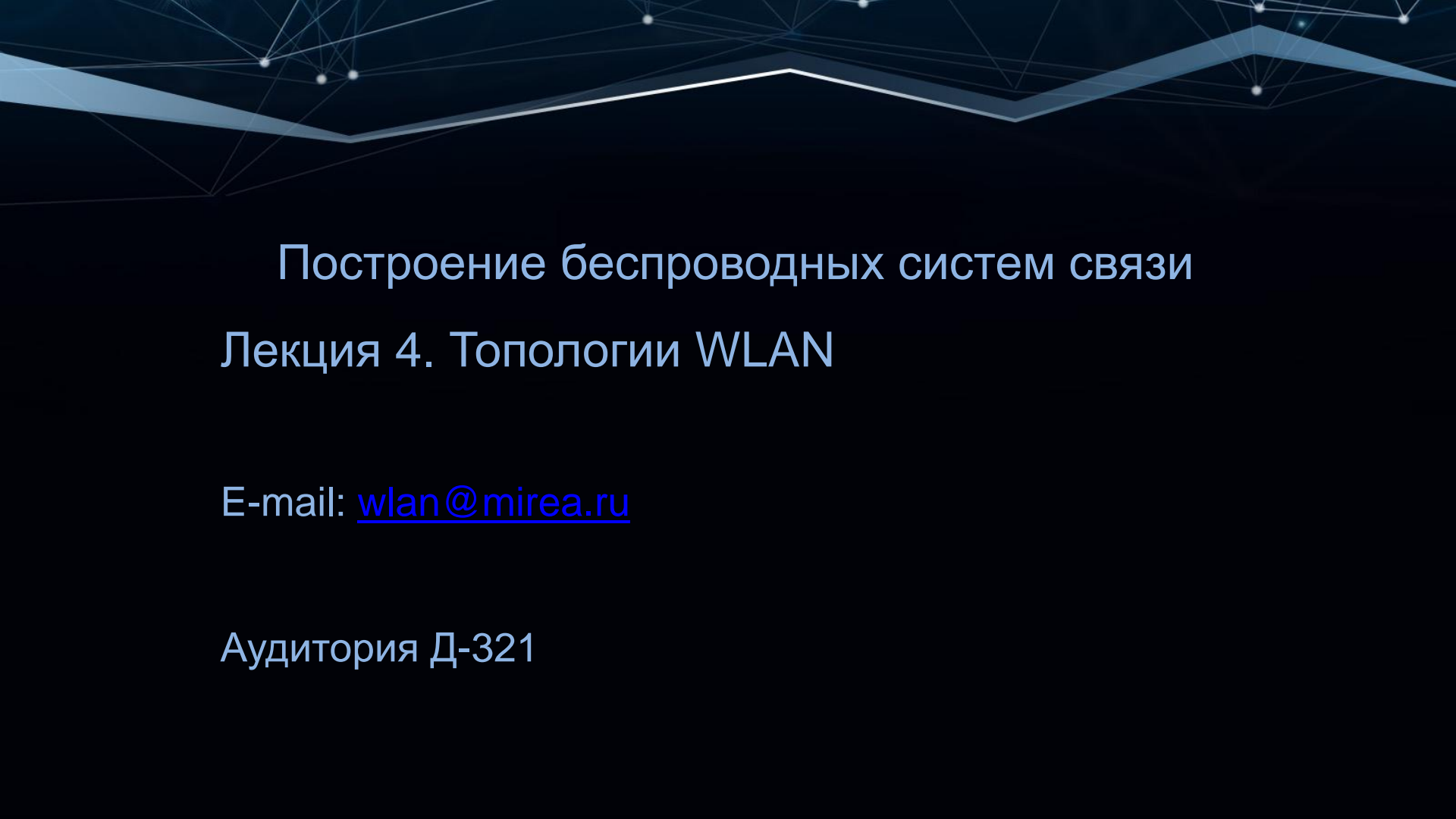




МИРЭА – Российский технологический университет
Институт радиотехнических и телекоммуникационных систем
Кафедра телекоммуникаций



