

СПС

АКАДЕМИЯ

СОВРЕМЕННЫХ

ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ

ТЕХНОЛОГИЙ

- СПС Сети подвижной связи
- СПС.4 Широкополосный беспроводный доступ на основе Wi-Fi
(количество частей – 3, число страниц - 35)
- СПС.4.02 Особенности использования оборудования Wi-Fi
(число страниц – 10)

СПС.4

Описание и технические характеристики оборудования Wi-Fi

Для локальных сетей небольших предприятий или удаленных офисов разработана линейка коммутаторов корпоративного класса семейства Cisco Catalyst 3560. Они позволяют развертывать новые приложения, такие как IP-телефония, беспроводной доступ, видеонаблюдение, системы управления зданиями, а также пункты удаленного обслуживания с видеосвязью. Оборудование позволяет развернуть интеллектуальные сетевые сервисы, такие как: система управления качеством обслуживания (QoS); ограничение скорости передачи данных; списки контроля доступа (ACL); управление мультимедиа; высокопроизводительная IP-маршрутизация; упрощение сетевого управления.

Предлагаемое для коммутаторов Catalyst серии 3560 программное обеспечение Cisco Network Assistant обеспечивает централизованное управление коммутаторами, маршрутизаторами и беспроводными точками доступа Cisco (табл. 1). Технические характеристики точки доступа AP1100 (модель 1121) представлены в таблице 2.

Таблица 1. Характеристики серии коммутаторов Catalyst 3560

Характеристики Catalyst 3560-48G	Числовые значения
Количество портов Fast Ethernet 10/100 TX	48
Количество портов Gigabit Ethernet SFP	4
Пропускная способность, Гбит/с	17.6
Производительность маршрутизации, млн. пакетов/с	13.1
Тип транков VLAN	802.1q, ISL
Объем flash-памяти, Мб	16
Объем ОЗУ, Мб	128
Размеры, дюйм	1,73x17,50x14,85

Конструкция устройства и входящий в комплект поставки крепеж позволяют применять различные варианты установки: настольное, настенное, крепление в монтажных стойках и шкафах. Предусмотрено питание точки доступа как от автономного источника питания, входящего в комплект поставки, так и по Ethernet.

Беспроводное оборудование серии Cisco Aironet 1200 позволяет развертывать двухдиапазонные беспроводные офисные локальные сети (табл. 3). При этом абор-

ненты, нуждающиеся в высокой пропускной способности, должны быть оснащены беспроводными адаптерами стандарта 802.11a СВ20А и находиться, по возможности, в том же помещении, где установлена точка доступа. Остальные абоненты могут находиться в соседних комнатах на расстояниях до 25-30 м и иметь беспроводные сетевые карты РСМ352 или ноутбуки, оснащенные встроенными беспроводными картами стандарта 802.11b.

Таблица 2. Технические характеристики Cisco Aironet 1100

Скорость передачи	1, 2, 5.5 и 11 Мбит/с
Стандарт беспроводной сети	IEEE 802.11b
Диапазон частот	2400-2497 МГц
Технология расширения спектра	DSSS
Протокол доступа к среде	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance (CSMA/CA)
Модуляция	DBPSK@ 1 Мбит/с
	DQPSK@ 2 Мбит/с
	ССК@ 5.5 и 11 Мбит/с
Количество частотных каналов	11 (FCC); 13 (ETSI); 14 (Япония)
Количество не перекрывающихся частотных каналов	Три
Выходная мощность	100 мВт (номиналы 1, 5, 20, 30, 50 и 100 мВт)
Реальная чувствительность (при BER=10e-5)	- 94 дБм (1 Мбит/с)
	- 91 дБм (2 Мбит/с)
	- 89 дБм (5,5 Мбит/с)
	- 85 дБм (11 Мбит/с)
Расширение задержки (Delay Spread)	500 нс (1 Мбит/с)
	400 нс (2 Мбит/с)
	300 нс (5,5 Мбит/с)
	140 нс (11 Мбит/с)
Антенны	Два встроенных диполя 2,2 дБ
Поддержка виртуальных локальных сетей - VLAN (Virtual LAN)	До 16 групп пользователей с дифференцированными возможностями (безопасность и QoS) для отдельных пользователей
Дальность действия с офисными антеннами	В офисе: 45 м (11Мбит/с), 120 м (1Мбит/с). На открытом пространстве: 240 м (11Мбит/с), 610 м (1Мбит/с)
Поддержка качества обслуживания - QoS (Quality of Service)	Приоритизация трафика отдельных приложений для улучшения качества передачи голоса и видео (только AP и BR).
Порт Ethernet	10/100 Base T (автоопределение)
Память	16 MB RAM, 8 MB FLASH
Напряжение питания источника питания	100 - 240 В, 50 - 60 Гц
Напряжение питания на порте Ethernet	33 - 57 В постоянного тока
Средняя потребляемая мощность	4,9 Вт

