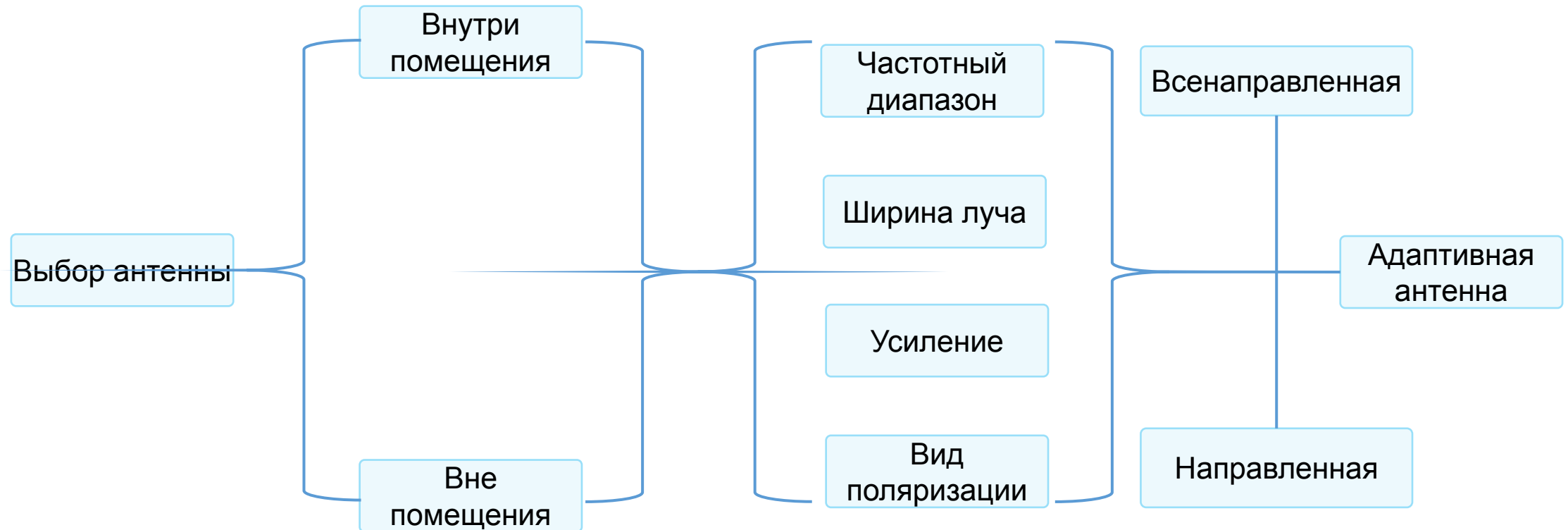
$$\text{КСВН} = \frac{\text{Амплитуда напряжения стоячей волны в пучности } V_{\text{макс}}}{\text{Амплитуда в узле волны } V_{\text{мин}}} = \frac{(1+R)}{(1-R)}$$



# Содержание

1. Основная информация об антеннах
2. Основные понятия
- 3. Выбор антенны**
4. Традиционная внутренняя распределительная система

# Выбор антенны





# Выбор антенны —\_сценарии применения внутри и вне помещений

Диаграмма направленности антенны			Сценарий применения	Тип антенны
Внутри помещения	Всенаправленная антенна	Всенаправленное горизонтальное покрытие	Сценарии всенаправленного покрытия внутри помещений, такие как офисы, лекционные залы и конференц-залы.	Всенаправленная антенна потолочного типа
Вне помещения				Штыревая антенна
Вне помещения	Направленная антенна	Направленное покрытие и высокий коэффициент усиления	Сценарии применения вне помещений, например открытые площадки, площади и парки.	Всенаправленная антенна на опоре
Внутри помещения				Двухдиапазонная антенна
Внутри помещения	Направленная антенна	Направленное покрытие и высокий коэффициент усиления	Сценарии применения внутри помещений, например коридоры, две внутренние стены.	Пластинчатая направленная антенна
Вне помещения				Пластинчатая направленная антенна
Вне помещения	Направленная антенна	Направленное покрытие и высокий коэффициент усиления	Сценарии применения вне помещений, например нефтяные скважины, пригороды и передача точка-точка и точка-много точек.	Пластинчатая антенна с кросс-поляризацией



Антенна потолочного типа



Уличная всенаправленная антенна 2,4 ГГц и 5 ГГц



Комнатная направленная антенна

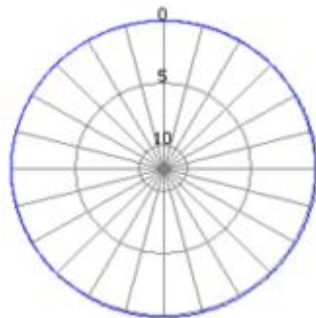


Уличная направленная антенна 2,4 ГГц и 5 ГГц



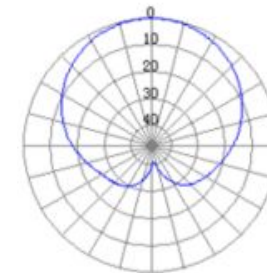
# Выбор антенны — тип антенны

## Всенаправленная антенна



- Небольшой коэффициент усиления антенны обычно указывает на небольшой радиус действия.
- Всенаправленная антенна обеспечивает большую зону покрытия.
- Всенаправленная антенна имеет один порт и одну поляризацию. Следовательно, для реализации функций поляризации и MIMO требуются две всенаправленные антенны.