Построение беспроводных систем связи

Лекция 4. Топологии WLAN

E-mail: wlan@mirea.ru

Аудитория Д-321

Топологии WLAN



Кампусные WLAN

Building-to-Building WLAN

VLAN и QoS



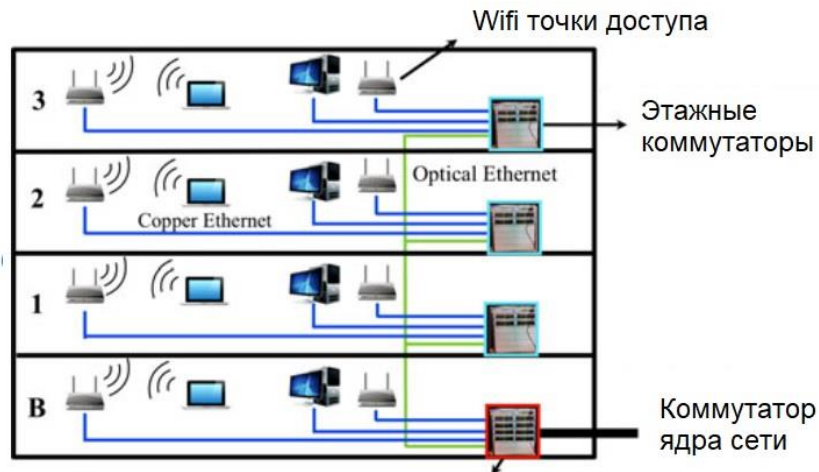
Топологии WLAN

Кампусные WLAN

Типы WLAN

Wireless in-building WLANs (сети внутри зданий)

Кампусные (Enterprise) беспроводные локальные сети. Фактически являются продолжением проводного сегмента ЛВС кампуса. WLAN внутри здания может также использоваться как обособленный сегмент для гостевого доступа

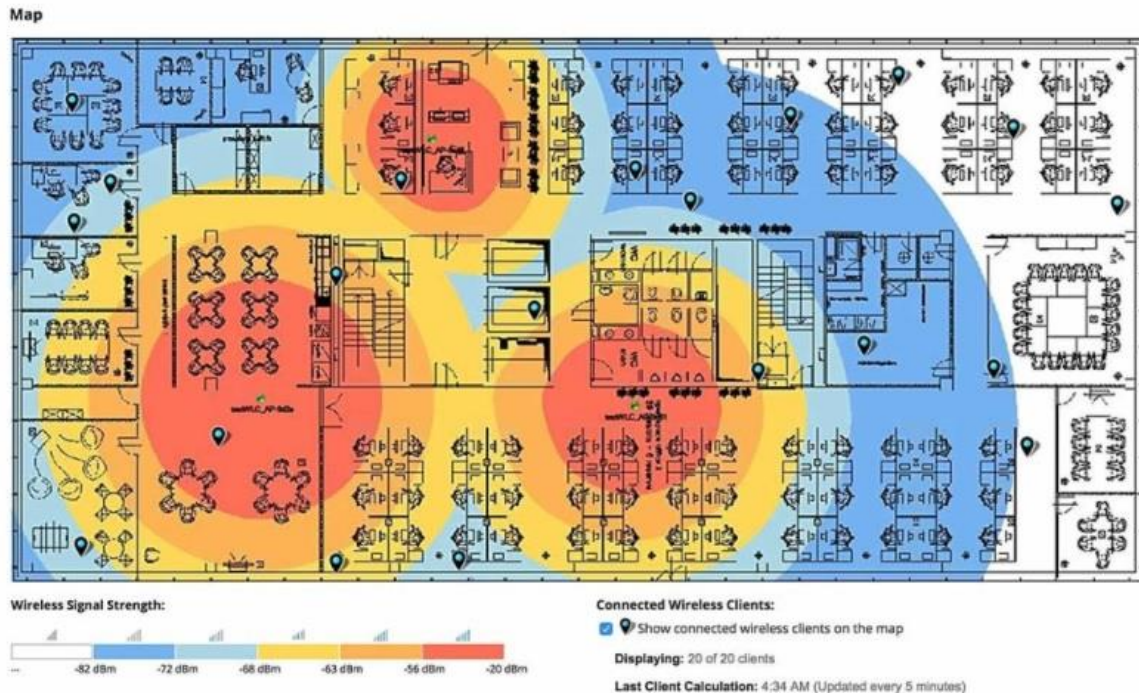


Кампусные WLAN обычно имеют области покрытия радиусом до 500 м

Кампусные WLAN

Основной принцип проектирования кампусных беспроводных сетей - обеспечение максимально равномерной области радио-покрытия при заданных параметрах скорости и минимальной интерференции

