Cisco Expo 2008

Проектирование городских Wi-Fi MESH сетей

Сергей Левищев

slevishc@cisco.com

системный инженер

Enable Your Network
Empower Your Business

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Оглавление

- Принципы построения MESH сетей
- Радиооборудование Cisco Outdoor Wireless MESH
- Особенности инсталляции
- Реализованные проекты

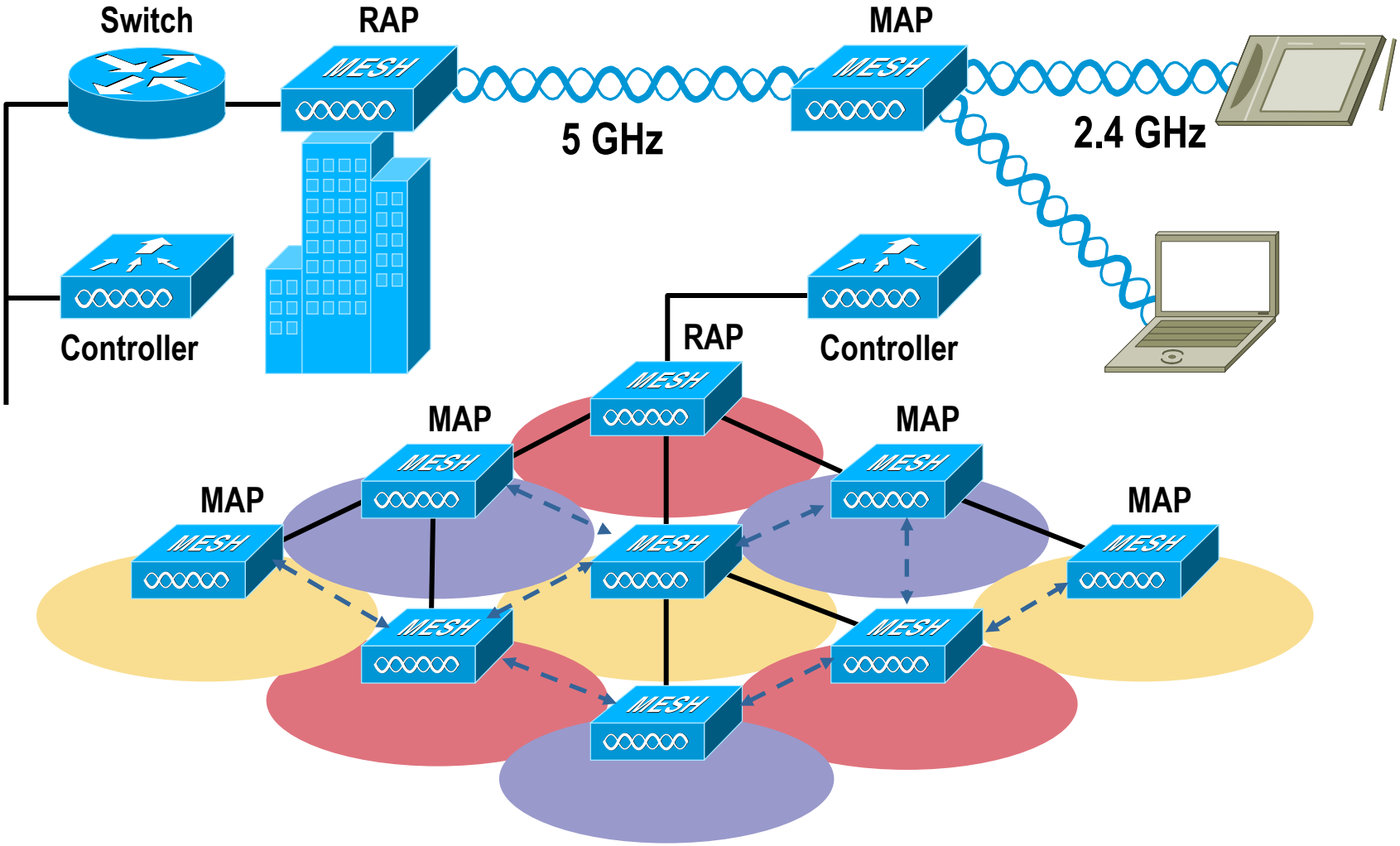
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Принципы построения MESH сетей

Subtitle

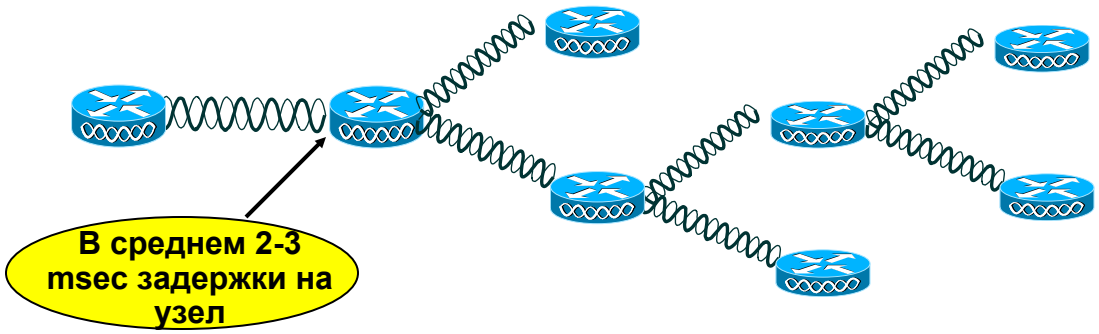
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Архитектура Wireless MESH сети



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Пропускная способность MESH сети



Узлы	Один	Два	Три	Четыре
Throughput	~14Mbps	~7Mbps	~3,5 Mbps	up to 2Mbps

- Задержка

  <10 мс на узел,
  обычно 1...3 мс

- Количество уровней топологии

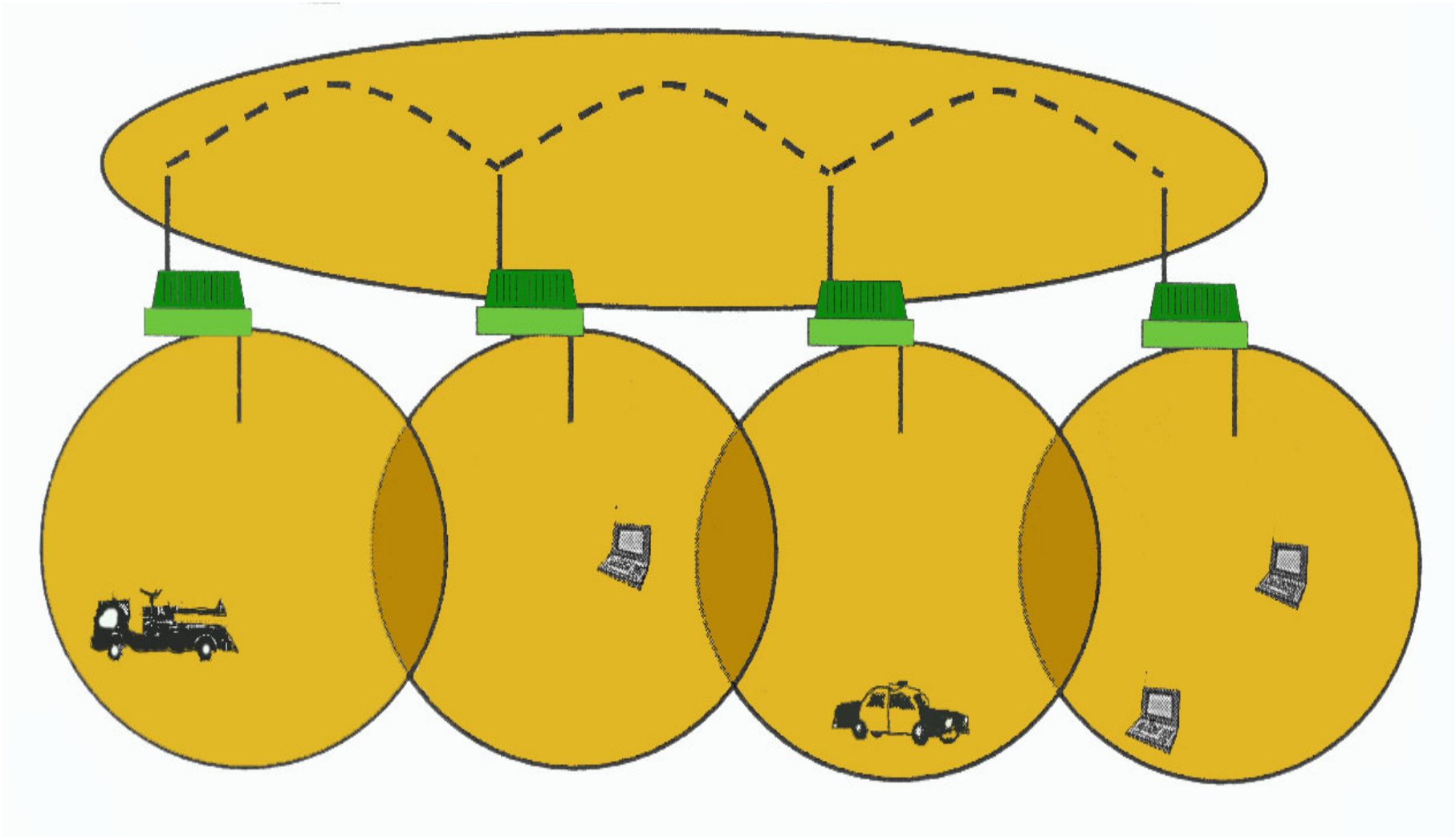
  ПО поддерживает до 8; рекомендовано 3...4

- Узлы

  рекомендовано до
  MAP:RAP 20:1

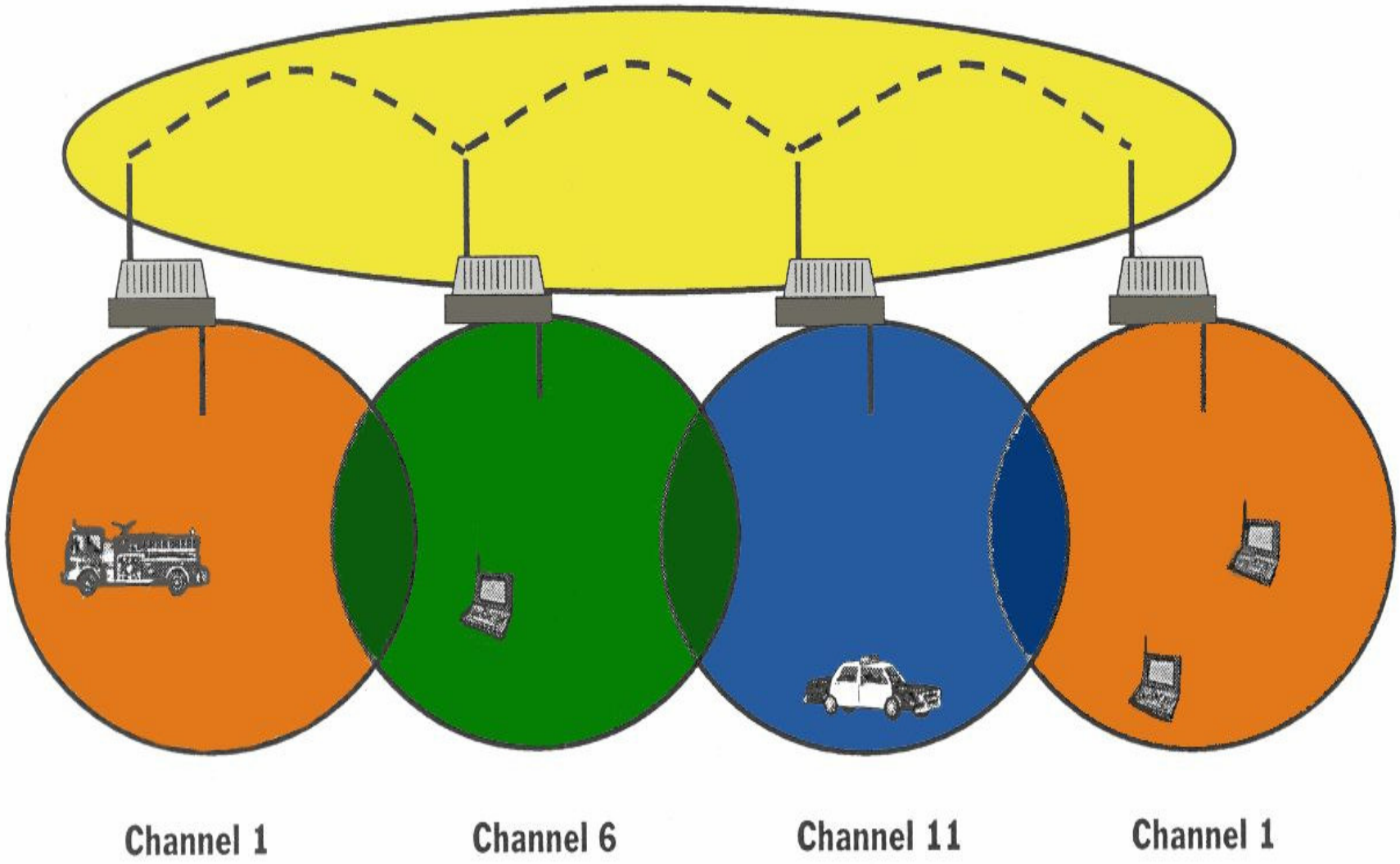
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Системы с одним радиоинтерфейсом



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

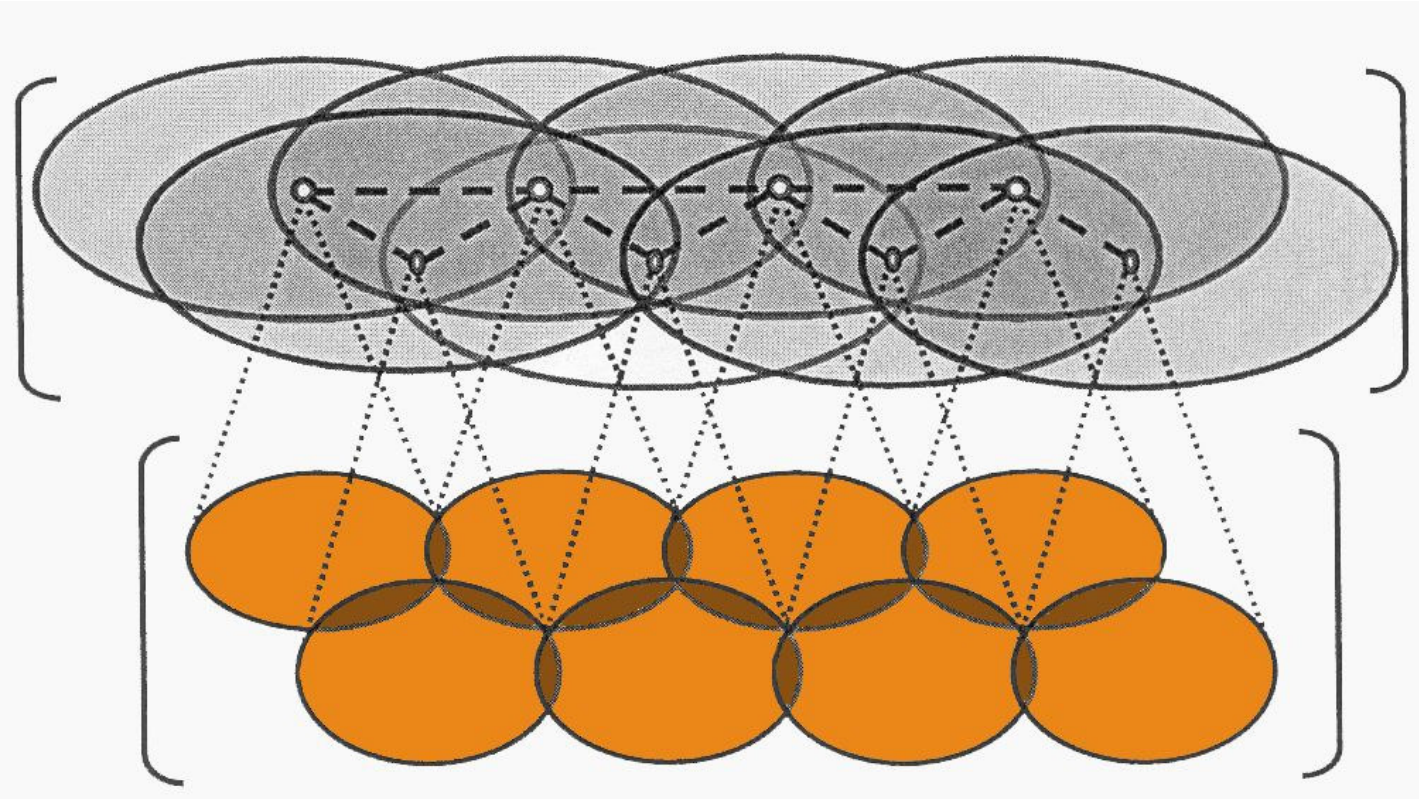
Системы с двумя радиоинтерфейсами



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

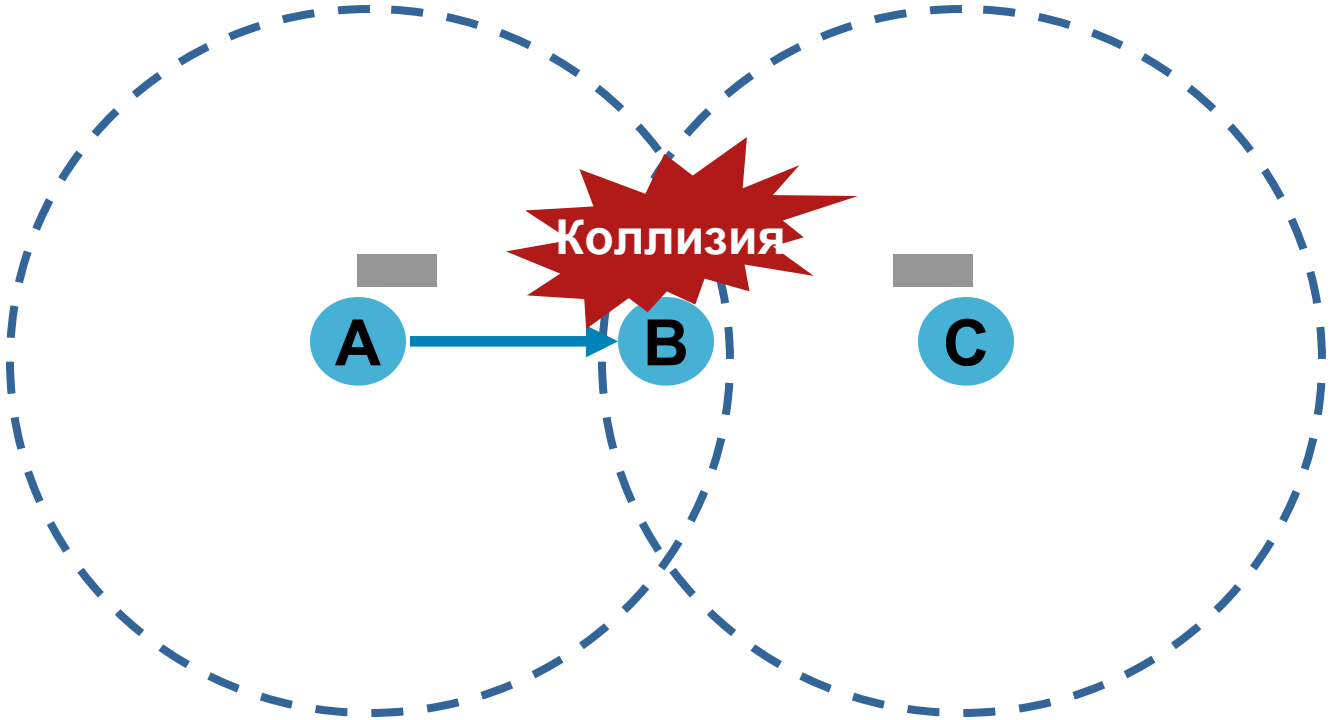
Зоны покрытия MESH сети

Проектируя MESH сеть провести планирование для двух независимых радиосистем - доступа и магистрали