Таблица 3. Технические характеристики Cisco Aironet 1200

Наименование	Вариант 802.11a	Вариант 802.11b
Mini-PCI (32-бит)	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Мбит/с	1, 2, 5,5 и 11 Мбит/с
Интерфейс Ethernet	802.3 10/100BASE-T	802.3 10/100BASE-T
Диапазоны частот	5,15...5,35 ГГц	2,412...2,462 ГГц (FCC)
	5,15...5,25 ГГц (TELEC)	2,412...2,472 ГГц (ETSI)
	5,15...5,25 ГГц (Сингапур)	2,412...2,484 ГГц (TELEC)
	5,25...5,35 ГГц (Тайвань)	2,412...2,462 ГГц (MII)
Сетевая архитектура	топология "Звезда", топология "Каждый с каждым"	Топология "Звезда, топология "Каждый с каждым"
Беспроводная среда	OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)	DSSS (Direct sequence spread spectrum)
Протокол доступа к среде	CSMA/CA (Carrier sense multiple access with collision avoidance)	CSMA/CA
Модуляция	OFDM +	DBPSK 1 Мбит/с
	BPSK 6 и 9 Мбит/с	DQPSK 2 Мбит/с
	QPSK 12 и 18 Мбит/с	ССК 5.5 и 11 Мбит/с
	16-QAM 24 и 36 Мбит/с	
	64-QAM 48 и 54 Мбит/с	
Количество частотных каналов	FCC: 8	ETSI: 13
	TELEC (Япония): 4	Израиль: 7
	Сингапур: 4	Северная Америка: 11
	Тайвань: 4	TELEC (Япония): 14
Количество неперекрывающихся каналов	8 (FCC)	3
	4 (Япония, Сингапур)	
Чувствительность приемника (BER=10 ⁻⁵)	6 Мбит/с: -85 дБм	1 Мбит/с: -94 дБм
	9 Мбит/с: -84 дБм	2 Мбит/с: -91 дБм
	12 Мбит/с: -82 дБм	5.5 Мбит/с: -89 дБм
	18 Мбит/с: -80 дБм	11 Мбит/с: -85 дБм
	24 Мбит/с: -77 дБм	
	36 Мбит/с: -73 дБм	
	48 Мбит/с: -69 дБм	
	54 Мбит/с: -68 дБм	
Доступные установки выходной мощности	40 мВт (16 дБм)	100 мВт (20 дБм)
	20 мВт (13 дБм)	50 мВт (17 дБм)
	10 мВт (10 дБм)	30 мВт (15 дБм)
	5 мВт (7 дБм)	20 мВт (13 дБм)
		5 мВт (7 дБм)
		1 мВт (0 дБм)
Расчетная дальность (при максимальной выходной мощности, дипольной антенне с усилением 2,2 дБ в диапазоне 2,4 ГГц)	В помещении: 18 м на 54 Мбит/с; 40 м на 18 Мбит/с; 52 м на 6 Мбит/с. Вне помещений: 30 м на 54 Мбит/с; 183 м на 18 Мбит/с; 304 м на 6 Мбит/с.	В помещении: 40 м на 11 Мбит/с; 107 м на 1 Мбит/с. Вне помещений: 244 м на 11 Мбит/с; 610 м на 1 Мбит/с.