Точки доступа, используемые в кампусных сетях имеют, как правило всенаправленные антенны



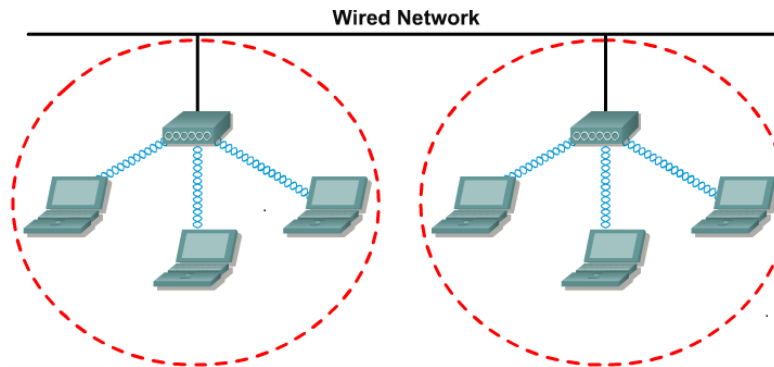
Кампусные WLAN

Кампусная WLAN – расширение LAN. Пользователи получают возможность :

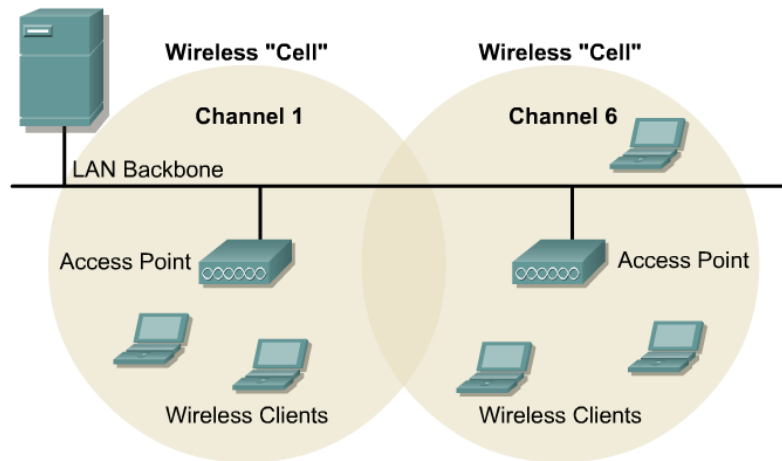
Свободное перемещение по помещениям

Real-time access к ресурсам LAN с скоростями проводной LAN

BSS – область радио-покрытия одной AP (cell, сота)
AP-master для cell а соединена с проводной LAN (Ethernet Backbone)
Совокупность BSS образует ESS (Extended Service Set)



Extended Service Set



При построении ESS :

Cells (Соты, образуемые AP, BSS)

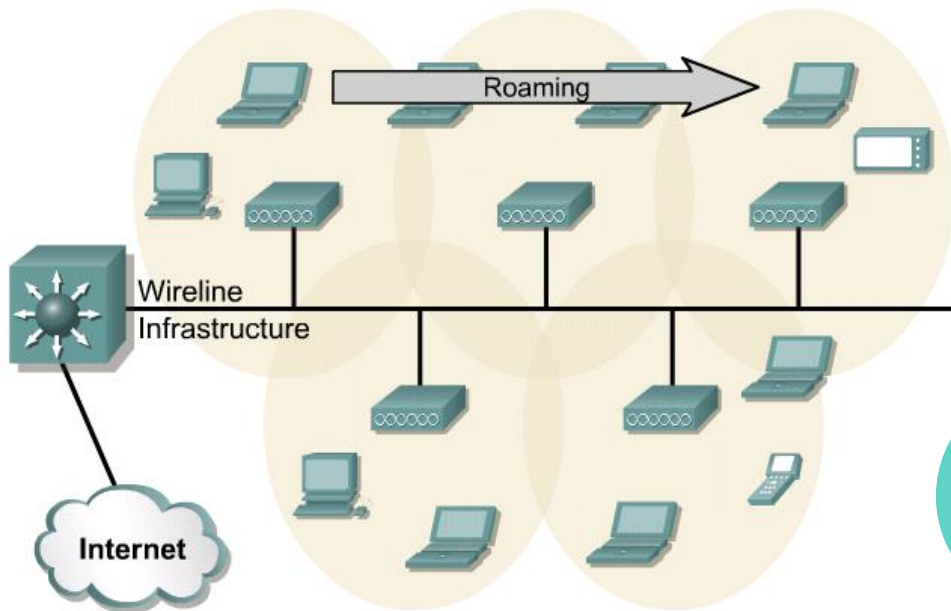
должны перекрываться на 10-15% для того, чтобы происходил роуминг без потери связи