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Проблема “Hidden Node” снижает производительность MESH сети с несколькими узлами



Packet

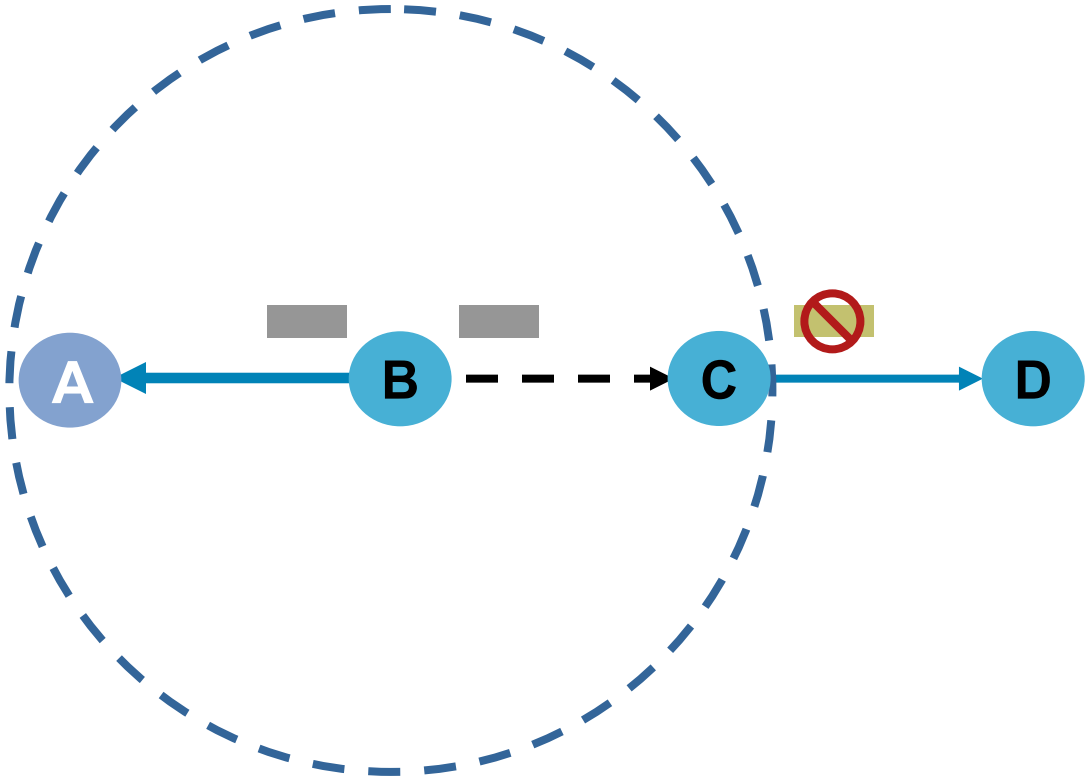
Radio Range

B: Получатель

A, C: Отправители (Hidden Nodes)

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Проблема “Exposed Node” также снижает степень утилизации радиоканала



– – Radio Range A: Receiver B: Sender C: “Exposed Node”

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

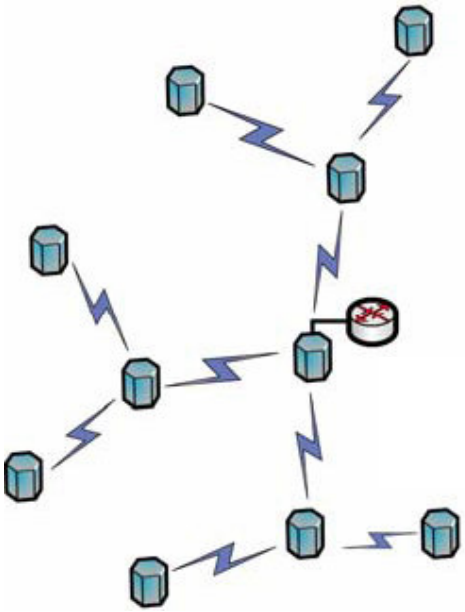
Особенности магистрали

- Вопрос: Большие мощности передатчиков и очень высокая чувствительность приемника никогда не повредят, так ли это?
- Ответ: слишком большая чувствительность и мощность, большие коэффициенты направленных антенн приводят к разрастанию коллизионного домена, что приводит к снижению производительности

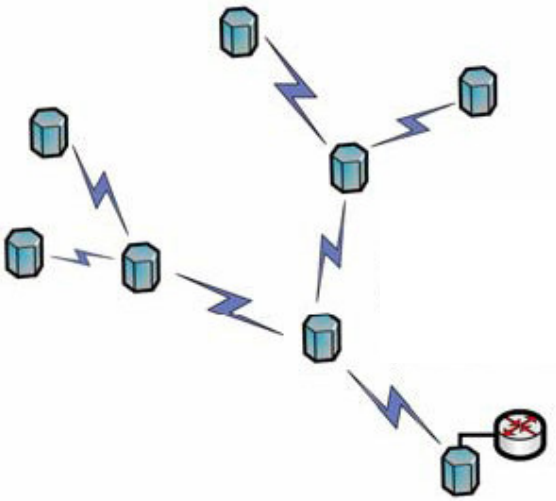
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

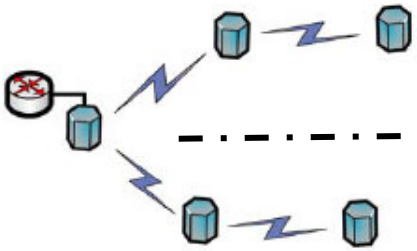
Рекомендуемые топологии

Preferred Topology



Less Efficient Topology

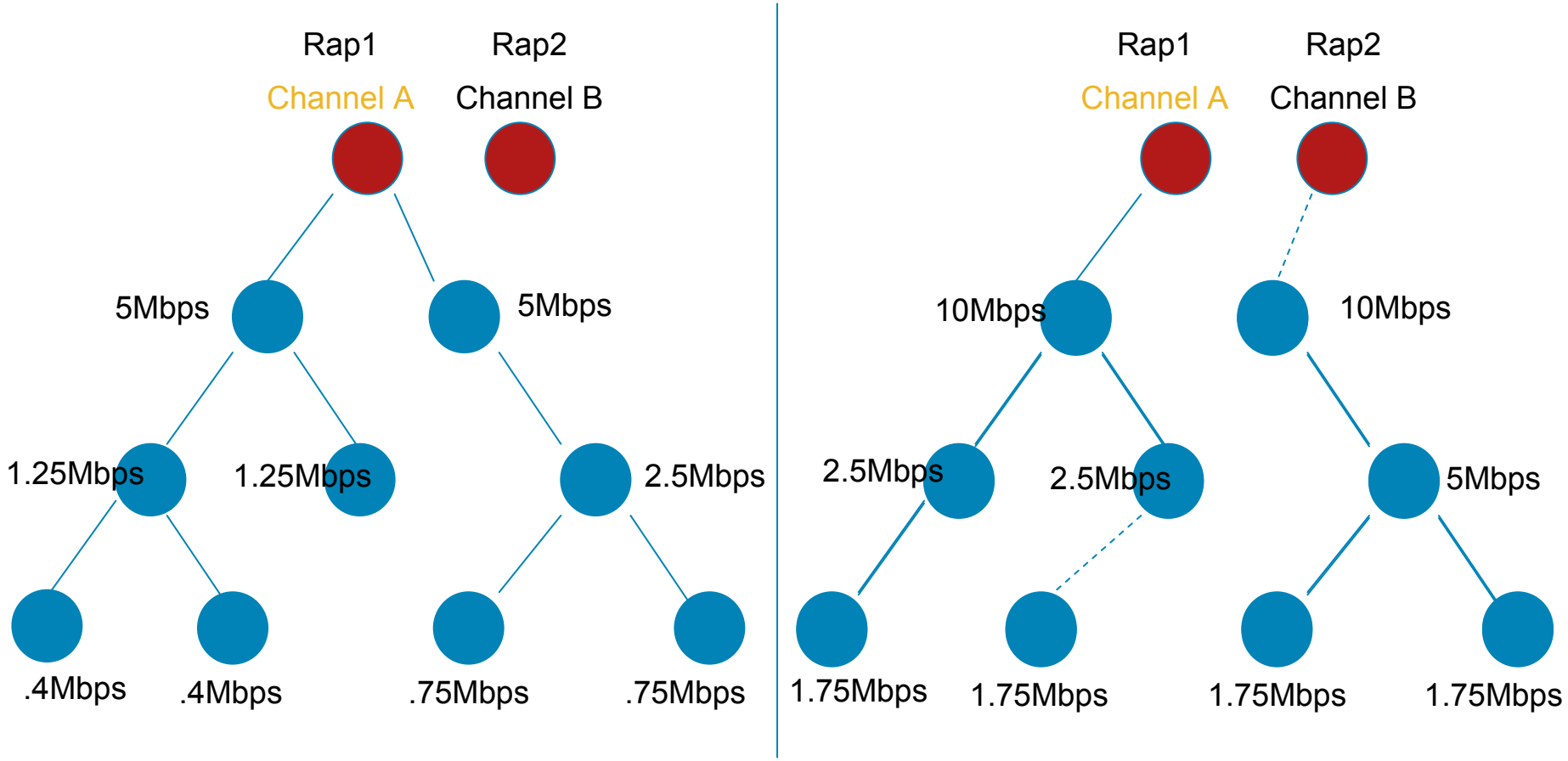




Advanced, High performance requires physical 1st Hop separation to avoid co-channel interference to subchildren

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights res

Сравнение производительности с одинаковым числом узлов



- MESH точки доступа могут использоваться только для образования магистрали, не предоставляя при этом доступа для клиентов

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Типы покрытия

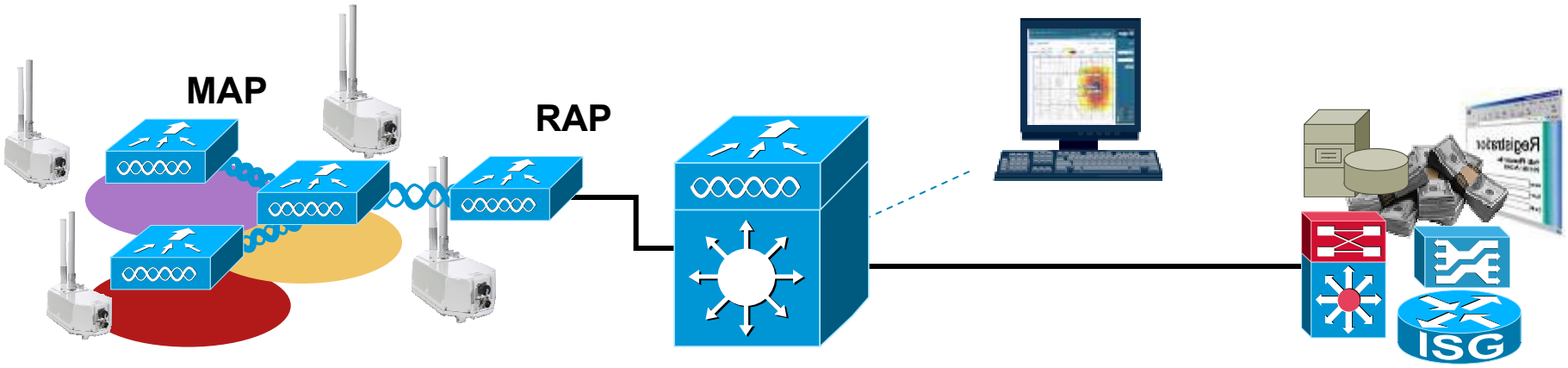
- Ограничивающим фактором ВСЕГДА являются пользователи
  - –низкая чувствительность приемника
  - –маленькая мощность передатчика
  - –неудачные антенны, ослабляющие сигнал
  - –произвольная ориентация антенн в пространстве
  - Люди предпочитают покупать самое дешевое оборудование. Если все устройства WiFi сертифицированы, зачем платить больше?
- Ключевой вопрос – где находятся ваши пользователи?
  - – на улицах
  - – в одно - двухэтажных домах
  - – в многоэтажных домах

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Радиооборудование Cisco Outdoor Wireless MESH

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

Outdoor Wireless Mesh Solution Components



Mesh Access Point

- 802.11b/g client access
- Connects to Root AP via 802.11a
- AC/DC power; PoE capable
- Ethernet port for connecting peripheral devices

Root Access Point

- Serves as “Root” AP to the wired network
- Typically located on roof-tops or towers
- Connects up to 35 Mesh APs using 802.11a

Wireless LAN Controller

- 7600 Module links WirelessMesh APs to wired network
- Handles RF algorithms and optimization
- Seamless WiFi mobility
- Provides security/ mobility **mgt**

Wireless Control System (WCS)

- Wireless Mesh Management System enables network-wide policy configuration and device management\
- SNMPv3, Syslog, IPSec, AAA, etc

Back Office Systems

- Bandwidth Monitoring and Management
- Policy Definitions
- Subscriber Database Management
- Billing and OSS Systems

Industry Proven Devices at Every Layer

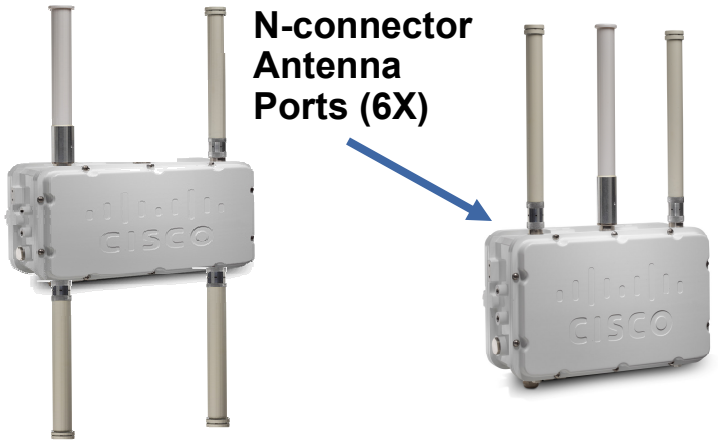
Reliable Hardware

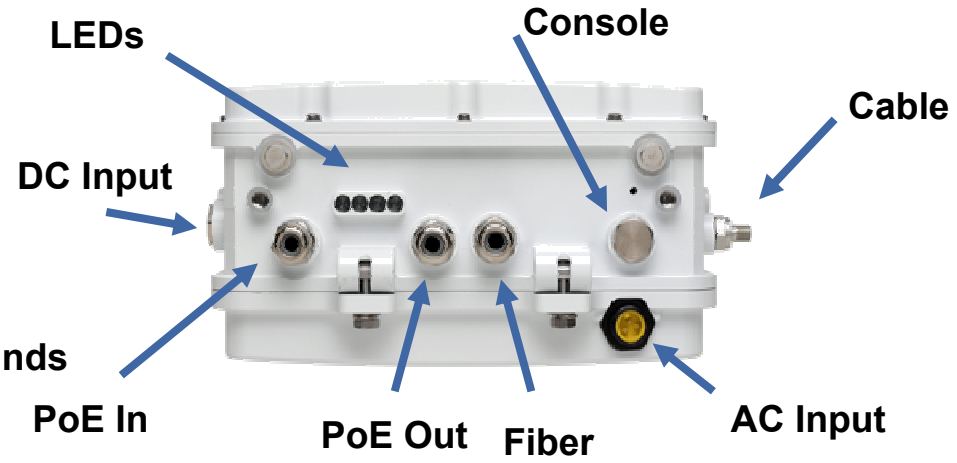
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Линейка - Cisco 1520 Mesh AP

- Модульный диайн, IOS Platform
- Dual-band 802.11a (4.9 to 5.8 GHz) for Backhaul, 802.11b/g 2.4GHz for Access
- Improved higher power radio performance
  - 5 levels of transmit power
  - 5 GHz: 28 dBm
  - 2.4GHz: 28 dBm
  - 4.9GHz: 20 dBm (Mask M), 20 MHz channels
  - Antennas to maximize EIRP
- Uplink options
  - Cable Modem DOCSIS 2.0 with Cable Power Supply
  - Fiber Interface with 100BaseBX SFP
  - 1000BT Gig Ethernet
- Internal Battery Backup
- POE out (802.3af) to power peripheral devices
- Ruggedized Paintable Enclosure
  - -40 to +55 C with Solar Loading
  - Humidity 0 ~100%
  - 165 MPH wind gusts, 100 MPH sustained winds
  - Вес 6.35Kg - (не включая антенны)