## Направленная антенна



- Высокий коэффициент усиления антенны обычно указывает на большую дальность действия.
- Направленная антенна обеспечивает узкую зону покрытия, создавая меньше помех для других точек доступа.
- Направленные антенны подразделяются на антенны с одной поляризацией и антенны с двойной поляризацией. Чтобы реализовать функции поляризации и MIMO, выберите две антенны с одной поляризацией или только одну антенну с двойной поляризацией.

# Выбор антенны — частотный диапазон

## Частотный диапазон

- Выбор антенны зависит от диапазона частот. Чтобы снизить затраты на разработку и приобретение, используйте широкополосные антенны, если и широкополосные, и узкополосные антенны соответствуют техническим требованиям. Широкополосная антенна отличается от двухдиапазонной антенны тем, что она не имеет дополнительных портов фидера.



Модель антенны: 27011668  
Усиление: 4 дБи @ 2,4 ГГц; 7 дБи @ 5 ГГц

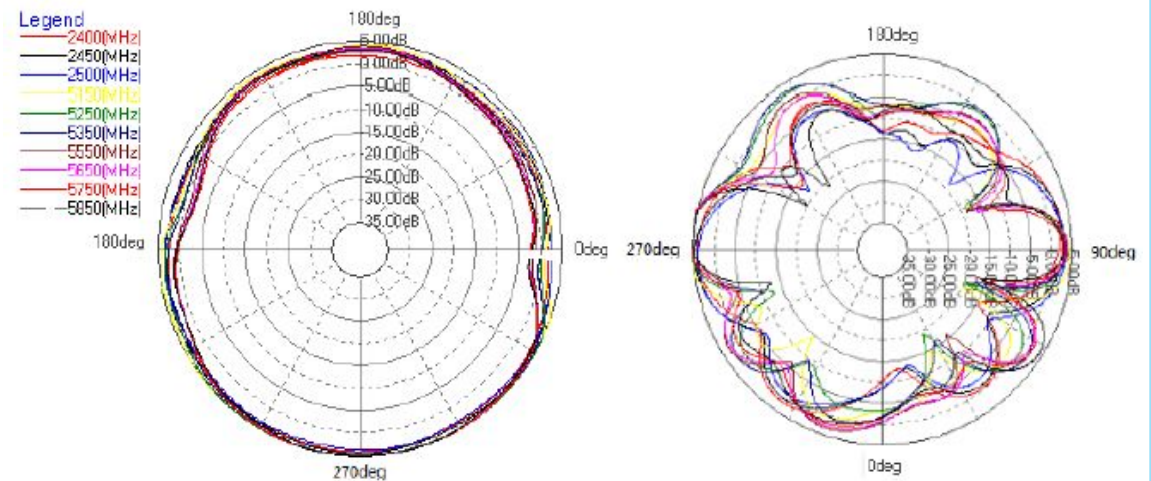


Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

Диаграмма направленности в вертикальной плоскости

# Выбор антенны — коэффициент усиления антенны (1/3)

- При наличии особых требований к пропускной способности, соотношение между диапазоном покрытия и пропускной способностью указано в следующей таблице.

Антенна	Частотный диапазон	Максимальная дальность покрытия (м) Сценарий	Максимальный диапазон покрытия при различной пропускной способности (режим 802.11n HT20, двухпоточковая MIMO 2x2)							
			100	70	60	45	30	25	15	7
Антенна стандартной конфигурации 11 дБи	2,4 ГГц	Густонаселенная городская территория	90	100	110	150	200	300	350	450
		Городская территория	100	110	120	170	250	300	400	500
		Пригородный район	130	140	150	200	300	400	500	600
		Сельская местность	150	170	200	300	400	500	600	800
	5 ГГц	Густонаселенная городская территория	40	44	48	60	90	120	150	190
		Городская территория	40	45	50	70	100	130	160	200
		Пригородный район	50	60	65	90	130	180	200	300
		Сельская местность	60	70	80	120	160	200	250	350

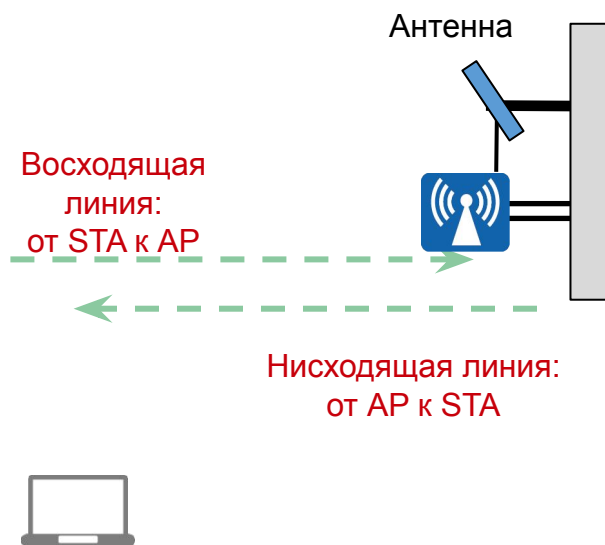
# Выбор антенны — коэффициент усиления антенны (2/3)

- При наличии особых требований к пропускной способности, соотношение между диапазоном покрытия и пропускной способностью указано в следующей таблице.