Bordering cells (соседние соты)

должны использовать разные каналы, не перекрывающиеся по частоте

Роуминг

Роуминг (Roaming) – процесс, обусловленный возможностью клиентских станций STA перемещаться из одной соты (cell, BSS) в другую, не теряя при этом соединения с сетью

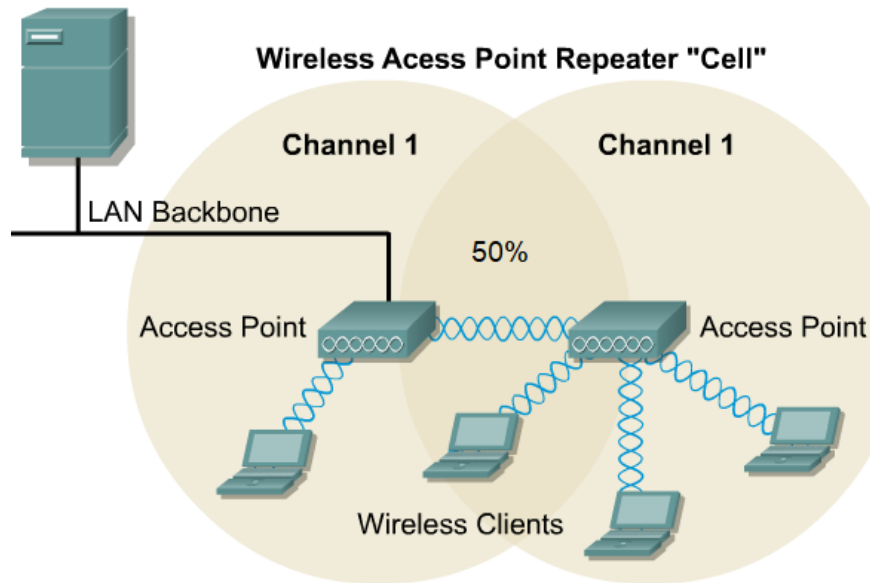


Роуминг
происходит в
контексте
одного SSID

Механизмы роуминга не определяются стандартами 802.11, но разрабатываются каждым производителем

Репитеры

При необходимости расширения зоны покрытия, но в случае если доступ к проводной backbone затруднен применяются репитеры (точки доступа в качестве репитера)



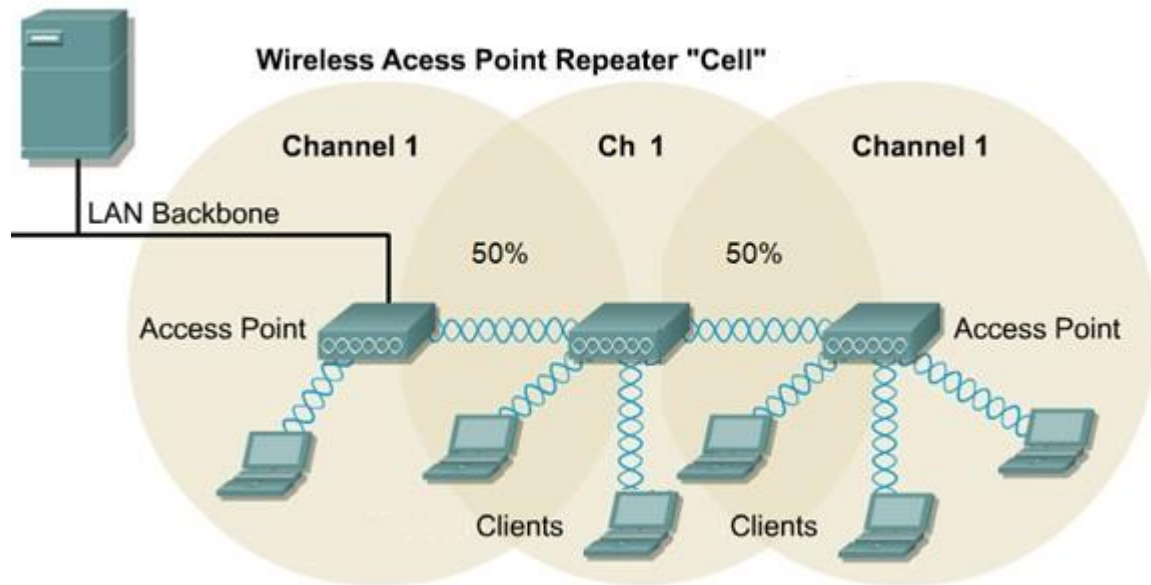
IAPP (Inter Access
Point Protocol) Cisco