SIMO/MRC





© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Антенны

2.4 ГГц

Антенна	Гориз.	Верт.
5.5 dBi Omni	360°	25°
8 dBi Omni	360°	12°

5 ГГц

Антенна	Гориз.	Верт.
7.5 dBi omni	360°	16°
9.5 dBi sector	60°	60°
14 dBi Patch	30°	26°
17 dBi Patch	17°	17°
20 dBi Patch	10°	10°

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

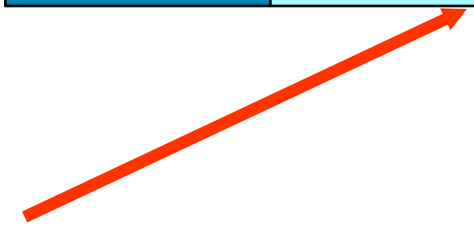
Max Ratio Combining Gains

	Single Antenna	Two Antenna MRC	Three Antenna MRC	2 Antenna	3 Antenna
Mod Rate	Typical Sens (dBm)	Typical Sens (dBm)	Typical Sens (dBm)	MRC gain	MRC gain
1	-92	-92.0	-92.0	0	0
2	-91.0	-91.0	-91.0	0	0.0
5.5	-90.3	-90.3	-90.3	0	0.0
11	-90.0	-90.0	-90.0	0	0.0
6	-90.3	-90.3	-90.3	0	0.0
9	-90.3	-90.3	-90.3	0	0.0
12	-89.0	-89.5	-90.0	0.5	1.0
18	-88.0	-89.5	-90.0	1.5	2.0
24	-84.3	-87.0	-88.3	2.7	4.0
36	-81.3	-84.0	-85.8	2.7	4.5
48	-77.3	-80.0	-81.8	2.7	4.5
54	-76.0	-78.7	-80.5	2.7	4.5

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Новые рекомендации по скорости магистрали

802.11b	1,2,5.5,11
802.11g	1,2,5.5,11,6,9,12,18,24,36,48,54
802.11a	6,9,12,18,**24**,36,48,54



- **24 Mbps скорость магистрали по умолчанию**
- **Рекомендуется использовать именно 24 Mbps т.к. это позволяет увеличить пропускную способность**
- **6 Mbps используется для трафика управления**
- **Проводное подключение: LWAPP Control Traffic шифруется, трафик данных не шифруется**
- **Беспроводное подключение: AWPP Control Traffic не шифруется, трафик данных шифруется**

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

SNR Deployment Practices

- AP1510 Backhaul Data Rate LinkSNR Requirements

- Data RATE , MinSNR + Fade Margin = Required LinkSNR (good Link)
- 18Mbps 9dB + FM = 18dB
- 24Mbps 13dB + FM = 22dB
- 36Mbps 17dB + FM = 26dB
- 48Mbps 21dB + FM = 30dB
- 54Mbps 24dB + FM = 33dB

- **Typical Fade Margin is ~9-10dB.**
- **We do not recommend going above 24Mbps as the SNR requirements will not make distances practical.**
- **18 & 24 Mbps of data rate require similar SNRs to decode**
- **Since 24Mbps offers more throughput, it makes sense to use 24Mbps**

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Совместимость между 1505/1510 & 1520

- Initial FCS: Interoperability between 1522 RAPs and 1510 MAPs
- Full interoperability between 1522/1521 and 1510 with Future Releases

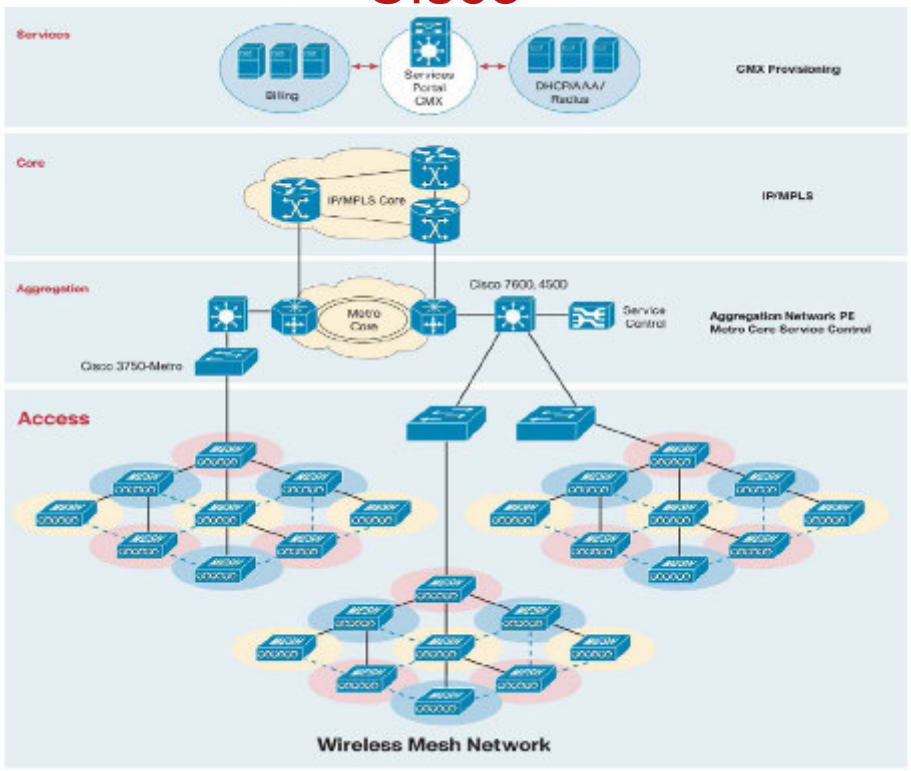
RAP \ MAP	1505	1510	1521	1522	1524
1505	✓				
1510		✓	✓	✓	✓
1521			✓	✓	✓
1522		✓	✓	✓	✓
1524		✓	✓	✓	✓

Not Supporte
AT FCS
Future Release

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

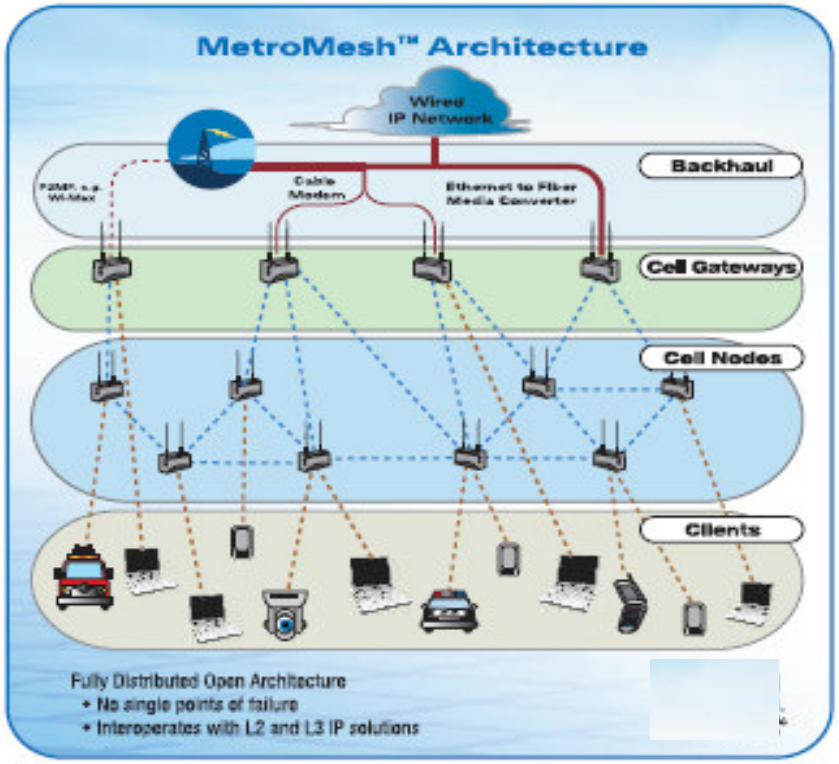
Wireless Mesh Architecture Comparison

Cisco



- End-to-end network solution … seamless integration of wired and wireless
- Dual radios … “thin” AP design
- Centralized configuration, clustering, routing, roaming, RF management
- Easier national roll-out & IMS integration

Others

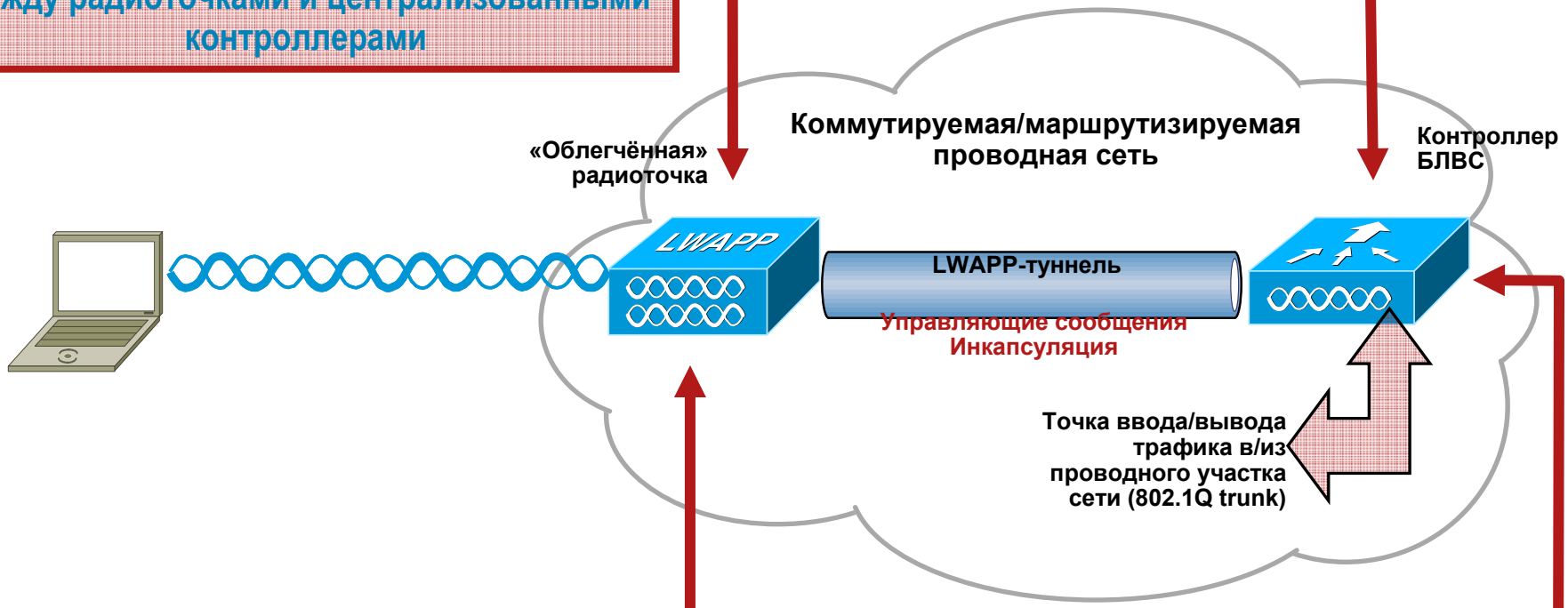


- “Access centric” … stopping at Network Edge
- “thick” AP design
- Decentralized configuration, clustering, routing, roaming, RF management
- Delivers cost effective thin layer coverage

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Централизованная архитектура БЛВС

LWAPP определяет управляющие сообщения и способ инкапсуляции данных между радиоточками и централизованными контроллерами



Радиоточки — «облегчённые», управляются централизованным контроллером

БОльшая часть функций и сервисов беспроводной сети перенесена с радиоточек в централизованный контроллер

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

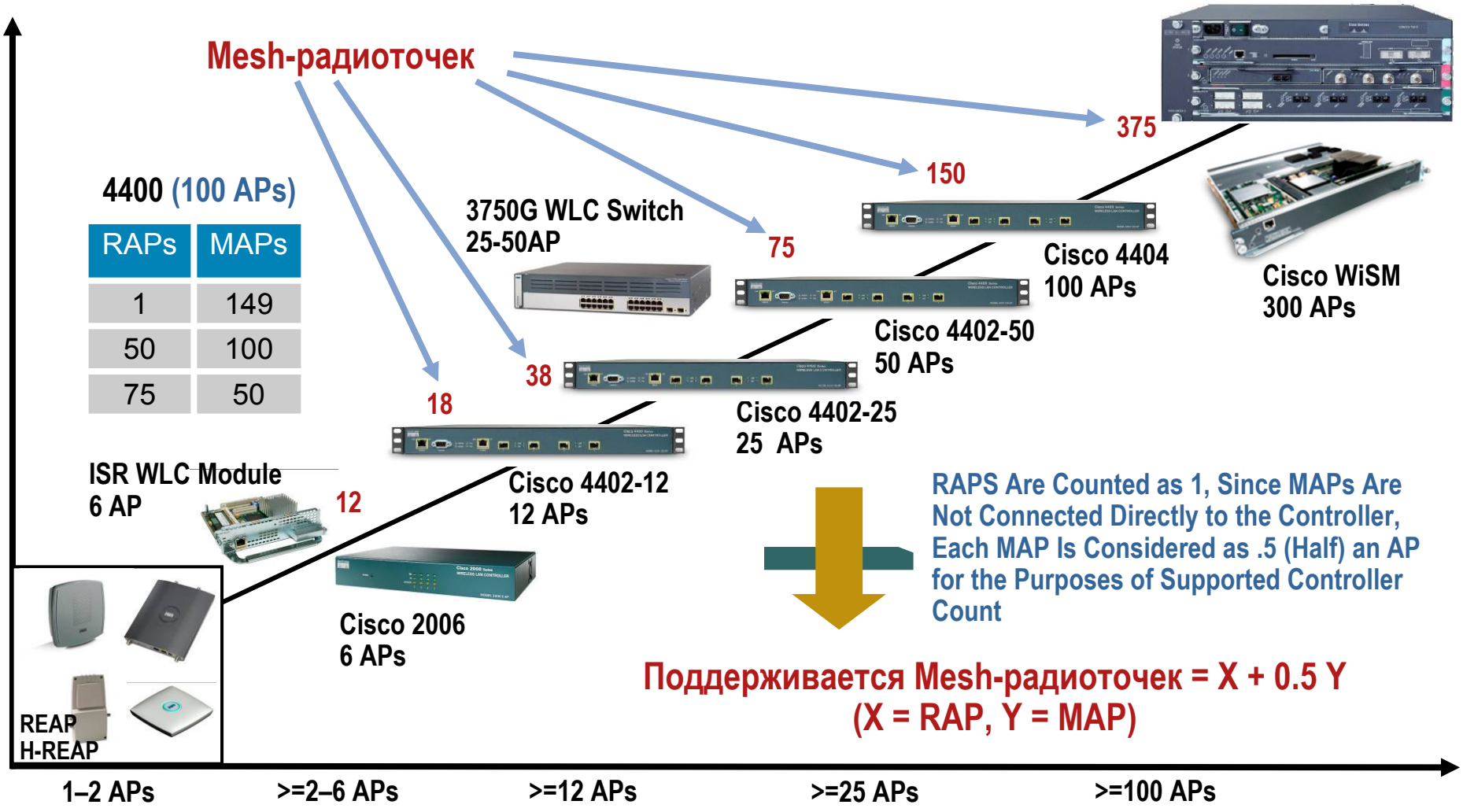
Единая, унифицированная, централизованная, функциональная система

Спектр новых возможностей:

- Базовый беспроводной доступ
- Управление радиосредой в реальном времени
- Аутентификация, конфиденциальность, целостность
- Защита от вторжений
- Отслеживание местоположения
- Управление «ёмкостью» сети
- Бесшовный роуминг
- Гостевой доступ
- Центральное управления

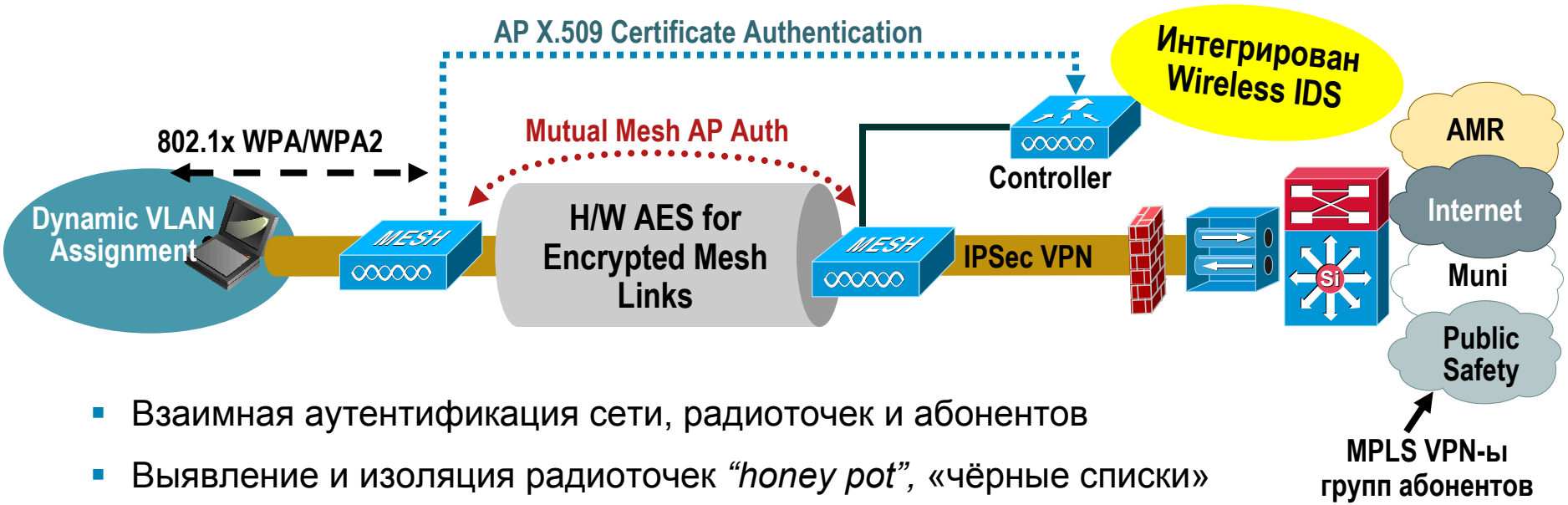
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Контроллеры беспроводных сетей Cisco