Антенна	Частотный диапазон	Максимальная пропускная способность (Мбит/с) / Максимальная дальность покрытия (м)	Максимальный диапазон покрытия при различной пропускной способности (режим 802.11n HT20, двухпоточковая MIMO 2x2)							
			100	70	60	45	30	25	15	7
Антенна с высоким коэффициентом усиления: 17 дБи @ 2,4 ГГц; 15 дБи @ 5 ГГц	2,4 ГГц	Густонаселенная городская территория	170	180	200	300	400	500	600	800
		Городская территория	180	200	220	300	450	600	700	900
		Пригородный район	240	260	300	400	600	750	900	1200
		Сельская местность	300	320	350	600	900	1300	1600	2500
	5 ГГц	Густонаселенная городская территория	55	60	70	100	140	180	210	280
		Городская территория	60	70	75	100	150	200	230	300
		Пригородный район	80	90	95	130	200	250	300	400
		Сельская местность	90	100	120	150	240	300	350	480

# Выбор антенны — коэффициент усиления антенны (3/3)

- Если в условиях размещения вне помещения без каких-либо препятствий внешняя антенна (11 дБи) подключена к точке доступа для покрытия, спланируйте пользовательские устройства следующим образом: ноутбук: 300 м; мобильный телефон: 200 м
- Восходящая и нисходящая линия связи должны соответствовать следующему требованию в соответствии с планом сети: Напряженность поля сигнала — погрешность системы > чувствительность приемника устройства. Погрешность системы зависит от среды распространения сигнала. В большинстве случаев погрешность составляет 10 дБ.



Устройство	Мощность передачи	Коэффициент усиления антенны	Чувствительность приемника (2,4 ГГц, 802.11n и HT20)	
			Максимальный уровень (MCS7/15)	Доступный уровень (MCS2/10)
AP	27 дБм	Зависит от антенны	-71 дБм	-86 дБм
Ноутбук	От 14 до 18 дБм	0 дБи	-64 дБм	-77 дБм
Мобильный телефон	От 10 до 13,8 дБм	0 дБи	-64 дБм	-77 дБм
Клиентское оборудование	14 дБм	10 дБи	-68 дБм	-82 дБм

# Выбор антенны — ширина луча

- Угол антенны:
  - Антенна передает большую часть энергии в нужном направлении.
- Соотношение между усилением антенны и углом:
  - Меньший угол означает большее усиление.
  - Антенна имеет горизонтальный и вертикальный углы.
- Коэффициент усиления антенны зависит от диаграммы направленности антенны. Более узкий главный лепесток указывает на меньший малый лепесток и более высокое усиление.
- Однако коэффициент усиления антенны — это не просто параметр «чем больше, тем лучше». Главное — соответствовать требованиям к покрытию сигнала.

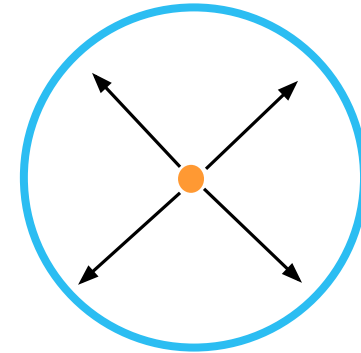


Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

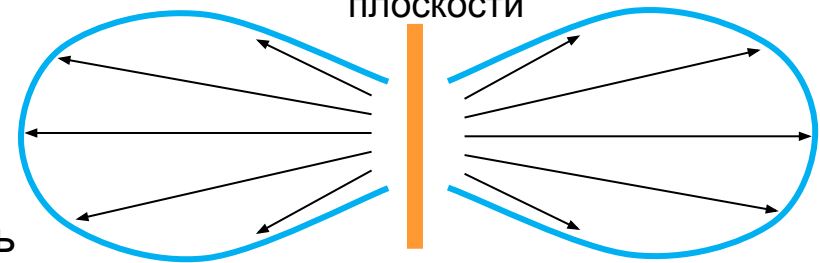


Диаграмма направленности в вертикальной плоскости

# Выбор антенны — вид поляризации

- Антенна с двойной поляризацией

- Антенна с двойной поляризацией передает сигналы по двум каналам одновременно, чтобы выполнять сравнимые функции двух отдельных антенн. Например, для точки доступа 2x2 MIMO требуется только одна антенна с кросс-поляризацией для одного частотного диапазона, и две общие антенны с поляризацией для этого же диапазона. Антенна с кросс-поляризацией имеет два порта:  $+45^\circ$  и  $-45^\circ$ . Стоимость приобретения и установки антенн с кросс-поляризацией невысока. Чем меньше антенн используется, тем проще их установка и настройка.