Инсталляция репитеров требует перекрытия RF зон покрытия на 50%
Репитер уменьшает полосу пропускания наполовину

Репитеры

Рекомендуется установка не более двух репитеров в цепочке

Данные схемы используются для клиентов с малой полосой пропускания, для клиентов на конце цепочки полоса будет совсем малой



Точки доступа (корневая обязательно) используют всенаправленные (omnidirectional) антенны

Репитеры

Репитеры ретранслируют ВСЕ фреймы

Данное обстоятельство сильно снижает полосу пропускания, особенно для клиентов, взаимодействующих со вторым репитером

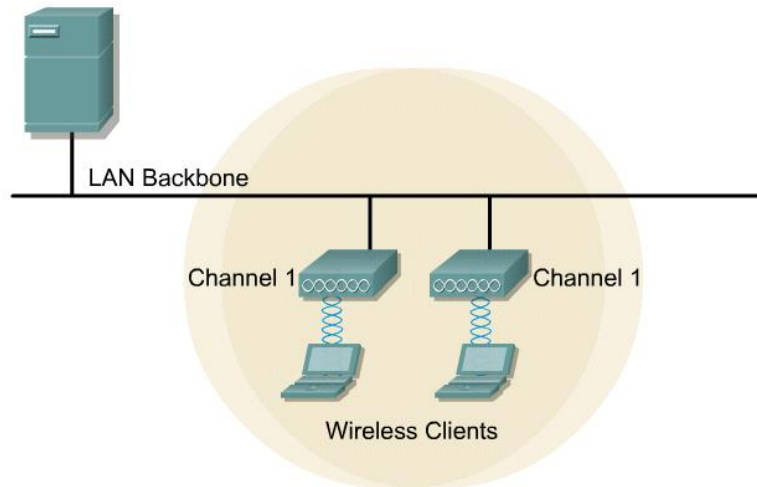
При использовании репитеров сильно возрастает интерференция сигнала.

В этой связи репитеры целесообразно использовать в Outdoor инсталляциях (априори интерференция меньше), во временных инсталляциях, там где нет возможности или нецелесообразно подводить проводную инфраструктуру (например летнее кафе)

Клиенты ассоциируются с root AP а не с репитером

Избыточные топологии

Отказоустойчивая топология с резервированием 1:1



Обеспечивается
резервирование,
полоса не
увеличивается

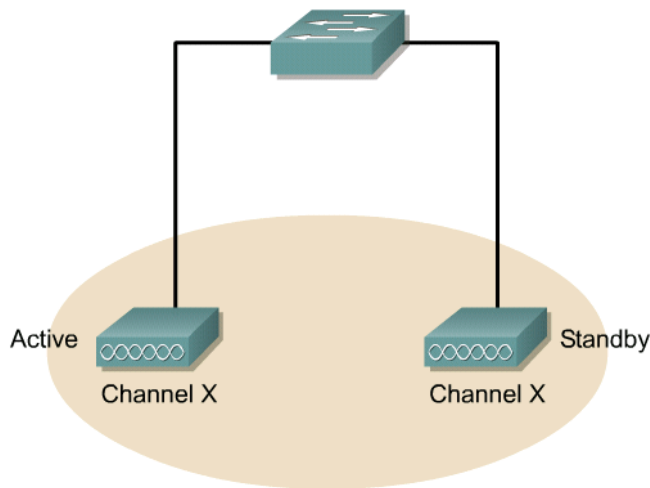
Обе AP должны быть установлены с одинаковыми настройками частоты канала (frequency) и Data rate.