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

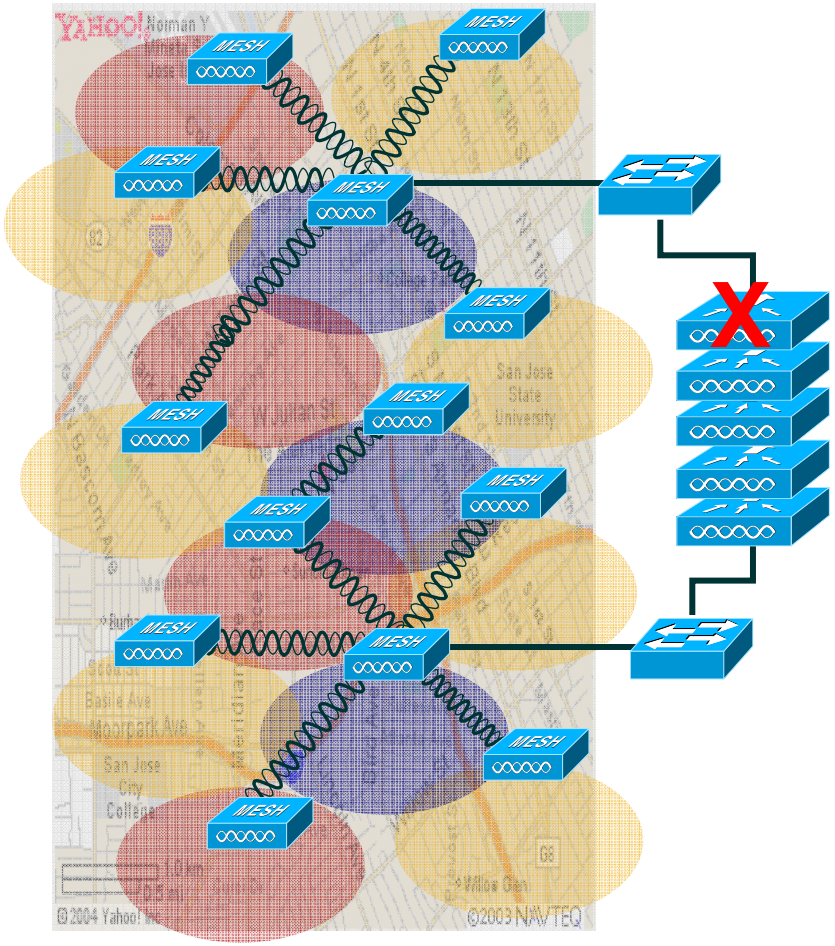
Системная безопасность в Mesh-сети



- Взаимная аутентификация сети, радиоточек и абонентов
- Выявление и изоляция радиоточек *“honey pot”,* «чёрные списки»
- Динамическое присвоение WLAN VLAN + 802.11i WPA/WPA2
  - На основе различных признаков идентификации
  - 16x MBSSID для гибкости и разнообразия абонентов и сервисов
- Аппаратное шифрование AES на *backhaul*-каналах
- Защищённый обмен управляющими фреймами в радиоканале
- Защищённый обмен с радиоточек с контроллерами
- Виртуальные частные сети для абонентов на основе IPSec и т.п.

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Кластеризация контроллеров



- Автоматическая балансировка нагрузки и резервирование между контроллерами Mesh-сети в территориально распределённом катастрофоустойчивом кластере
  - Радиоточки получают информацию о загрузке кластера в сообщениях LWAPP
  - При отказе основного контроллера радиоточки переходят на резервный
- В кластере до 24 контроллеров, 3600 радиоточек
- Динамическая оптимизация радиоканалов в Mesh-сети
  - Управление мощностями и распределением частот
- Системное выявление угроз и подавление атак
- Системный QoS

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Управление радиочастотным ресурсом (Radio Resource Management)

Динамический выбор канала

- Измерение загрузки
- Измерения сигнал/шум, в т.ч. по соседним каналам (CCA)
- Измерение интерференции, в т.ч. CCI и выявление скрытых узлов
- RSSI абонентов и соседних точек

Автонастройка мощности

- Алгоритм минимизации перекрытия сот
- Сбор RSSI о всех радиоточках со всех радиоточек
- Алгоритм TPC Algorithm отдельно по каждой радиоточке и каналу

Выявления «дыр» радиопокрытия

- На основе доклада абонента о качестве сигнала – CCX
- Индивидуальная установка мощности

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Реализация QoS

- Основана на IEEE 802.11e Enhanced Distributed Channel Access (спецификация WMM)

  Статистический приоритетный доступ к среде

  8 приоритетов 802.1p – в 4 категории доступа 802.11e

  Исходящая очередь на радиоточке

  Для каждой категории определены параметры:

  AIFS (Arbitrary Interframe Space) Wait period minimum

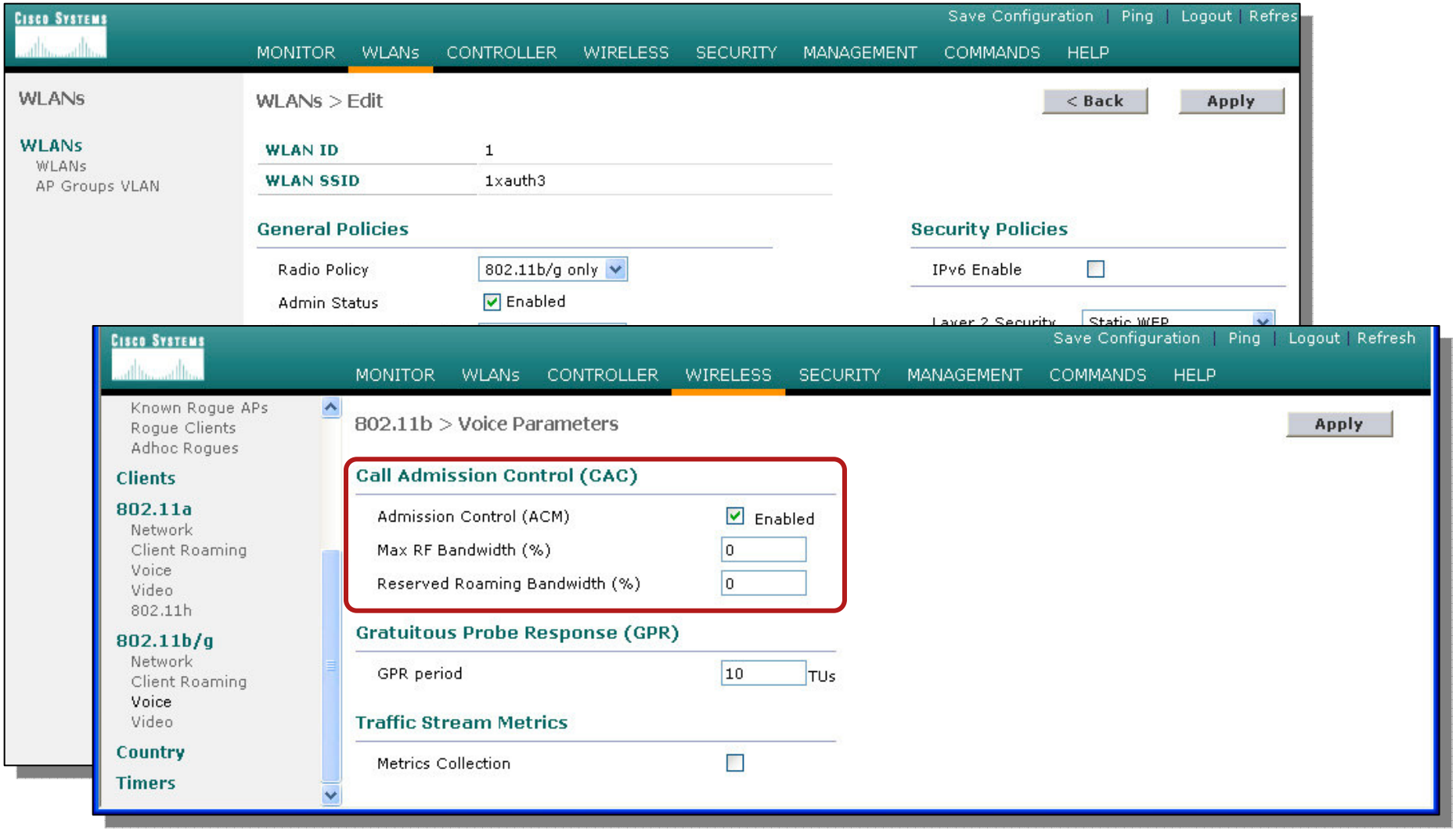
  CWmin Contention Window minimum

  CWmax Contention Window maximum

.1p Tag	Queue Name	Purpose
1 or 2	Bronze	Guest Access
0 or 3	Silver	Best Effort
4 or 5	Gold	Video
6	Platinum	Voice
7		

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

QoS Call Admission Control & U-APSD



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

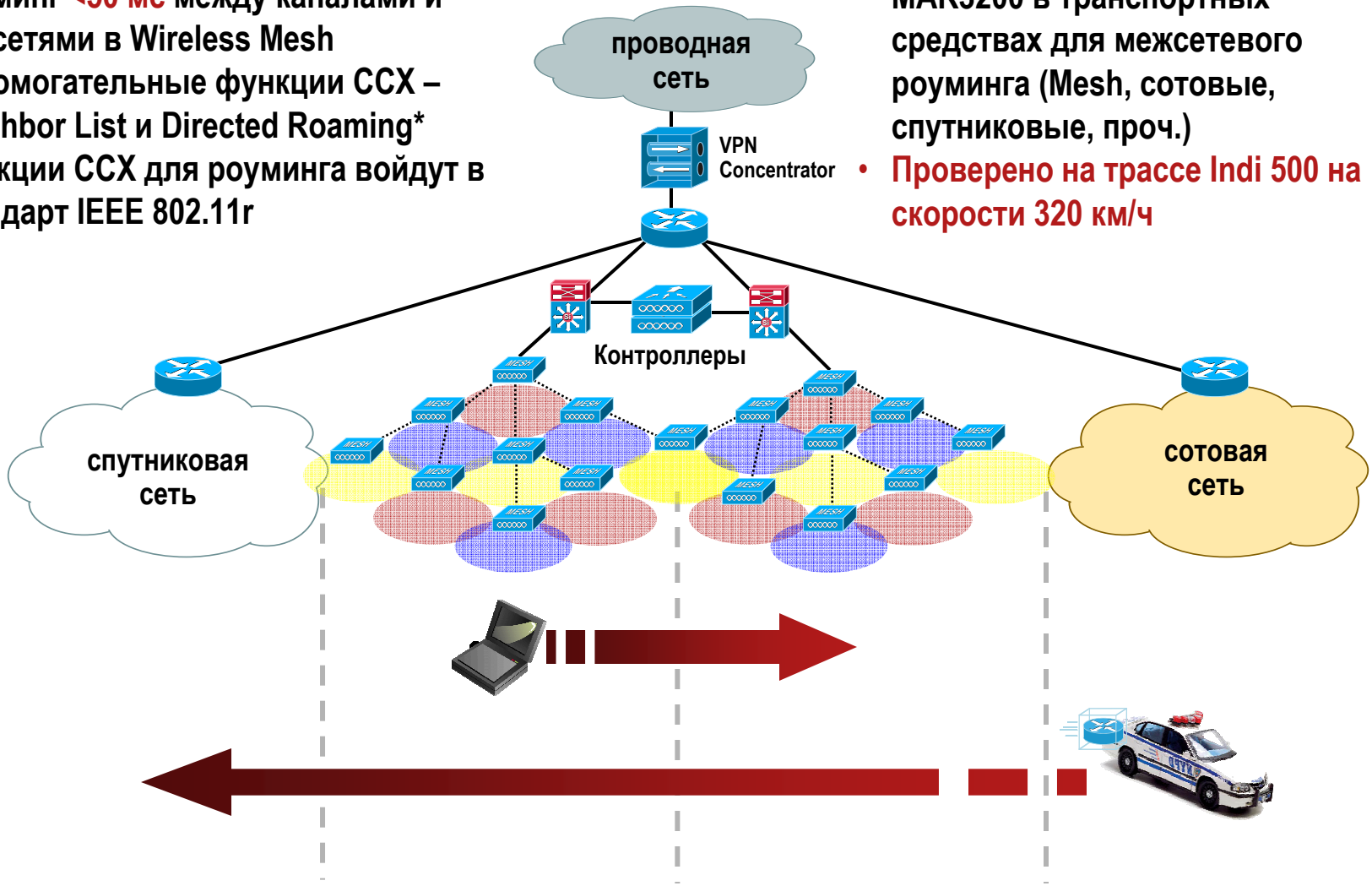
Требуемые характеристики мобильности

- Роуминг должен быть быстрым и прозрачным…
  Источники задержек:
  - Алгоритмы сканирования радиоканалов и выбора лучшей радиоточки абонентами сети
  - Ре-аутантификация и смена сессионных ключей
  - Обновление IP-адреса
- Роуминг должен быть безопасным
  - Open auth, static WEP — сеанс связи продолжается с новой радиоточкой
  - WPA/WPAv2 Personal — новый сессионный ключ порождается после стандартного handshake-а абонента и радиоточки
  - 802.1x, 802.11i, WPA/WPAv2 Enterprise — абонент аутентифицируется с участием RADIUS-сервера и и сервера учётных записей предприятия, генерируется новый сессионный ключ

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Быстрый безопасный бесшовный роуминг

- Роуминг <50 мс между каналами и подсетями в Wireless Mesh
- Вспомогательные функции CCX – Neighbor List и Directed Roaming*
- Функции CCX для роуминга войдут в стандарт IEEE 802.11r



- MAR3200 в транспортных средствах для межсетевого роуминга (Mesh, сотовые, спутниковые, проч.)
- Проверено на трассе Indi 500 на скорости 320 км/ч

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Управление Mesh-сетью

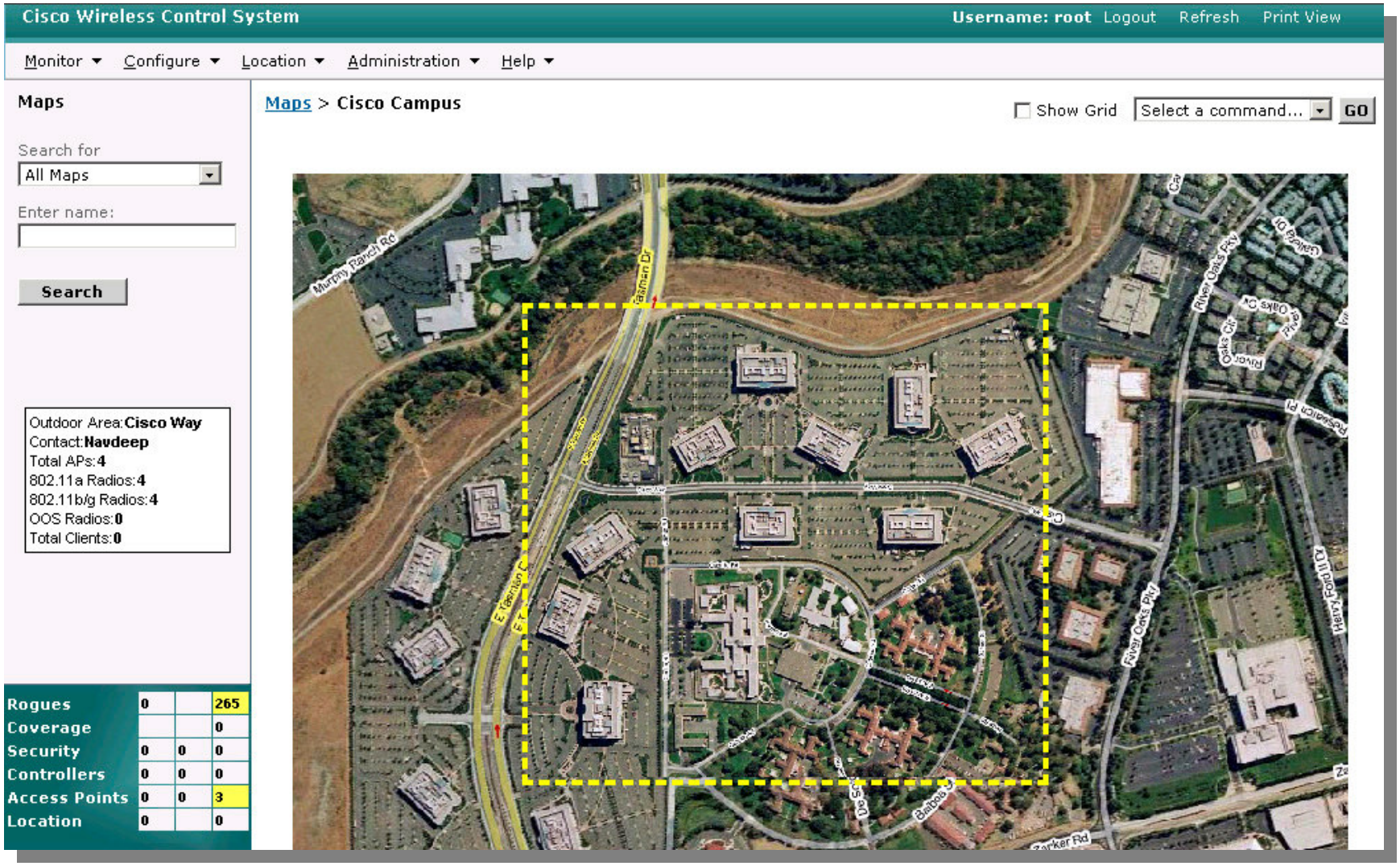
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Система управления радиосетями Cisco Wireless Control System (WCS)