Направленная антенна с двойной поляризацией

Номер антенны: 27010904  
Усиление: 8 дБи @ 2,4 ГГц, 300 м  
Применимо к AP6510DN, AP6610DN и AP8130DN

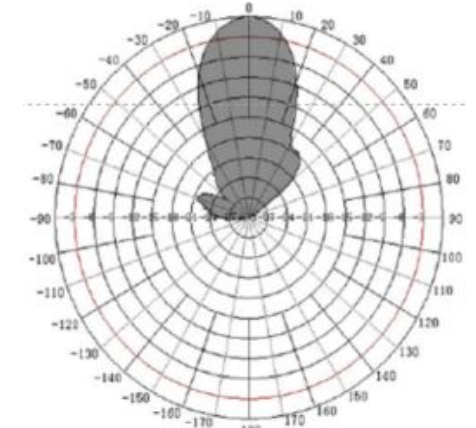


Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

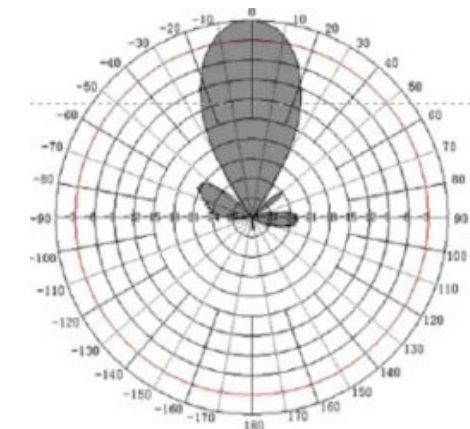


Диаграмма направленности в вертикальной плоскости

# Рекомендации по использованию антенн в сценариях развертывания WLAN вне помещений (1/2)

Сценарий	Частотный диапазон	Артикул антенны	Модель антенны	Примечания	Модель дополнительной точки доступа
Передача по беспроводному соединению WDS	5 ГГц	27010890	SL12845A	Двухточечная связь 2x2 AP	WA161DD-NZ
		27011145	SL12941A	Двухточечная связь 3x3 AP	WA251DT-NE
Густонаселенная городская территория или обычная городская территория	2,4 ГГц	27010661	A25451804	Непрерывное покрытие (требуется большой радиус действия)	WA151DD-NZ (за пределами Китая) WA161DD-NZ (в Китае)
		27010812	SL12764A	Точки в городской зоне	
	5 ГГц	27011044	Не сертифицирована	Непрерывное покрытие (требуется большой радиус действия)	



# Рекомендации по использованию антенн в сценариях развертывания WLAN вне помещений (2/2)

Сценарий	Частотный диапазон	Артикул антенны	Модель антенны	Примечания	Модель дополнительной точки доступа
Пригородная зона или сельская местность	2,4 ГГц	27010661	A25451804	Сценарий с высокими требованиями к размеру антенны и покрытию на большие расстояния	WA151DD-NZ (за пределами Китая) WA161DD-NZ (в Китае)
		27011071	SL12865A	Антенна с одной поляризацией, две из которых необходимы для реализации MIMO 2x2	
	5 ГГц	27011072	SL12867A	Антенна с одной поляризацией, две из которых необходимы для реализации MIMO 2x2	
Жилые районы	2,4 ГГц	27010904	SL12872	Дальность действия точки доступа по горизонтали $\leq 12$ м (ширина луча по горизонтали: $60^\circ$ )	
		27010812	SL12764A	Дальность действия точки доступа по горизонтали $> 12$ м (ширина луча по горизонтали: $30^\circ$ )	
	5 ГГц	27010906	SL12872A	Дальность действия точки доступа по горизонтали $\leq 12$ м (ширина луча по горизонтали: $60^\circ$ )	
		27010889	SL12844A	Дальность действия точки доступа по горизонтали $> 12$ м (ширина луча по горизонтали: $30^\circ$ )	
Площадь или пешеходная улица	2,4 ГГц	27010812	SL12764A	Сценарий с высокими требованиями к месту установки, но не к зоне покрытия	
	5 ГГц	27010889	SL12844A		

# Пример уличной антенны WLAN (1/3)



**SL12845A**

- Это направленная антенна с двойной поляризацией 5 ГГц с узкими лучами и высоким коэффициентом усиления, которая применима в сценариях **передачи по беспроводному соединению WDS (2x2)**.

Пункт	Описание
Диапазон частот (МГц)	От 5150 до 5850
Вид поляризации	$\pm 45^\circ$
Усиление антенны (дБи)	$19 \pm 1$
Ширина луча по горизонтали (°)	$15 \pm 3$
Ширина луча по вертикали (°)	$15 \pm 3$
FBR (дБ)	$\geq 25$
Изоляция (дБ)	$\geq 30$
Входной импеданс ( $\Omega$ )	50
VSWR	$\leq 1,8$
Разъем	2 гнездовых разъема типа N
Максимальная мощность (Вт)	50
Защита от перенапряжения	Заземление постоянного тока
Размеры (В x Ш x Г)	25 мм x 250 мм x 250 мм (0,98 дюйма x 9,84 дюйма x 9,84 дюйма)
Диаметр опоры (мм)	$\phi 35 - \phi 114$