В состав серии AP 1200 входят двух диапазонные, поддерживающие стандарты 802.11a и 802.11b, точки доступа AP1200 и беспроводные сетевые адаптеры, выполненные в виде CardBus карт. Питание точки доступа осуществляется от блока питания 90-240В. Предусмотрен вариант питания по кабелю Ethernet с помощью инжектора, приобретаемого отдельно. Питание по кабелю Ethernet от патч-панелей и коммутаторов Cisco возможно только для точек доступа, оснащенных одним беспроводным адаптером диапазона 2,4 ГГц. В качестве консольного кабеля используется традиционный для оборудования Cisco кабель с разъемом RJ-45.

Беспроводные сетевые адаптеры диапазона 5 ГГц, устанавливаемые в точки доступа, отличаются от автономных беспроводных сетевых адаптеров, предназначенных для установки в слот CardBus (PC Card) компьютера, реализацией антенной системы. Она, в отличие от автономных адаптеров, имеющих две встроенные изотропные антенны, использует направленную и всенаправленную антенны с усилением 5,5 дБ каждая. В диапазоне 2,4 ГГц должны использоваться одна или две внешние антенны, подключаемые к точке доступа с помощью разъемов RP-TNC.

Беспроводные адаптеры miniPCI построены на базе широко распространенных устройств 352 серии и имеют аналогичные характеристики. Адаптеры CardBus стандарта 802.11a обеспечивают работу в двух из трех поддиапазонов U-NII, предусмотренных в стандарте: 5,15-5,25 ГГц и 5,25-5,35 ГГц, в 8 неперекрывающихся частотных каналах. Работа в третьем диапазоне: 5,725-5,825 ГГц, равно как возможность подключения внешних антенн, не предусмотрена. Выходная мощность CardBus составляет 40 мВт, а чувствительность на максимальной скорости 54 Мбит/с -68 дБм. При использовании этого оборудования дальность на максимальной скорости не превышает 30 м в открытом пространстве и 18 м в офисе.

Cisco AIR-ANT3213 является всенаправленной антенной со средним радиусом охвата, обычно размещается внутри помещений на потолках (табл. 4).

Таблица 4. Технические характеристики Cisco AIR-ANT3213

Тип антенны:	Всенаправленная антенна с 2 излучателями для точек доступа
Рабочая частота:	2.4 ГГц
Радиус покрытия:	121 м на 6 Мбит/с 35 м на 54 Мбит/с
Мощность:	5.2 дБ
Ширина луча:	Горизонтальная: 360° Вертикальная: 25°
Совместимость:	Универсальная

Антенны серии Cisco Aironet для точек доступа с рабочей частотой 2.4 ГГц совместимы с точками доступа Cisco, имеющими разъем RP-TNC. Эти антенны имеют различные форм-факторы и отличаются значениями мощности, радиуса охвата, ширины луча. Совместное использование точки доступа и соответствующей антенны обеспечивает больший радиус охвата в любых условиях, а также повышенную надежность при высоких скоростях передачи данных.

Wi-Fi антенна российского производства Град 2402 способна передавать информацию на большое расстояние, что дает возможность организации беспроводной сети на большой площади. Град 2402 - приемопередающая всенаправленная антенна (рис. 1).