- Унификация для Indoor/Outdoor
- Управление кластерами контроллеров
- Детальная информация о Mesh, Neighbor, Link
- Иерархические карты сети
- Гистограммы SNR, Noise Floors, т.п.
- Выявление и избежание интерференции
- Тестирование радиоканалов
- Оптимизация зоны покрытия
- Выявление и устранение «дыр» радиопокрытия
- Хранение статистики каналов за неделю
- SNMP, Syslog, Web
- SOAP/XML для интеграции с NMS
- Работа с антеннами третьих производителей
- Гибкая схема лицензирования

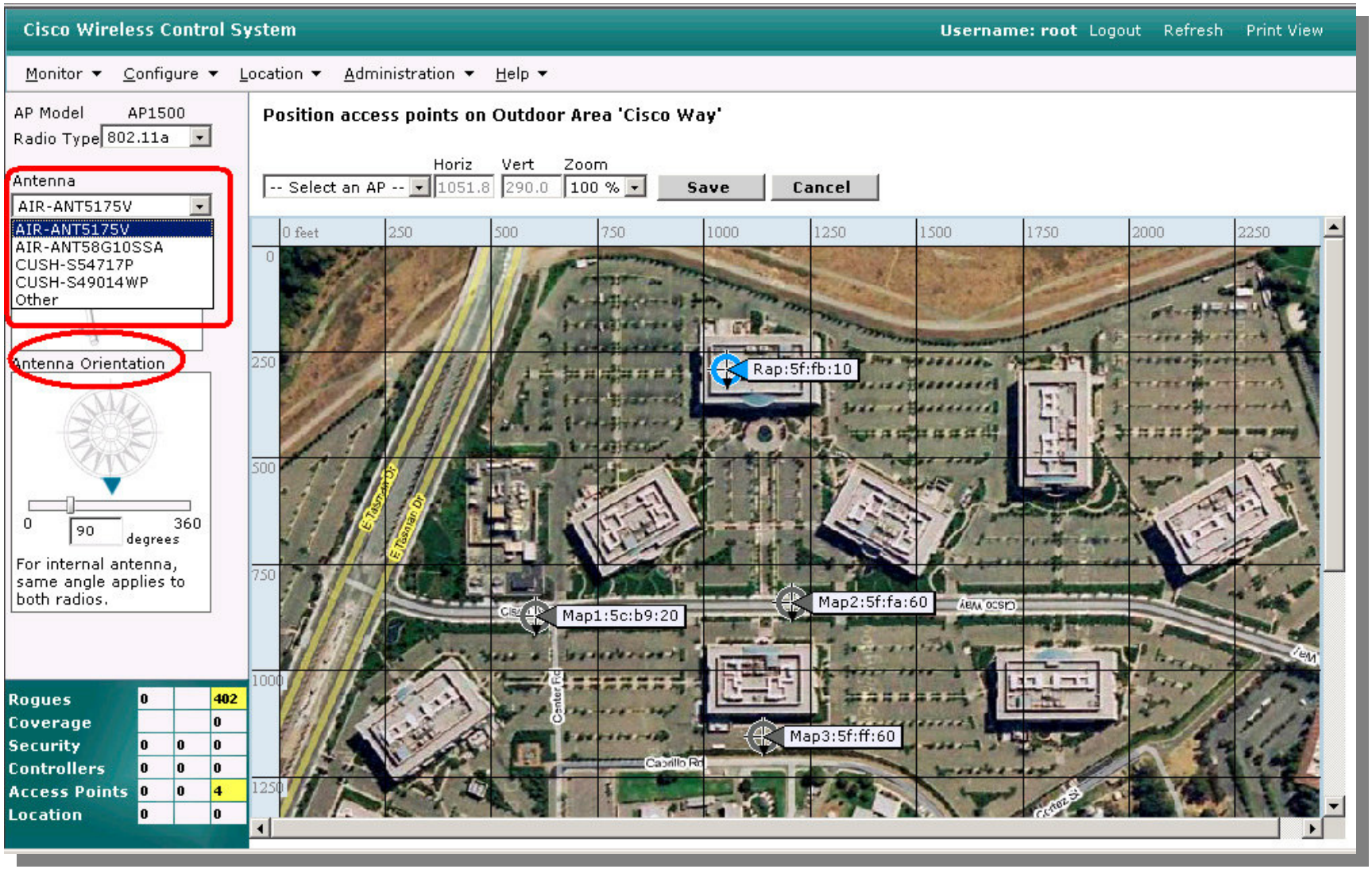
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Карты сетей с привязкой к местности



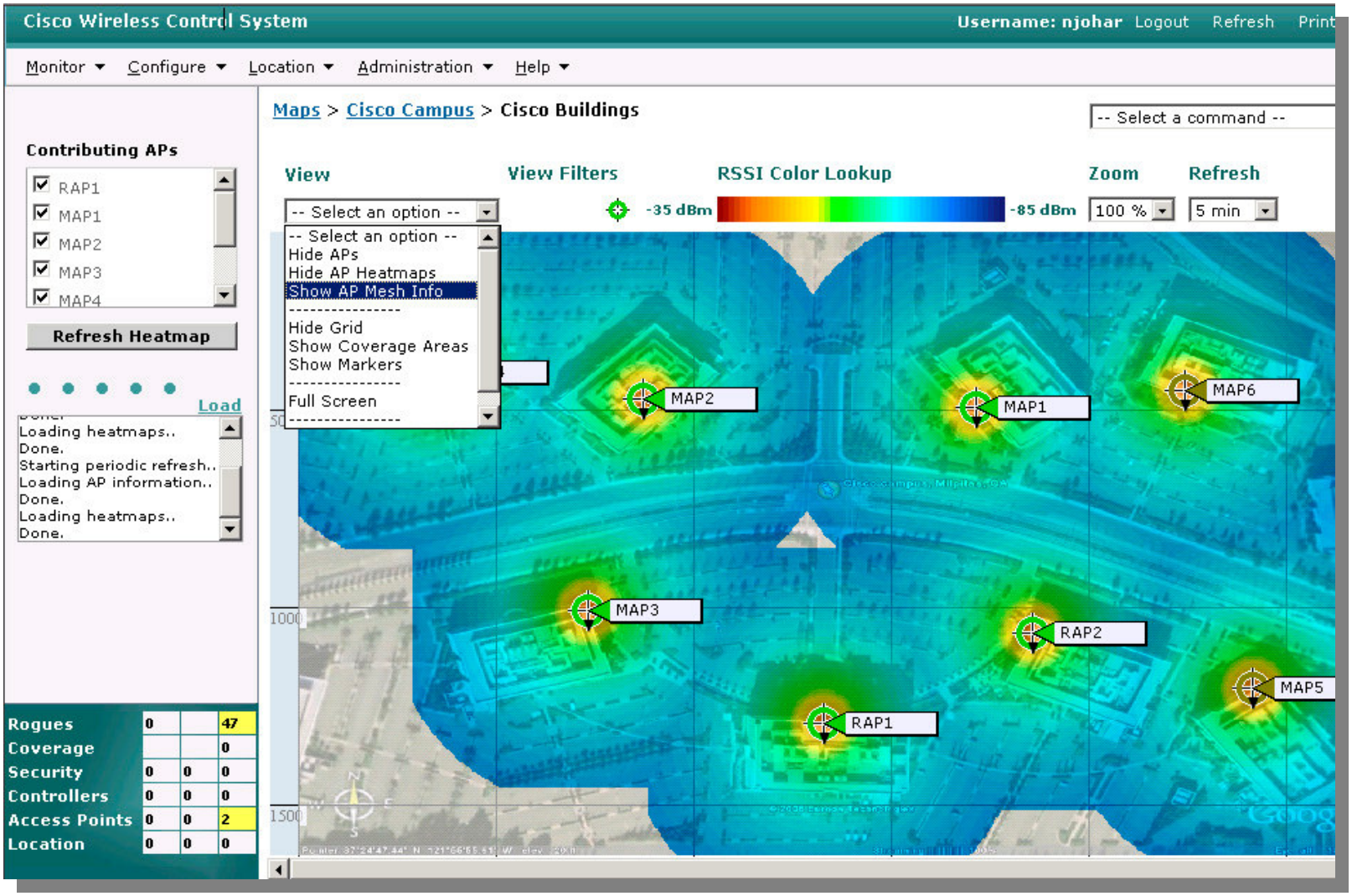
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Антенны



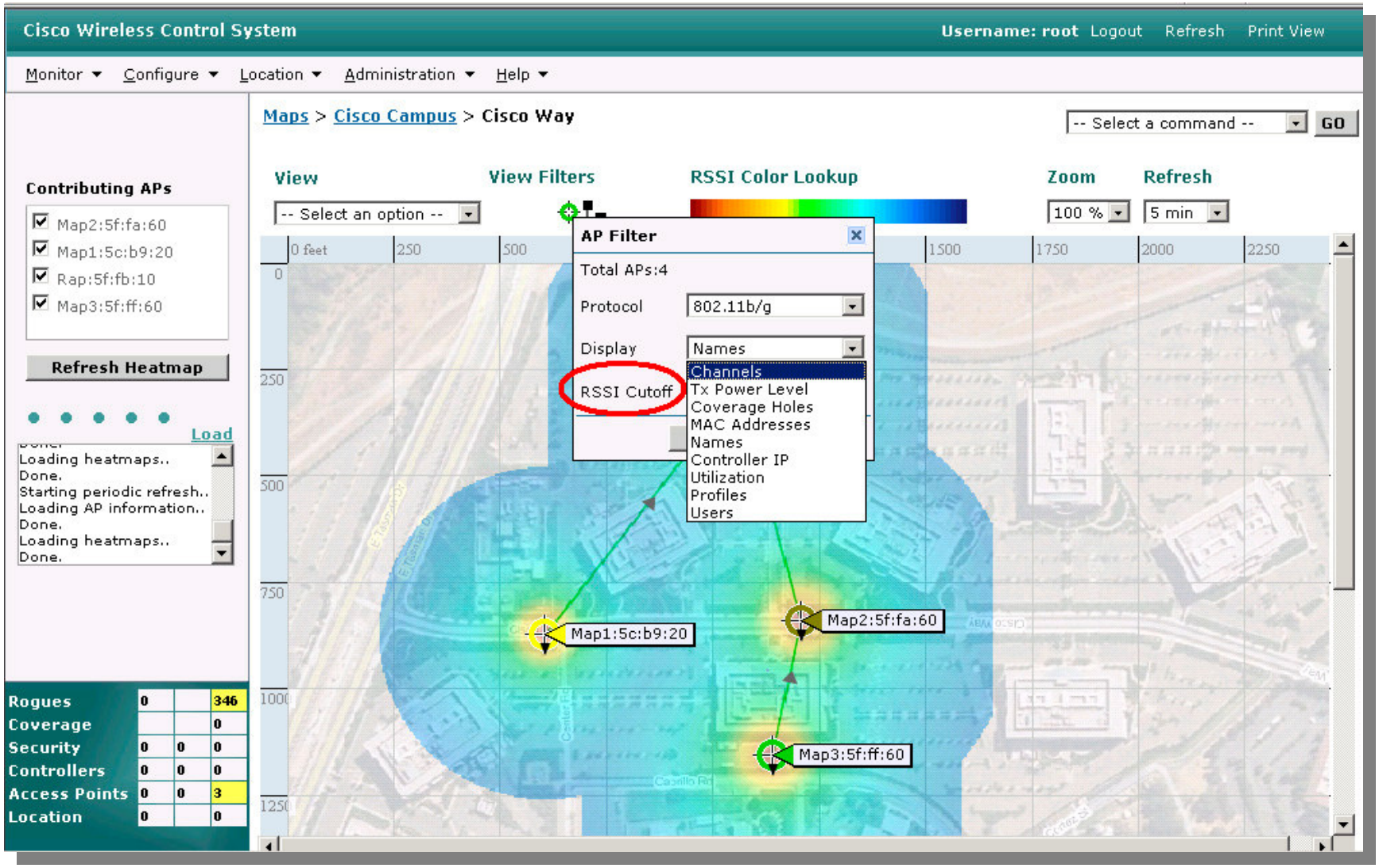
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Карты радиопокрытия



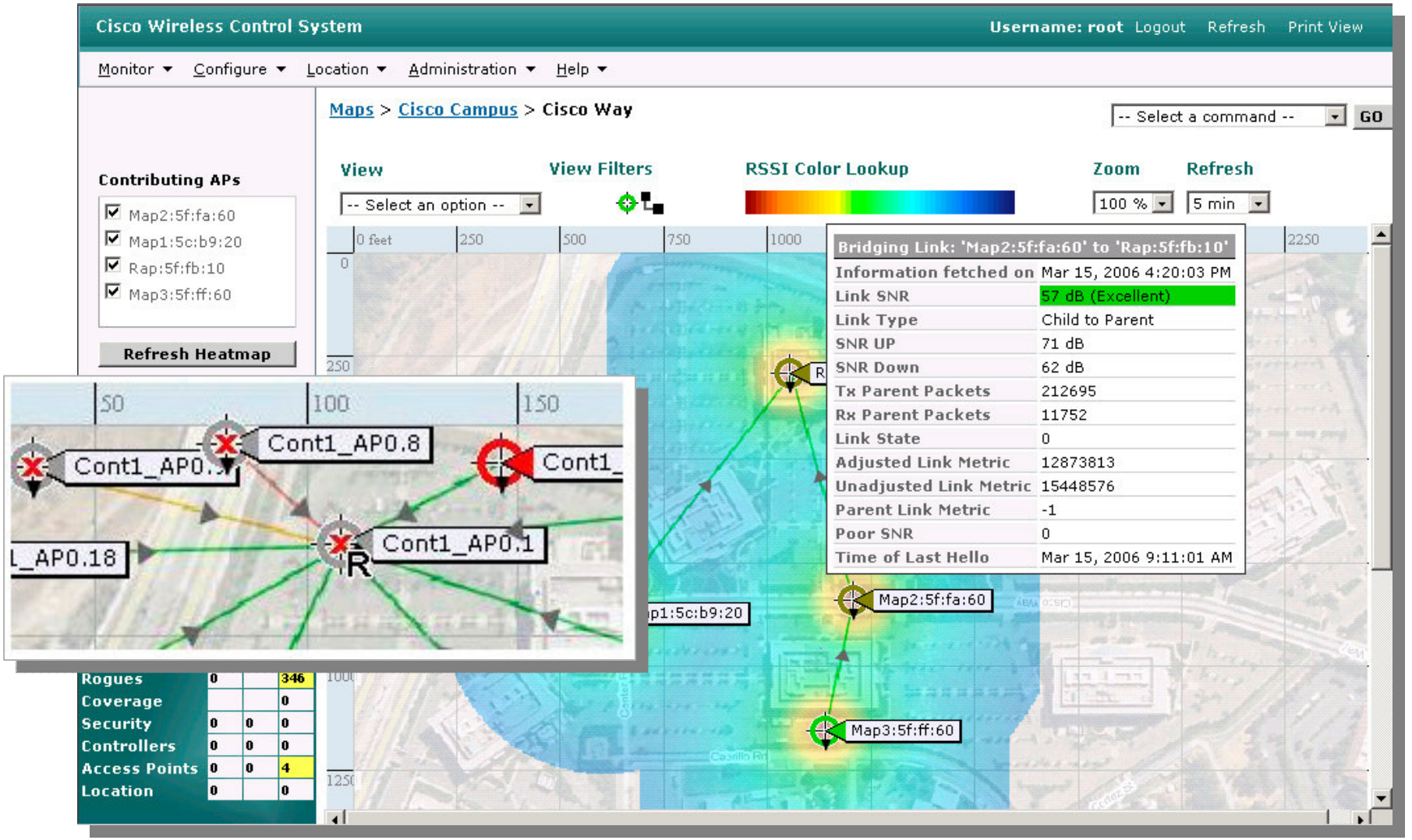
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Топология Mesh-сети



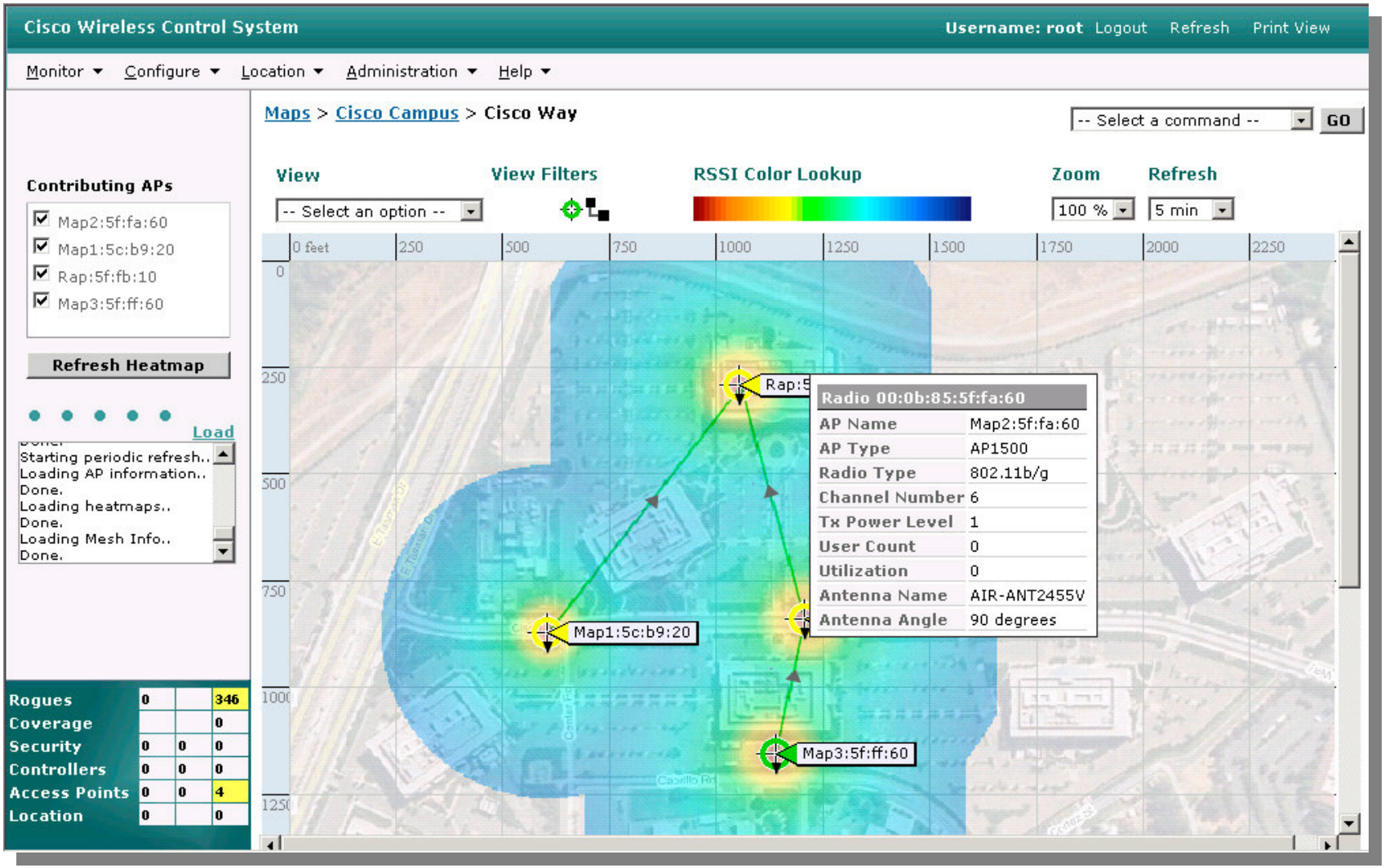
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Характеристики радиолинии