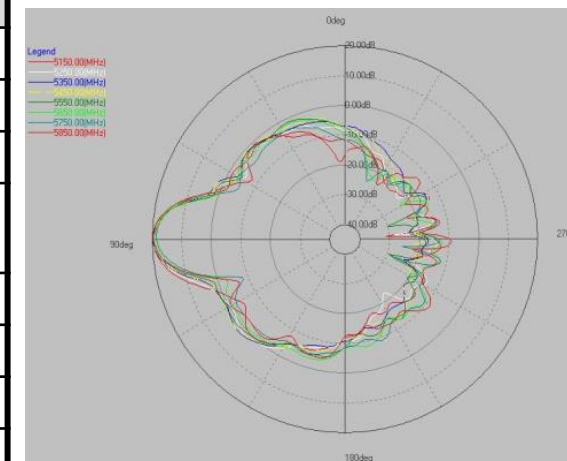


Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

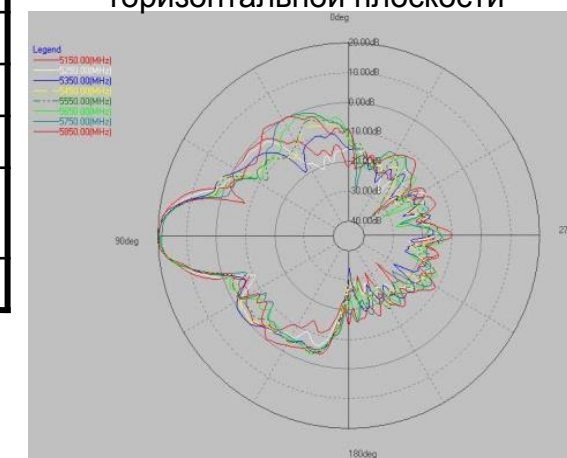


Диаграмма направленности в вертикальной плоскости

# Пример уличной антенны WLAN (2/3)



**SL12865A**

- Антенна с одной поляризацией с покрытием 2,4 ГГц. Применяется в пригородных и сельских районах, где не предъявляются высокие требования к размеру антенны. Для достижения эффекта MIMO 2\*2 требуются две такие антенны.

Пункт	Описание
Диапазон частот (МГц)	От 2400 до 2500
Вид поляризации	Вертикальная поляризация
Усиление антенны (дБи)	15 ± 1
Ширина луча по горизонтали (°)	120
Ширина луча по вертикали (°)	7
FBR (дБ)	≥ 21
Входной импеданс (Ω)	50
VSWR	≤ 1,5
Разъем	Один гнездовой разъем типа N или гнездовой разъем 7/16DIN
Максимальная мощность (Вт)	300
Защита от перенапряжения	Заземление постоянного тока
Размеры (В x Ш x Г)	80 мм x 1070 мм x 160 мм (3,15 дюйма x 42,13 дюйма x 6,30 дюйма)
Диаметр опоры (мм)	φ48 - φ135

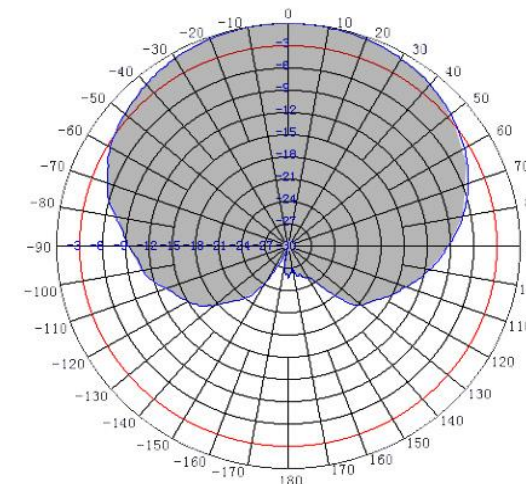


Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

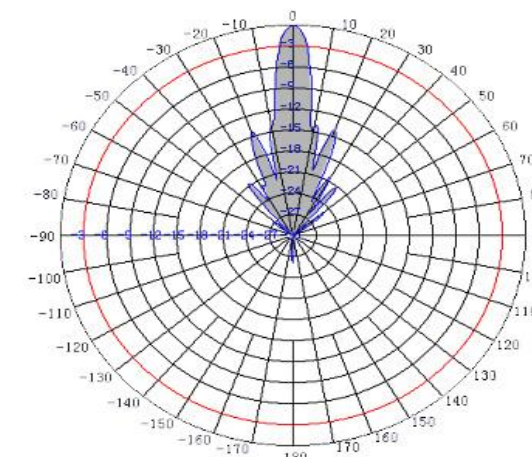


Диаграмма направленности в вертикальной плоскости

# Пример уличной антенны WLAN (3/3)



SL12844A

- Антенна с направленным **покрытием** в диапазоне 5 ГГц. Применяется в **городских районах**, где требуются антенны небольшого размера и шириной луча по горизонтали около 60 градусов.