Так как точки доступа используют одинаковые частоты, только одна может из них работать в единицу времени.

Если основная точка доступа – down, клиенты подключаются к резервной точке доступа

Hot – Standby AP

Если отказоустойчивость и доступность важны для инсталляции, применяется решение с резервированием 1:1 – Hot-Standby AP



IAPP (Inter Access
Point Protocol) Cisco

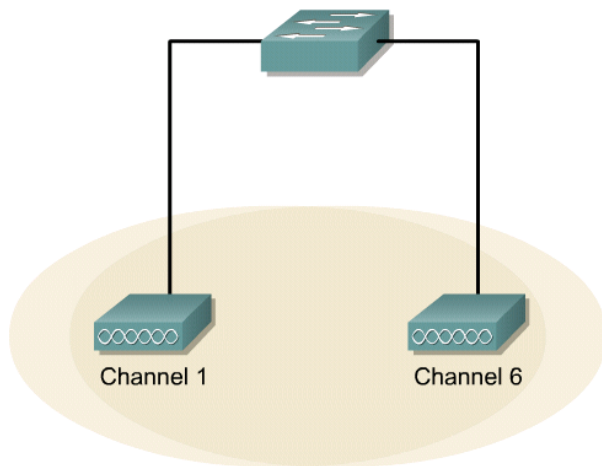
В данной ситуации не осуществляется load balancing

Так как точки доступа используют одинаковые частоты, только одна может из них работать в единицу времени.

Если основная точка доступа – down, клиенты подключаются к резервной точке доступа

Load Balancing

Если для инсталляции важна высокая пропускная способность, а также отказоустойчивость, может быть применено решение с балансировкой нагрузки



Критерии load
Balancing

Bit error rate

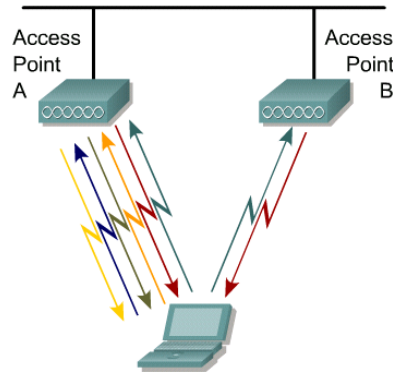
Кол-во клиентов

Signal strength

Так как точки доступа используют разные неперекрывающиеся частоты, они обе могут работать одновременно, осуществляя между собой балансировку нагрузки

Если одна из точек доступа – down, клиенты с этой точки доступа подключатся к другой точке доступа

Процесс ассоциации клиента к AP



Initial Connection to an Access Point

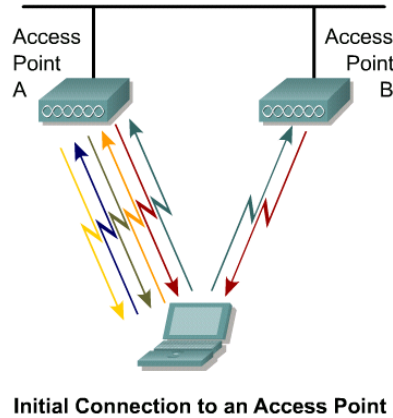
Steps to Association:

- Client sends probe.
- APs send Probe Response.
- Client evaluates AP response
selects best AP.
- Client sends authentication
request to selected AP (A).
- AP (A) confirms
authentication.
- Client sends association
request to selected AP (A).
- AP (A) confirms association
and registers client.