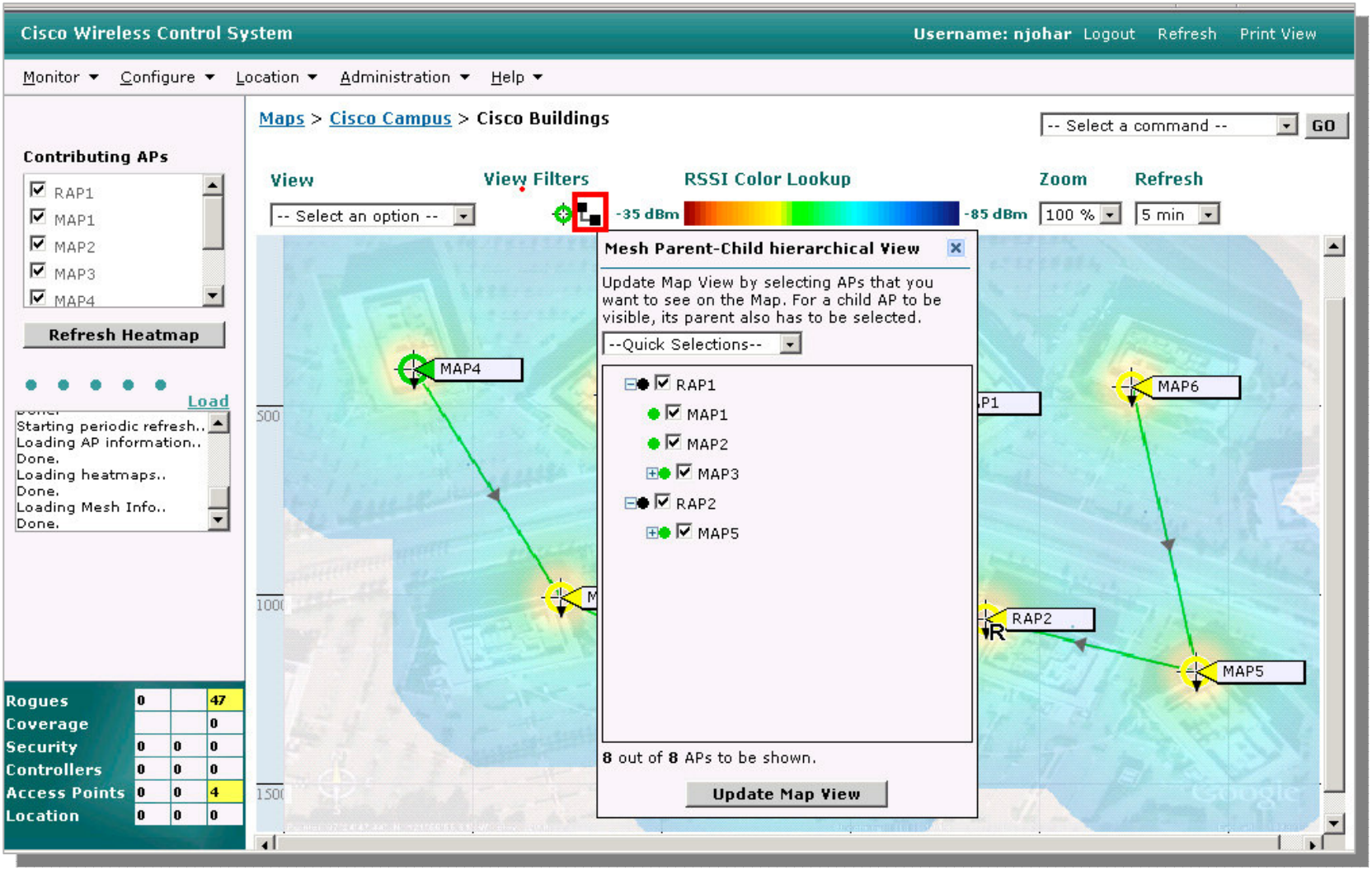
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Информация о Mesh-узле



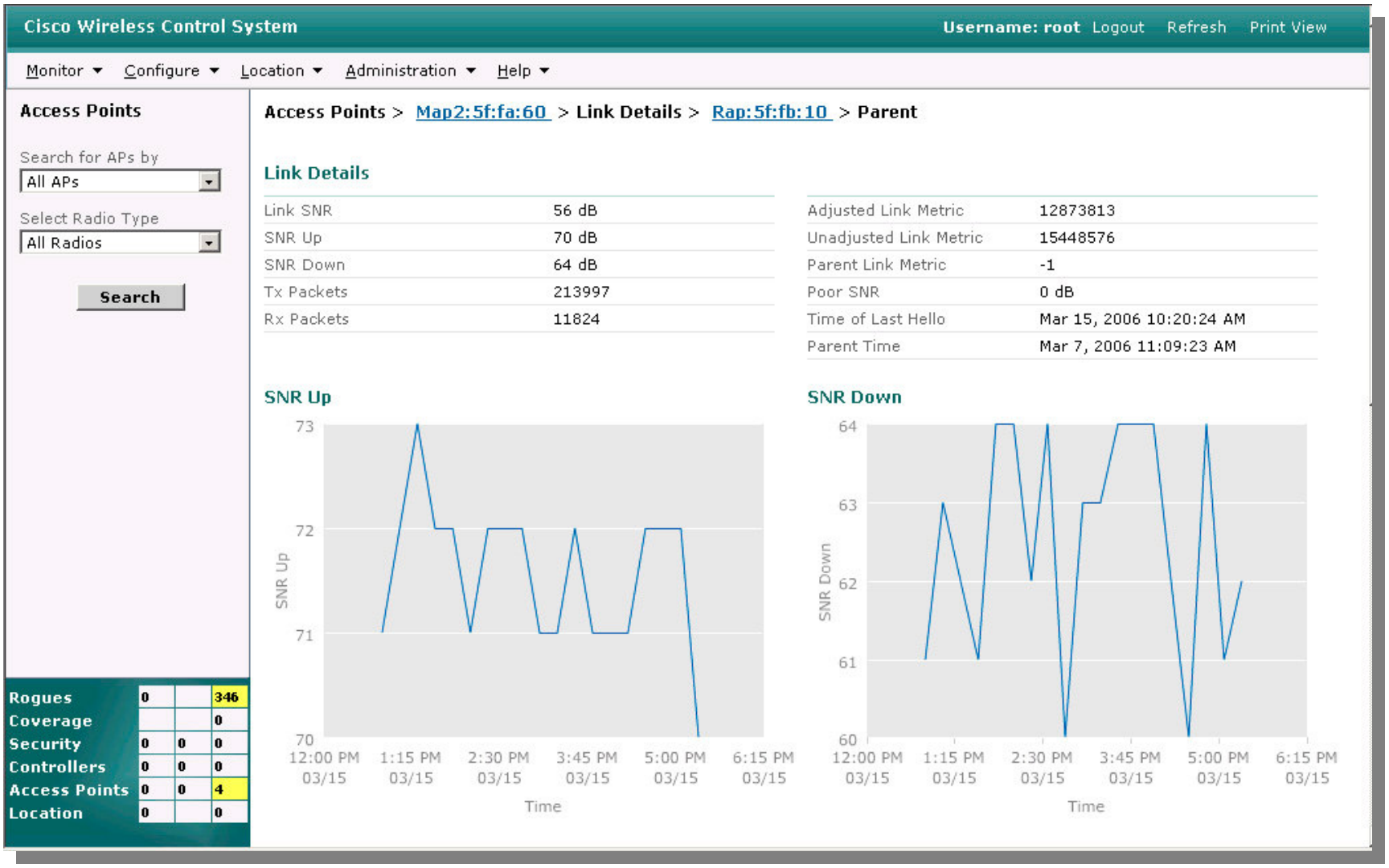
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Иерархические карты



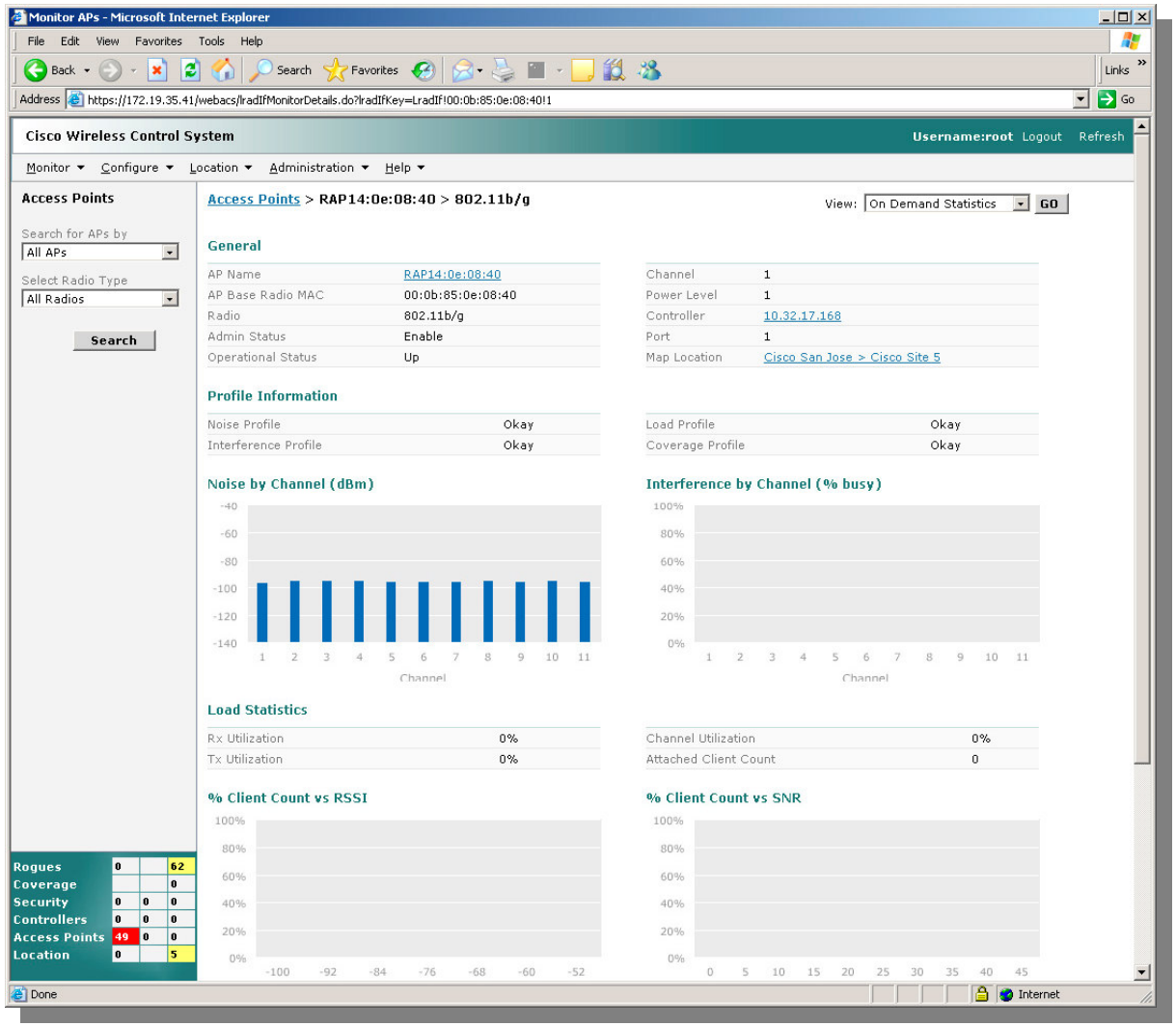
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Статистика сигнал/шум и метрика радиолинии



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Детальная информация о радиолиниях доступа



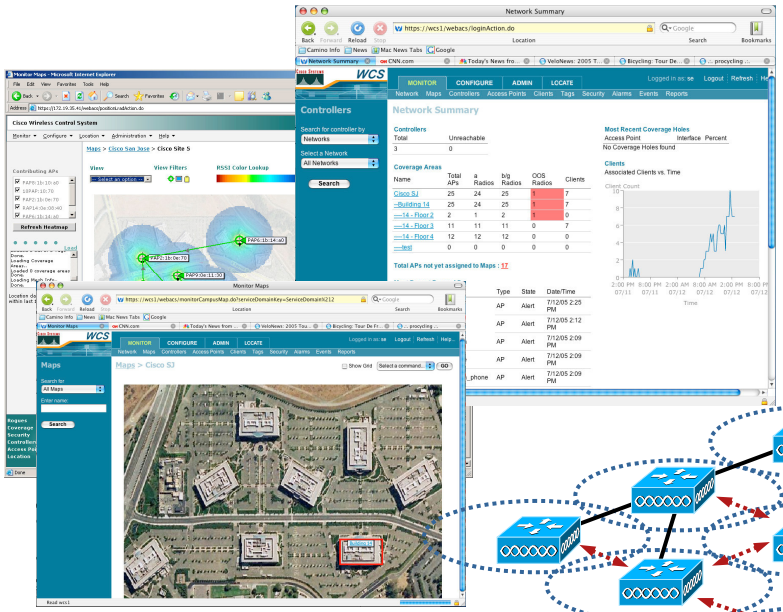
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

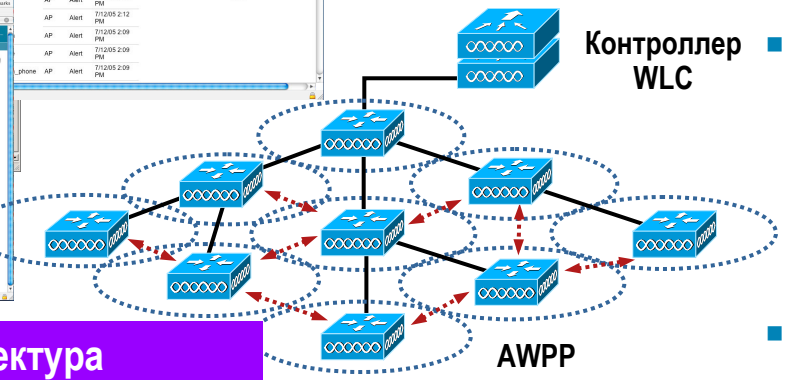
Пример: WCS Mesh Alarms and Events

Trap	Description
Poor SNR Link	Generated if link SNR falls below 12db
Parent Change	Generated when the child moved to another parent
Child Moved	When parent AP detected it's loss of a child and not able to communicate with that child, it will send Child lost trap to WCS
MAP Changes Parent Frequently	When MAP parent-change-counter exceeds the threshold within a given duration, it will send a trap to WCS
Console Port Event	Generated if user has successfully logged in to the AP console port, or if he has failed 3 consecutive tries
MAC Authorization Failure	Generated when AP tries to join the mesh but fails to authenticate because it's not in the MAC filter list
Queue Overflow	Generated when any 802.11e queue overflows due to channel capacity limitations
Child Excluded Parent	Generated when a child blacklisted a parent

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Cisco Wireless Mesh Networking
Выводы



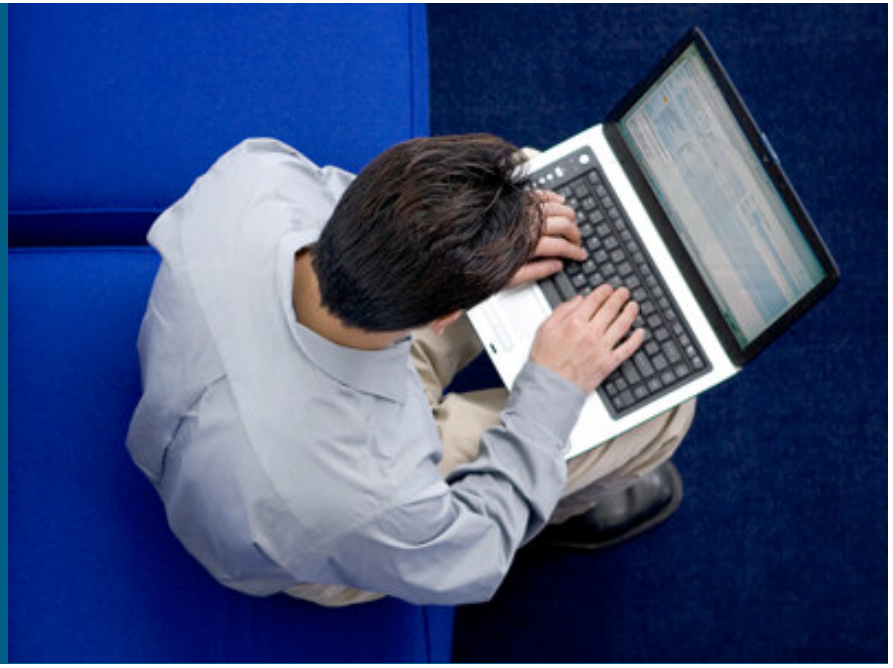


- Quad Play архитектура
- Масштабируемая система
- Гибкое управление сервисами
- Лучшие средства управления
- Безопасность на всех участках
- Динамичный транспорт
- Надёжная аппаратура