Пункт	Описание
Диапазон частот (МГц)	От 5150 до 5850
Вид поляризации	$\pm 45^\circ$
Усиление антенны (дБи)	> 16
Ширина луча по горизонтали ( $^\circ$ )	60
Ширина луча по вертикали ( $^\circ$ )	6
FBR (дБ)	$\geq 23$
Изоляция (дБ)	$\geq 30$
Входной импеданс ( $\Omega$ )	50
Коэффициент стоячей волны (SWR)	$\leq 1,8$
Разъем	2 гнездовых разъема типа N
Максимальная мощность (Вт)	5
Защита от перенапряжения	Заземление постоянного тока

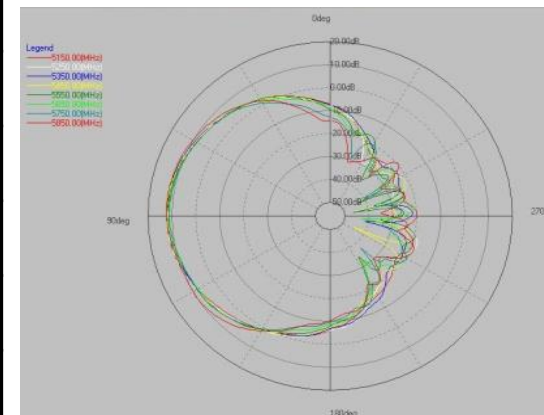


Диаграмма направленности в горизонтальной плоскости

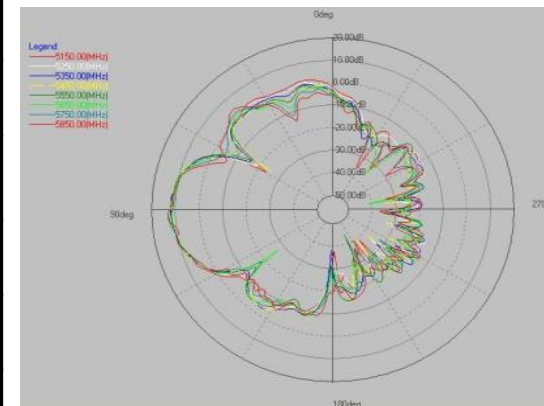


Диаграмма направленности в вертикальной плоскости

# Комнатная антенна WLAN



**Штыревые всенаправленные антенны** по умолчанию поставляются в комплекте с комнатными точками доступа. Усиление антенны составляет от 2 дБ до 3 дБ. Некоторые антенны поддерживают только один частотный диапазон (2,4 ГГц или 5,8 ГГц), а некоторые — две полосы частот (2,4 ГГц и 5,8 ГГц).



**Антенны потолочного типа** устанавливаются на потолке. Усиление антенны составляет от 2 дБ до 3 дБ. Некоторые антенны поддерживают только один частотный диапазон (2,4 ГГц или 5,8 ГГц), а некоторые — две полосы частот (2,4 ГГц и 5,8 ГГц). Такие антенны используются в качестве уличных антенн для точек доступа DAS, устанавливаемых внутри помещения или стационарных точек доступа.



**Пластинчатые направленные антенны** развертываются внутри помещений для обеспечения направленного покрытия. Усиление антенны составляет от 12 дБи до 15 дБи. Такие антенны поддерживают два диапазона частот (2,4 ГГц и 5,8 ГГц) и используются в качестве уличных антенн для стационарных точек доступа, устанавливаемых внутри помещений.



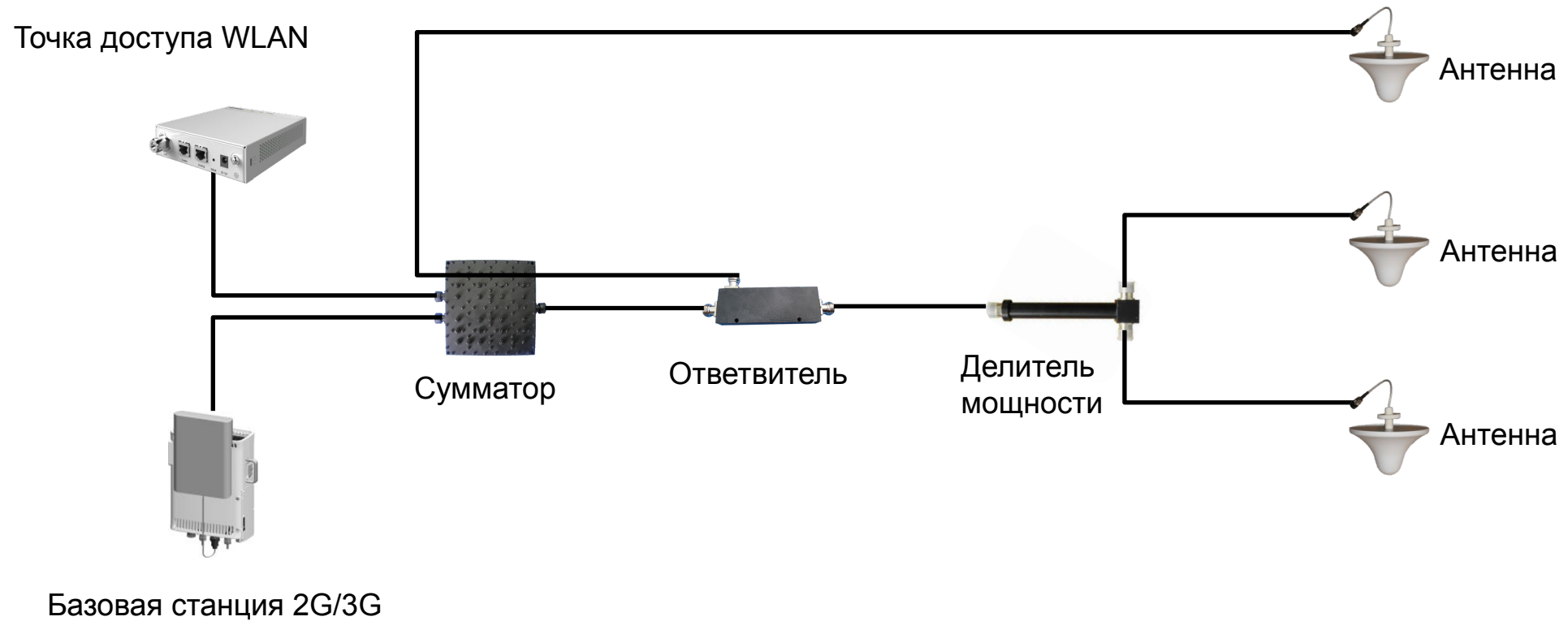
**Настольные антенны** устанавливаются на столе для увеличения покрытия в помещении. Усиление антенны составляет приблизительно 5 дБи. Такие антенны поддерживают диапазон частот 2,4 ГГц и используются в качестве уличных антенн для стационарных точек доступа, устанавливаемых внутри помещений.