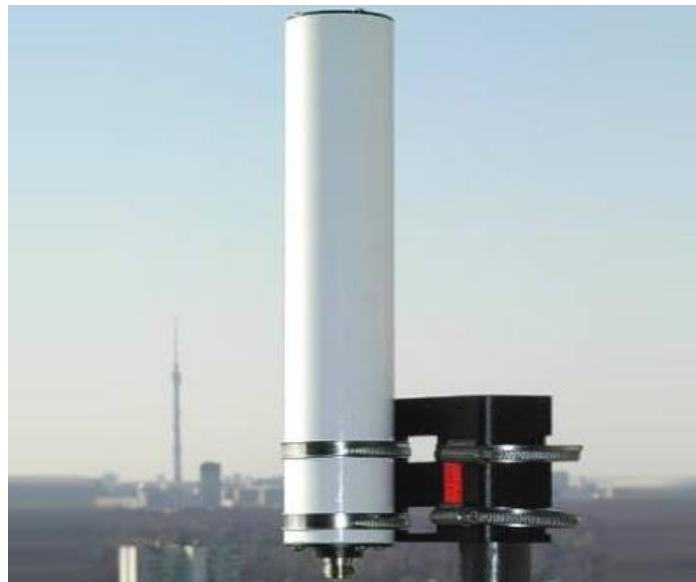


Рис. 1. Внешний вид антенны Град 2402

Wi-Fi антенна Град 2402 используется для создания топологий радиосетей типа звезда (point-to-multipoint). При работе с направленной антенной 24 dBi дальность связи - до 5 км, с усилением - до 10 км (табл. 5 и табл. 6). Для соединения коммутатора с точками доступа будем использовать кабель типа витая пара.

Таблица 5. Технические характеристики Wi-Fi антенны Град 2402

Входное сопротивление	50 Ом
Рабочий диапазон частот	2400 - 2500 МГц
Коэффициент усиления в рабочей полосе частот	7.5 dB
Поляризация	Вертикальная
Ширина ДН в вертикальной плоскости (вектор E)	20°
Ширина ДН в горизонтальной плоскости (вектор H)	360°
КСВ в рабочей полосе частот	<1.5:1
Разъем	Гнездо N типа (female)
Ветровая нагрузка	150 км/ч
Максимальная подводимая мощность	50 Вт

Таблица 6. Технические характеристики кабеля Panduit PFC5504LG

Описание Panduit PFC5504LG	
Тип:	Кабель витая пара
Категория:	5E FTP
Область применения:	Сетевой кабель для подключения компьютерных систем и горизонтальной подсистеме структурированных кабельных систем
Характеристики Panduit PFC5504LG	
Материал:	Медь высокой очистки
Общий Экран:	Есть (Майларовая фольга)
Материал диэлектрика:	Полиолефин
Внешние размеры:	5.3 мм
Типы подходящих разъемов:	Стандартные RJ-45

Вариант расчета Wi-Fi системы

Для расчета дальности работы по беспроводному каналу связи Wi-Fi используем инженерную формулу расчета потерь в свободном пространстве:

$$FSL = 33 + 20(\lg F + \lg D), \quad (1)$$

где FSL (Free Space Loss) - потери в свободном пространстве, дБ;

F- центральная частота канала, на котором работает система связи, МГц;

D - расстояние между двумя точками, км.

Преобразовав формулу (3.1) относительно D, получим формулу дальности связи:

$$D = 10^{(FSL/20 - 33/20 - \lg F)} \quad (2)$$

FSL будем вычислять по формуле:

$$FSL = Y_{дб} - SOM, \quad (3)$$

где SOM (System Operating Margin) - запас по энергетике радиосвязи, дБ;
Y_{дб} - суммарное усиление системы, которое рассчитывается как:

$$Y_{дб} = P_{t, дБмВт} + G_{t, дБи} + G_{r, дБи} - P_{min, дБмВт} - L_{t, дБ} - L_{r, дБ}, \quad (4)$$

где P_{t, дБмВт} - мощность передатчика;

G_{t, дБи} - коэффициент усиления передающей антенны;

G_{r, дБи} - коэффициент усиления приемной антенны;

P_{min, дБмВт} - чувствительность приемника на данной скорости;

L_{t, дБ} и L_{r, дБ} - потери сигнала в коаксиальном кабеле и разъемах передающего и приемного тракта соответственно.