- Решение Cisco для Wireless Mesh изменило правила игры в индустрии
- Интеграция проводной и беспроводной сетей открыла возможность интеграции политик, услуг, управления
- Архитектура Cisco Wireless Mesh обладает непревзойдёнными характеристиками по безопасности, надёжности, масштабируемости, простоте запуска и сопровождения, управления

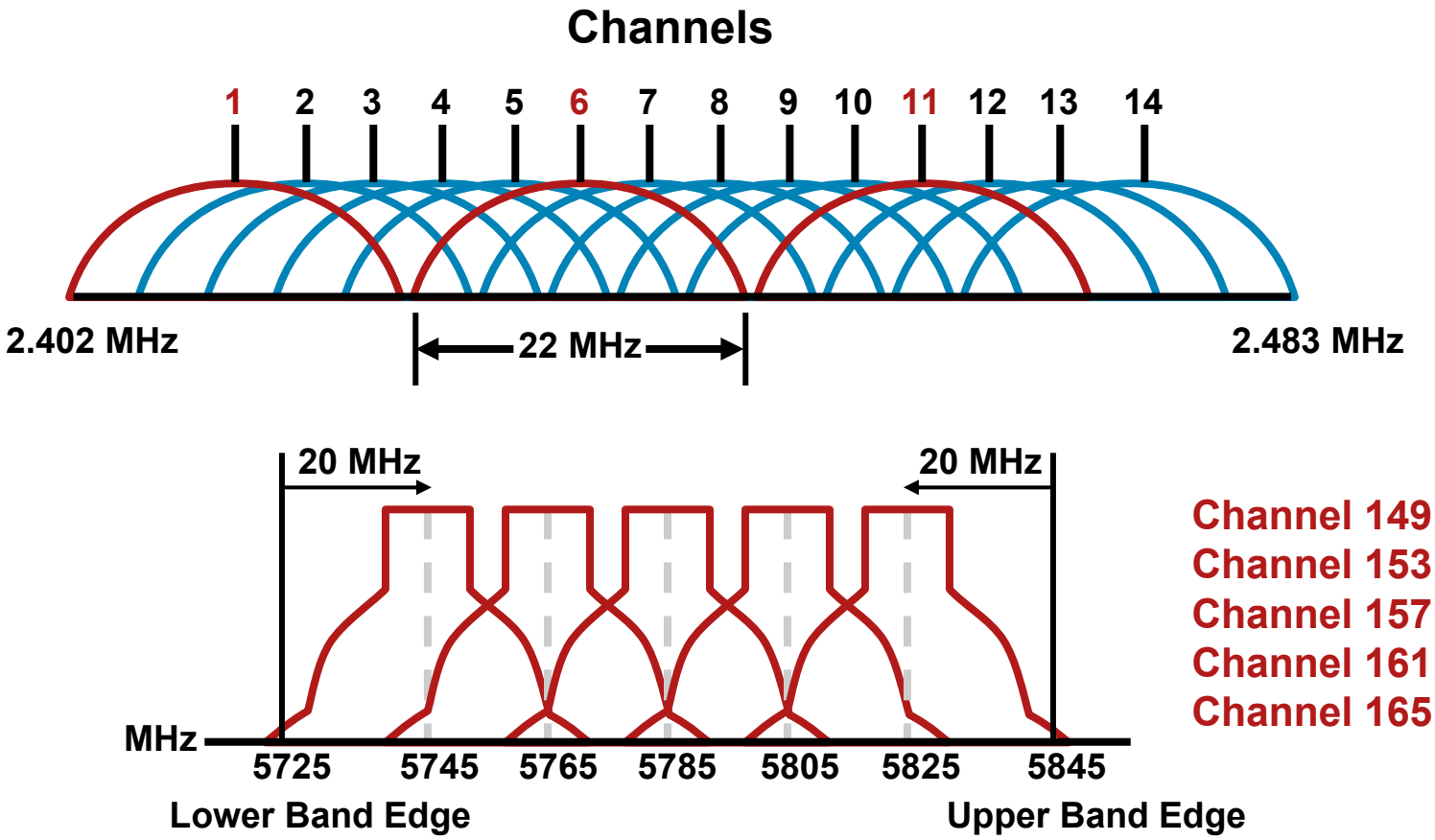
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Особенности инсталляции



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

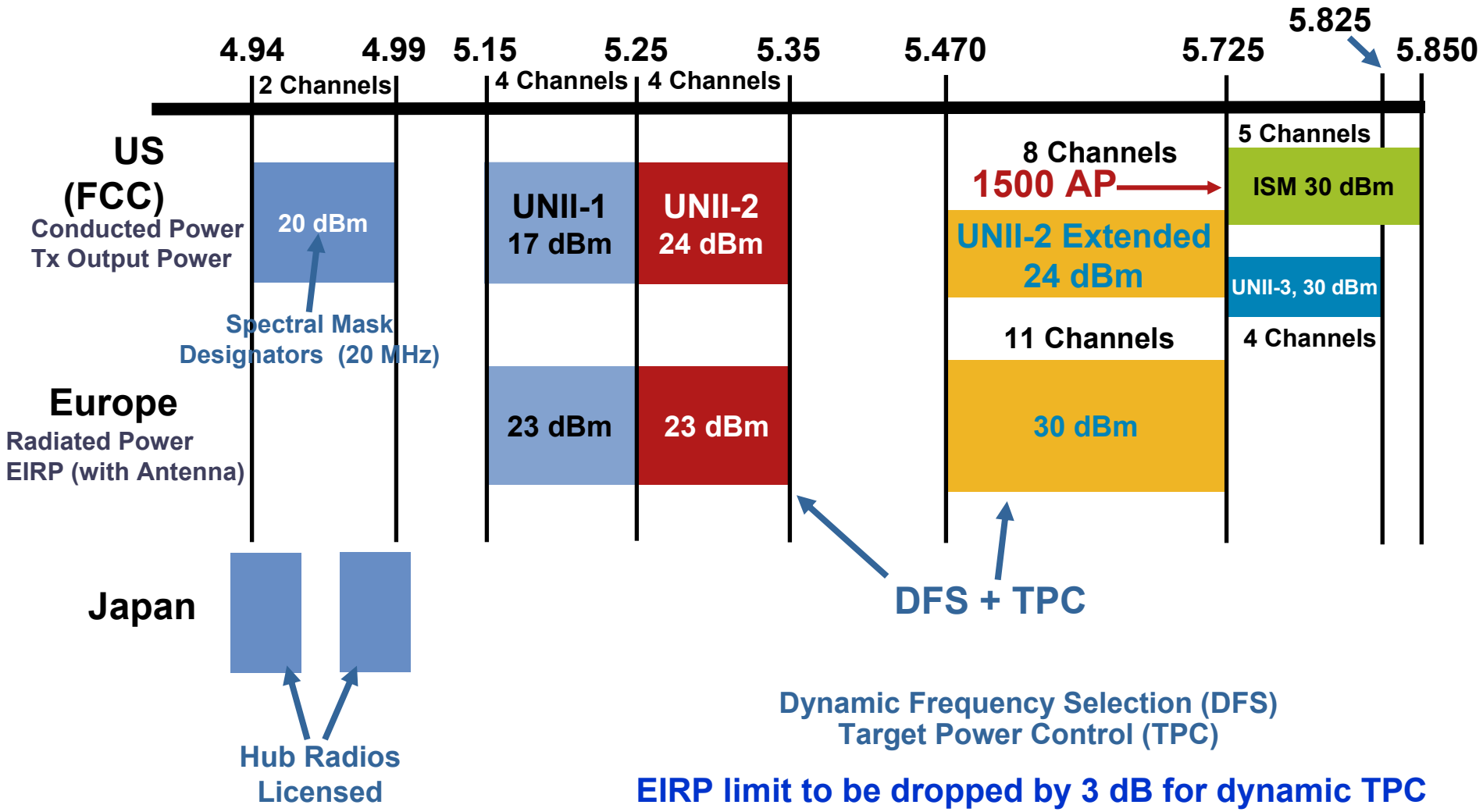
Использование смежных каналов



ISM Band: 5 Channels, 125 MHz Band, 20 MHz Spacing

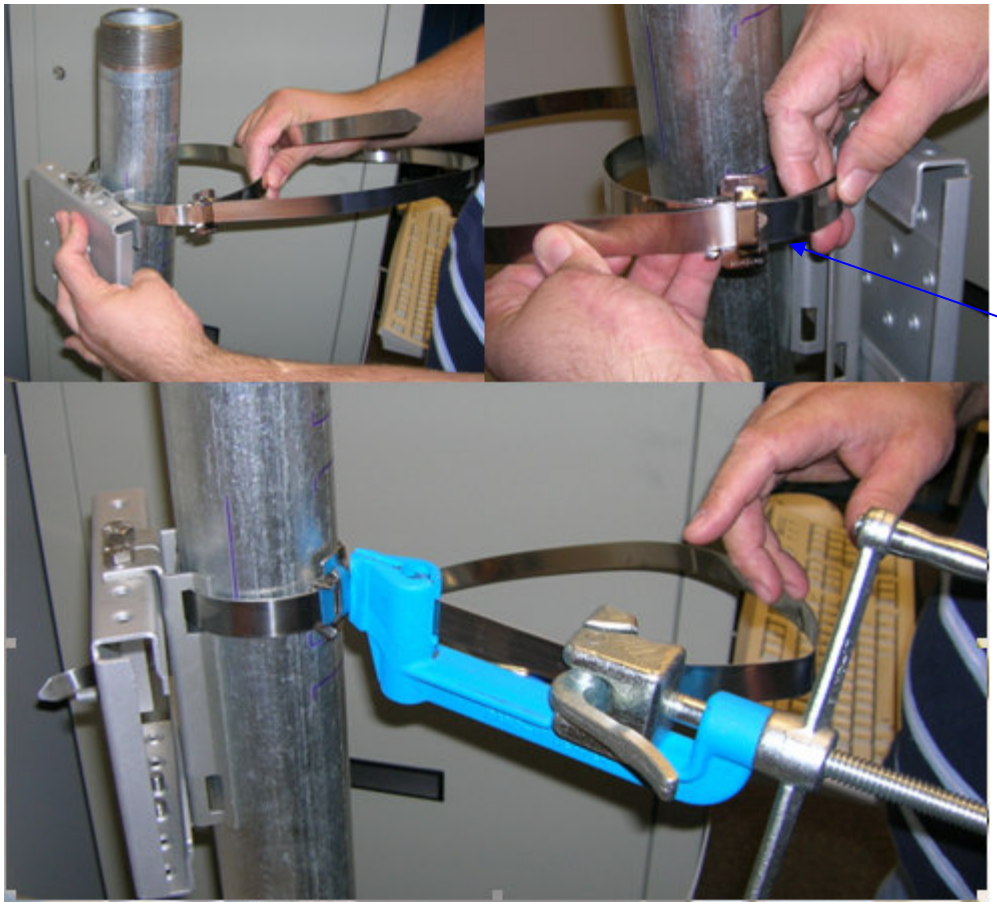
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

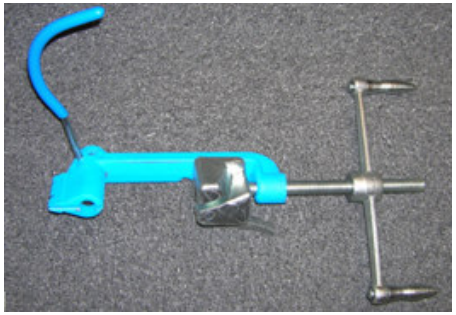
Current State of 5 GHz Bridging Spectrum



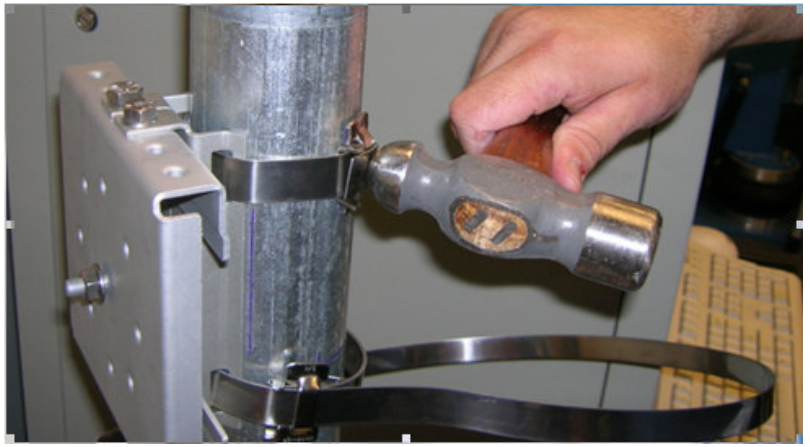
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Banding Procedure





AIR-BAND07503100



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Установка узловой радиоточки Root AP (RAP)

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

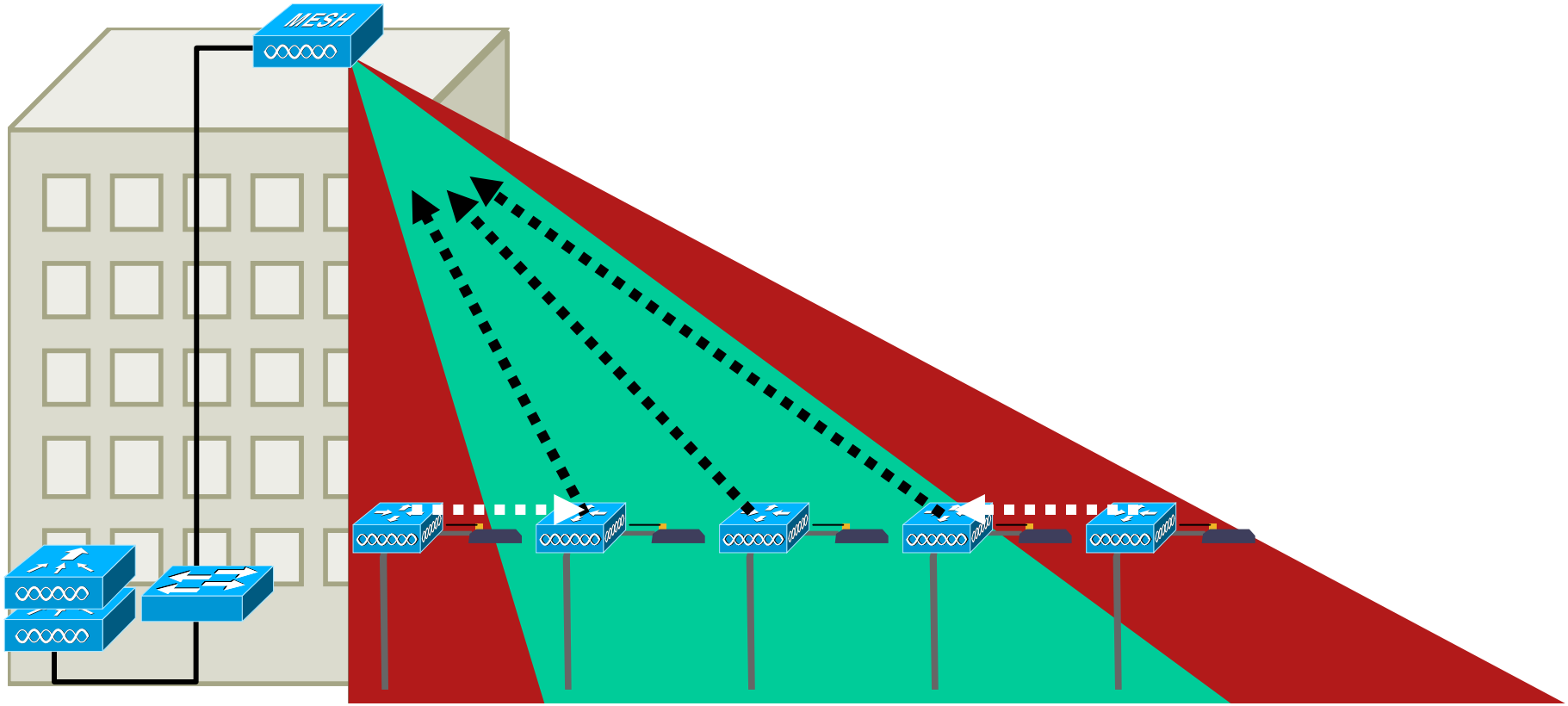
Установка полевой радиоточки Mesh AP (MAP)

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Antennas Installed on the Top of Pole