# Содержание

1. Основная информация об антеннах
2. Основные понятия
3. Выбор антенны
4. **Традиционная внутренняя распределительная система**

# Внутренняя распределительная система

- Архитектура внутренней распределительной системы



# Делитель мощности

- Используется во внутренней распределительной системе и может равномерно выделять выходную мощность точки доступа для удаленного устройства. Делители мощности сигнала — это устройства для деления сигнала на две, три, четыре и более равных частей, которые также можно использовать вместе.
  - Тип: микрополосковый делитель и резонаторный делитель
  - Резонаторный делитель применяется при высокой мощности передачи. При длительной работе резонаторный делитель отличается большей стабильностью по сравнению с микрополосковым делителем.
  - В качестве сумматора можно использовать только микрополосковый делитель.



Микрополосковый делитель

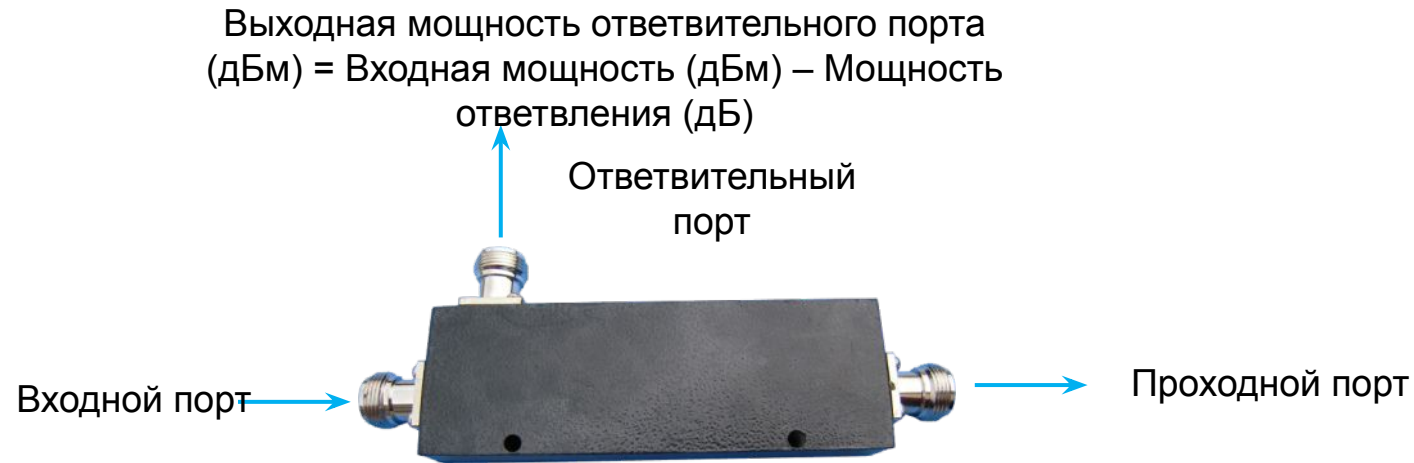


Резонаторный делитель



# Ответвитель

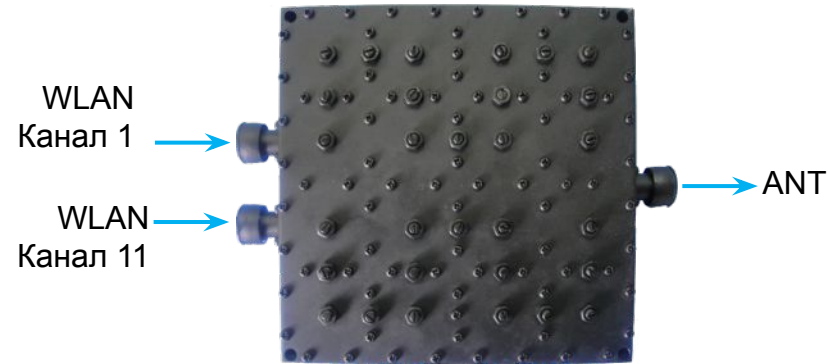
- Ответвитель делит сигнал порта на неравномерные сигналы на двух выходных портах. Он ответвляет часть мощности основного тракта для внутреннего покрытия или обнаружения.
  - Обычно используются ответвители на 5 дБ, 6 дБ, 7 дБ, 10 дБ и 15 дБ.