Для каждой скорости приемник имеет определенную чувствительность. Для небольших скоростей (например, 1-2 Мегабита) чувствительность наименьшая: от -90 дБмВт до -94 дБмВт. Для высоких скоростей чувствительность намного выше. В качестве примера в таблице 7 приведены характеристики обычных точек доступа 802.11a,b,g.

Параметр SOM обычно принимается равным 10 дБ. Считается, что 10-децибельный запас по усилению достаточен для инженерного расчета.

Центральная частота канала F может быть выбрана из таблицы 8.

Исходные данные для расчета, учитывающие особенности используемого оборудования представлены в таблице 9.

Таблица 7. Зависимость чувствительности от скорости передачи данных

Скорость	Чувствительность	Скорость	Чувствительность
54 Мбит/с	-66 дБмВт	18 Мбит/с	-83 дБмВт
48 Мбит/с	-71 дБмВт	12 Мбит/с	-85 дБмВт
36 Мбит/с	-76 дБмВт	9 Мбит/с	-86 дБмВт
24 Мбит/с	-80 дБмВт	6 Мбит/с	-87 дБмВт

Таблица 8. Вычисление центральной частоты

Канал	Центральная частота (МГц)	Канал	Центральная частота (МГц)	Канал	Центральная частота (МГц)
1	2412	6	2437	11	2462
2	2417	7	2442	12	2467
3	2422	8	2447	13	2472
4	2427	9	2452	14	2484
5	2432	10	2457		

В качестве примера расчет будет проводиться с учетом того, что точки доступа и адаптер работают в 6 канале, то есть на частоте 2437 Гц.

Рассчитаем дальность работы точки AP 1100 на скорости 2 Мбит/с. Потери в свободном пространстве составят:

$$FSL_{AP1100-2} = 17 + 2.2 + 2 - (-91) - 10 - 10 = 92.2 \text{ дБ}$$

Таблица 9. Исходные данные

Вид оборудования	Мощность передатчиков (при 50 мВт), дБ	Чувствительность приемника, дБ		Коэффициент усиления антенны, дБ	Потери сигнала, дБ
		при 2 Мбит/с	при 11 Мбит/с		
AP 1100	17	-91	-85	2.2	10
AP 1200 с ГРАД				7.5	
AP 1200 с Omni				5.2	
Адаптер Cisco WUSB100				2	

В этом случае дальность связи составит:

$$D_{AP1100-2} = 10^{\left(\frac{92.2}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2437\right)} = 0.374 \text{ км} \approx 380 \text{ м}$$

Рассчитаем дальность работы точки AP 1100 на скорости 11 Мбит/с. Потери в свободном пространстве составят:

$$FSL_{AP1100-11} = 17 + 2.2 + 2 - (-85) - 10 - 10 = 86.2 \text{ дБ}$$

На скорости 11 Мбит/с дальность связи составит:

$$D_{AP1100-11} = 10^{\left(\frac{86.2}{20} - \frac{33}{20} - \lg 2437\right)} = 0.187 \text{ км} \approx 190 \text{ м}$$

В таблице 3.14 представлены результаты расчета дальности связи для различных вариантов.

Результаты расчета дальности должны учитываться при разработке схемы размещения точек доступа технологии WLAN. Наилучшим местом для установки точек доступа являются подвесные потолки. Одна точка доступа может одновременно работать с 15-20 клиентами. Ограничение обосновывается полосой пропускания, которая распределяется между одновременно работающими пользователями. Для их увеличения к одной точке доступа могут быть добавлены ещё 2 точки доступа, которые настраиваются на другие частоты.

Сеть может быть модифицирована в случае необходимости обслуживания большего числа клиентов. Рекомендуется к местам размещения точек доступа прокладывать до трех кабелей 5-ой категории.

Питание точек доступа осуществляется дистанционно (по тому же кабелю, который используется для передачи данных, но по другим парам), что облегчает установку точек доступа. Антенны, используемые с точками доступа AP 1200, могут быть заменены более мощными, позволяющими увеличить зону покрытия, мощность и качество сигнала.

Автор: Степанова И.В., к.т.н., доцент