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Зона радиопокрытия RAP



Радиотень вблизи здания; сигнал/шум малО

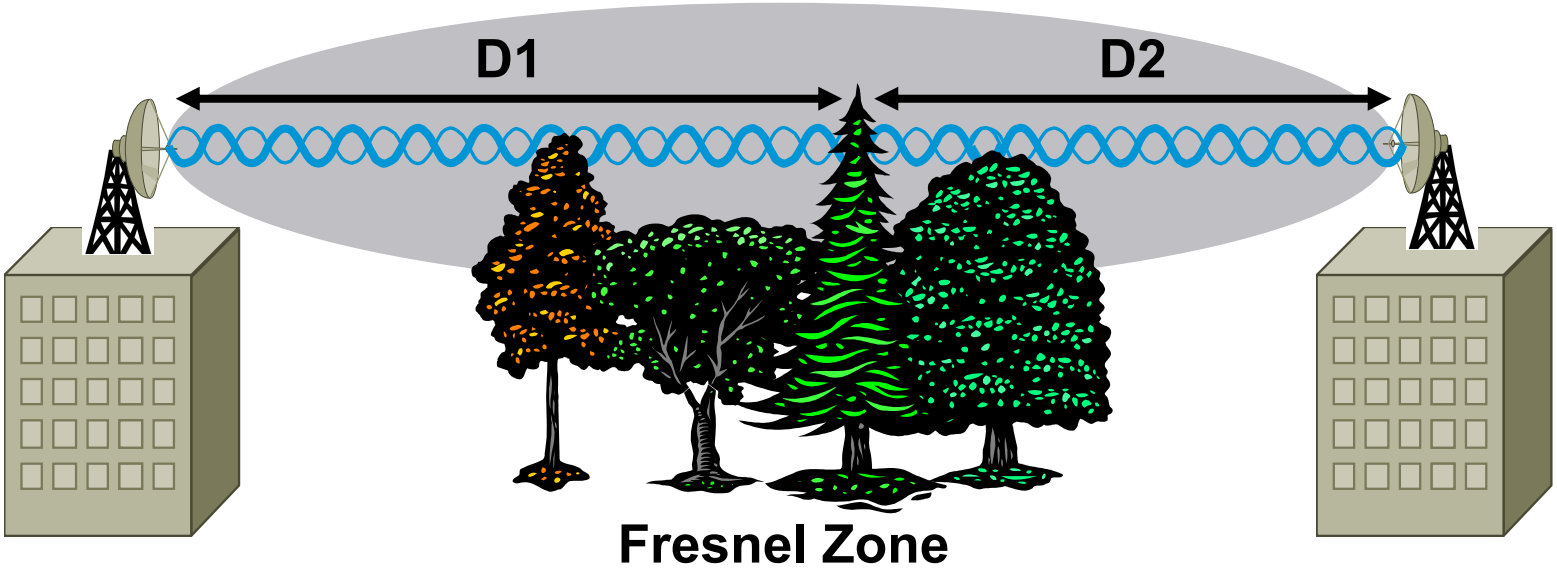
Зона покрытия 18Mbps; сигнал/шум >20 дБ

Вне зоны покрытия; сигнал/шум малО

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Installation—Fresnel Zone Clearance

- The Fresnel zone is an imaginary ellipsoid which surrounds the straight line path between the antennas
- The required beam clearance is called Fresnel zone
- The antennas must be high enough to allow the first Fresnel zone to clear the hills, earth bulge, buildings or trees



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Узлы и расстояния в MESH-сети

- Конфигурация Mesh-топологии

  До 8 узлов MAP в цепочке, оптимально 3...4

  До 32 узлов RAP на MAP, оптимально 20

  Радиоточек на контроллер – 6 на 2100, 50(96) на 4402, 100на 4404, 300(3 на WiSM

  В кластере до 24 контроллеров

- Расстояния

  Рекомендуется ≥10...15 дБ над порогом чувствительности

  5 ГГц RAP—MAP удаление 300...1500 м (макс. 40 км)

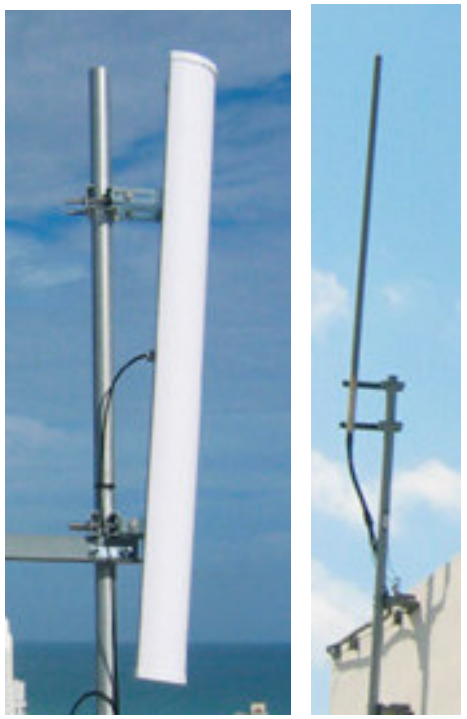
    RAP обычно на высоких зданиях, вышках

  5 ГГц MAP—MAP удаление 150...350 м (макс. 40 км)

    MAP обычно на невысоких зданиях, столбах

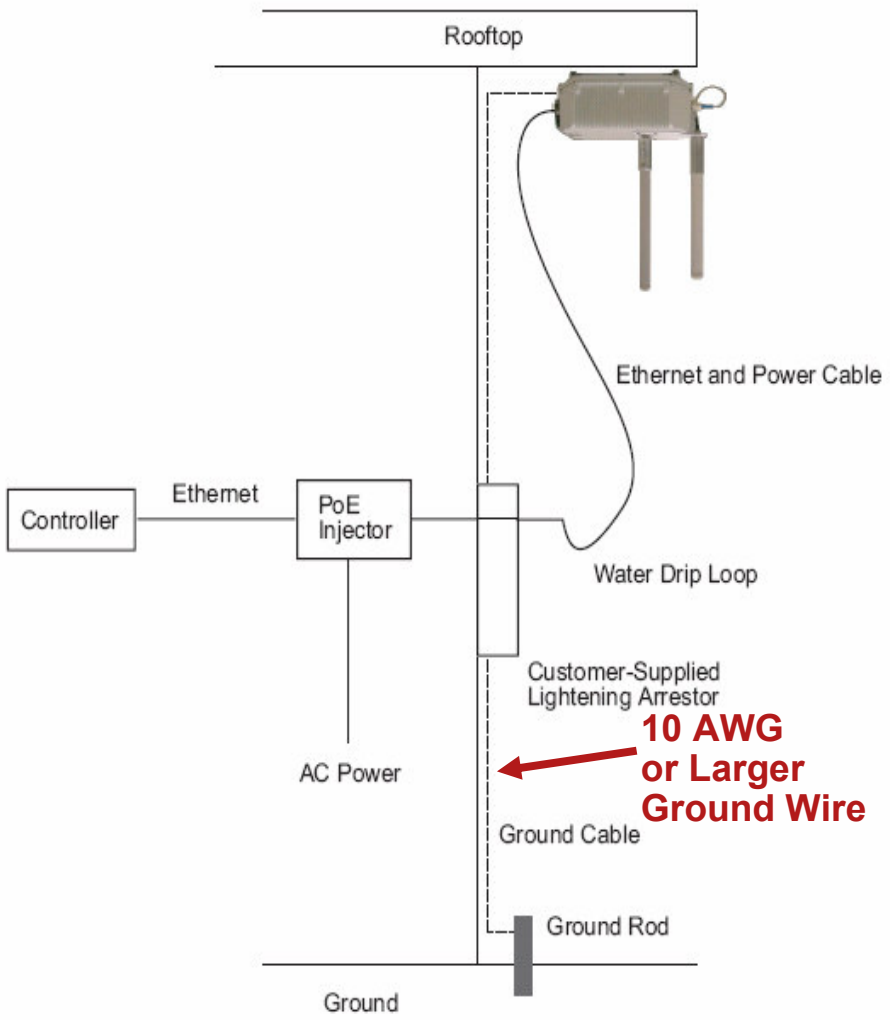
  2.4 ГГц абонент—MAP удаление 100...200 м

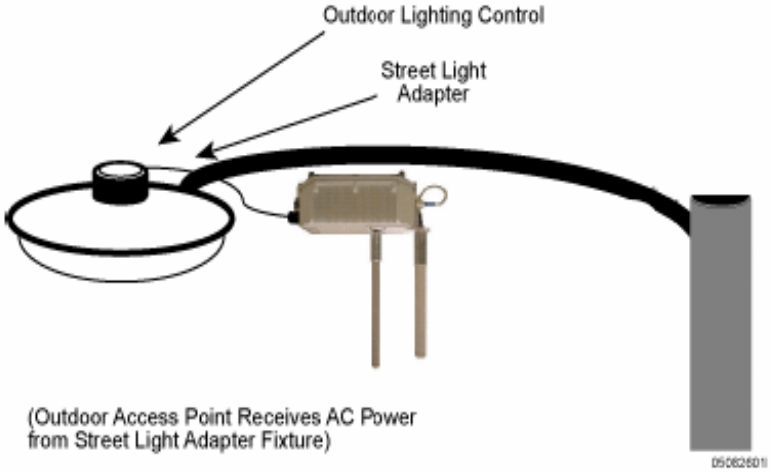
    Типовой абонент – ПК, КПК, антенна на стене или транспортном средстве



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Grounding and Lightening Arrestor

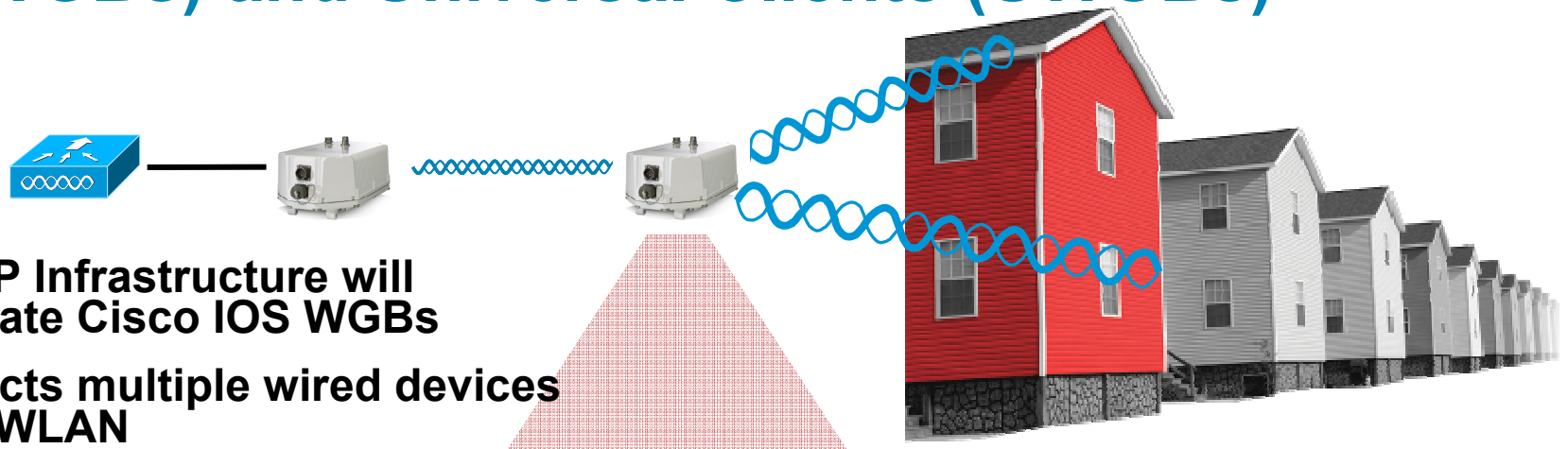




Street Light Power Tap supports 105 to 260 V

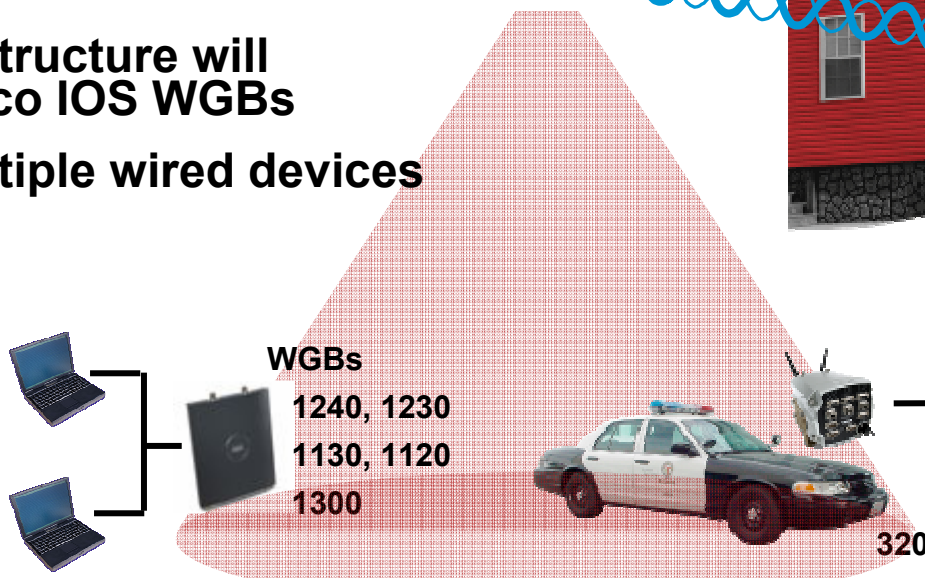
© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Infrastructure Support of Workgroup Bridges (WGBs) and Universal Clients (UWGBs)



LWAPP Infrastructure will associate Cisco IOS WGBs

Connects multiple wired devices to the WLAN



WGBs

1240, 1230

1130, 1120

1300

Only One Client Support
Only One VLAN

UWGB mode on any IOS AP

This is NOT Mesh AP acting as a WGB

WGBs only in Client (BSS) mode is supported

Cisco IOS WGBs must be upgraded to 12.4(3)JA or later (Iodine)

3200 WMICs as UWGB (Only 2.4 GHz):

WGBs

3201 - 2.4 GHz

3205 - 5.0 GHz

3202 - 4.9 GHz *

*** 4.9 GHz Support available with the next release**

Channel #190 → 20
Channel #196 → 26

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

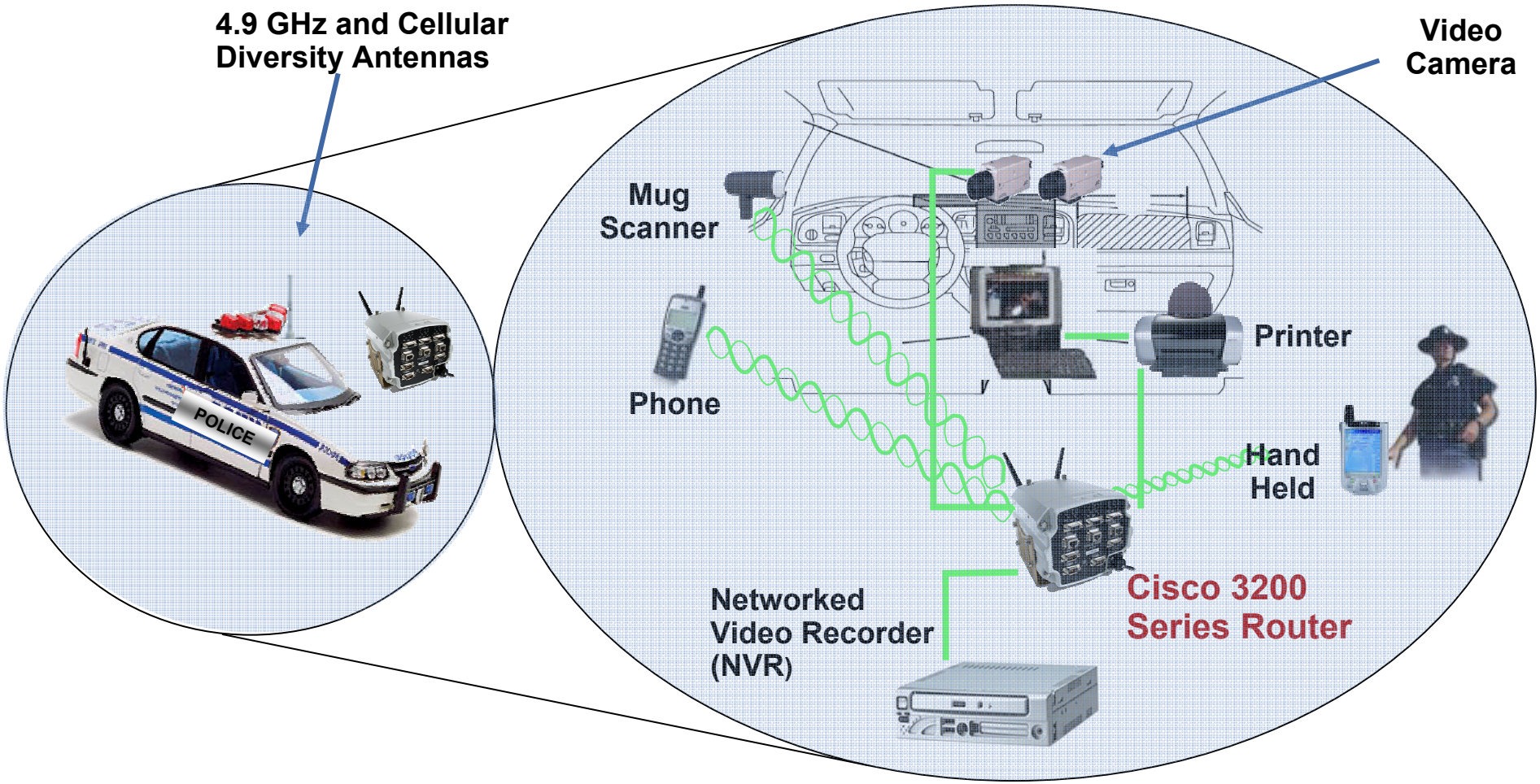
Cisco MESH clients

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Public Safety

In-Vehicle Intelligent Wireless Video

Vehicle with Cisco 3200 Series Router



© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Business—Cisco CPE Wireless Clients

Primary Applications

- Integrated Services Router Enables Business to connect to the Wi-Fi Mesh network for Internet access
- Utilizes the same physical interfaces as internal WiFi adapters

Functional Summary

- WAN: WiFi interface to the service provider network
- LAN: Ethernet interface to the Internal network

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Дополнительная информация

- Product Information

  http://www.cisco.com/en/US/partner/products/ps6548/index.html

- Cisco Mesh Networking Solution Configuration Guide

  http://www.cisco.com/en/US/products/ps6548/products_technical_reference_book09186a008062b50e.html

- AP1500 availability in different parts of the World

  http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/products/ps5861/c1650/cdccont_0900aecd80537b6a.pdf

- Path Loss Calculator for Dual Radio MESH Access Point:

  http://www.cisco.com/application/vnd.ms-excel/en/us/guest/products/ps6548/c1225/cdccont_0900aecd803efc67.xls

- Path Loss Calculator for Single Radio MESH Access Point:

  http://www.cisco.com/application/vnd.ms-excel/en/us/guest/products/ps6548/c1225/cdccont_0900aecd80573980.xls

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved. Cisco Confidential

Вопросы и ответы

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.

© 2008 Cisco Systems, Inc. All rights reserved.