Выходная мощность проходного порта (дБм) = Входная мощность (дБм) - Вносимые потери (дБ)

# Сумматор

- Сумматор объединяет радиосигналы нескольких систем по одному каналу и распределяет принятые сигналы по одному каналу на порты каждой системы без помех. Сумматоры подразделяются на однополосные и многополосные.



Однополосный сумматор  
WLAN



Двухполосный сумматор

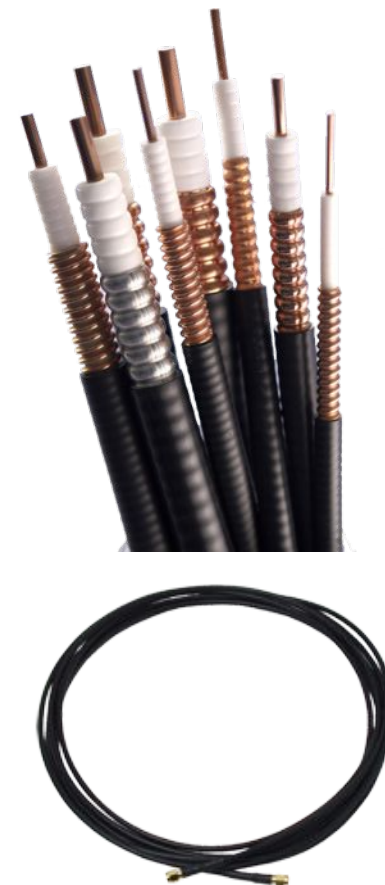
Однополосные сумматоры WLAN могут объединять сигналы только на каналах 1 и 11 из-за ограничений, накладываемых изоляцией портов.

# Коаксиальный кабель RF (фидер)

- РЧ-кабель
  - Перемычка RG-8, сверхгибкая перемычка 1/2" и фидер 1/2"
  - Диаметры и потери у разных кабелей разные.
  - RG-8

Технические характеристики	Сверхгибкий фидер 1/2"	Фидер 1/2"
Минимальный радиус изгиба	≤ 40 мм	≤ 80 мм
Потери (2,4 ГГц)	< 19,2 дБ/100 м	< 12,1 дБ/100 м
Характеристическое сопротивление	50 Ω	
Рабочая температура	От -30°C до +60°C	
Дополнительные требования	Огнезащитный	

Чем больше диаметр,  
тем меньше потери.



# Разъем для радио



Разъем типа N для наружной точки доступа (Гнездовой)



Разъем типа N для РЧ-кабеля (Штыревой)



Двойной штыревой разъем типа N (подключение точки доступа и антенны)



Разъем SMA с изменением полярности



Двойной гнездовой разъем типа N (подключение двух фидеров)

# Компоненты защиты

- Устройство защиты от перенапряжения



Защита от перенапряжения антенны (между антенной и точкой доступа)



Защита сетевого порта от перенапряжения (между наружной точкой доступа и коммутатором)

- Другие компоненты защиты: пластиковая трубка, кабель заземления и водонепроницаемая лента.

# Вопросы

1. (Несколько вариантов ответа) Какие из следующих типов антенн классифицируются по направлению?
  - A. Всенаправленная антенна
  - B. Встроенная антенна
  - C. Внешняя антенна
  - D. Направленная антенна
2. 23 дБм = ? мВт

# Заключение

---

- Понятия, функции и классификация антенн.
- Параметры антенны, включая единицы измерения, усиление антенны, ширину луча и диаграмму направленности.
- Основные характеристики и параметры выбора модели антенн.
- Компоненты внутренней распределительной системы.

# Спасибо за внимание!

把数字世界带入每个人、每个家庭、  
每个组织，构建万物互联的智能世界。

Донесение цифровых данных  
до каждого человека, дома и  
организации для полностью

Взаимосвязанного  
Авторские права © Huawei Technologies Co., Ltd. 2020.  
Все права защищены. Мир

Информация, представленная в данном  
документе, может содержать  
прогностические высказывания,  
включая, в том числе, заявления о  
будущих результатах финансово-  
хозяйственной деятельности, будущих  
линейках продукции, новых  
технологиях и прочее. Существует ряд  
факторов, которые могут привести к  
тому, что фактические результаты и  
достижения будут отличаться от  
результатов, явно или косвенно  
описанных в указанных  
прогностических высказываниях.

Следовательно, представленная  
информация не является офертой или  
акцептом. Компания Huawei может вносить  
изменения в представленную  
информацию в любое время без  
предварительного уведомления.





# История изменений

Не для печати

Код курса	Продукт	Версия продукта	Версия курса
H12-311	WLAN	V2R19C10	3.0

Составлено/ID сотрудника	Дата	Проверено/ID сотрудника	Новый/Обновление
Цзян Лу (Jiang Lu)/WX283743	Июнь 2020	Новая группа WLAN	Новый