Клиент
выстраивает у
себя таблицы
доступности AP

- Клиент посылает broadcast om **probe request**
- Все AP, принявшие probe request, посылают клиенту **probe response**, содержащий информацию о RF hops, load, и т.п. На основании этой информации принимается решение, к какой AP ассоциироваться
- AP рассылает broadcast om **beacon**-фреймы, несущие ту же информацию, что и **probe response**. Клиент слушает beacon ы, и на основании этого может принять решение о ре-ассоциации

Процесс ассоциации клиента к AP



Steps to Association:

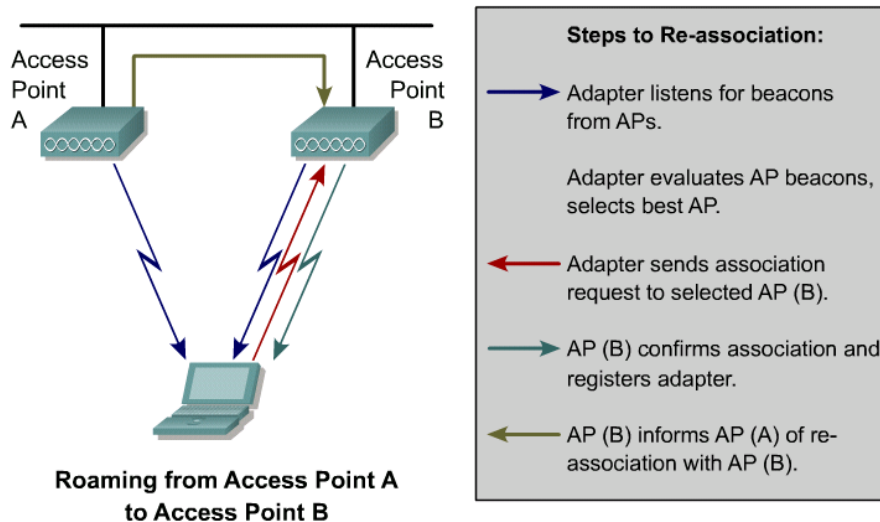
- Client sends probe.
- APs send Probe Response.
- Client evaluates AP response selects best AP.
- Client sends authentication request to selected AP (A).
- AP (A) confirms authentication.
- Client sends association request to selected AP (A).
- AP (A) confirms association and registers client.

Аутентификация

Ассоциация

1. Аутентификация клиента в сети: SSID, WEP-ключи, WPA, Серверы аутентификации, 802.1x. Устройство после прохождения аутентификации находится в сети, но обмен фреймами невозможен
2. Ассоциация клиента на AP. Назначение AID на основании Data Rate, Limit client power. Устройство после ассоциации может передавать пакеты. AID фактически - как номер порта на проводном Hub e.

Процесс ре-ассоциации клиента к AP

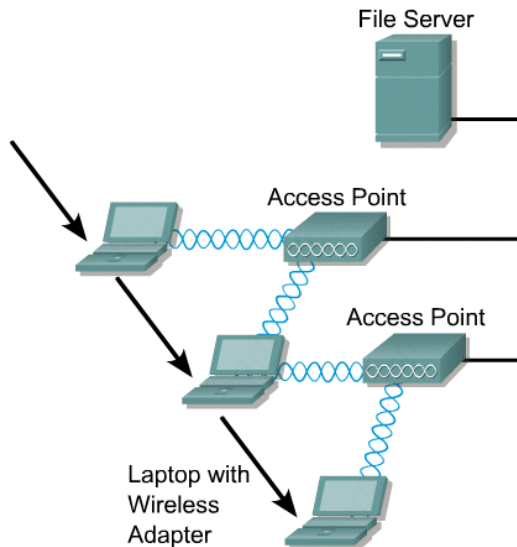


AP «B» broadcast
ом информирует
AP «A» о пере
подключении
клиента

Когда клиент выходит из зоны действия AP (определяется по beacon-фреймам), сигнал от «старой» точки доступа AP «A» ухудшается, от AP «B» улучшается, клиент посылает запрос на ре-ассоциацию на другую AP (на AP «B»)

Решение о ре-ассоциации может быть принято не только на основе силы сигнала от точек доступа, но и на основании данных о нагрузке на точку и т.п.

Роуминг



При перемещении клиента в зоне покрытия WLAN, клиент ассоциируется на AP, и при перемещении происходит ре-ассоциация

При корректно работающем роуминге (seamless roaming) клиент посылает broadcast ом probe request и получает ответы от всех AP в зоне покрытия

Клиент принимает решение, к какой AP он будет ассоциироваться исходя из

Signal strength

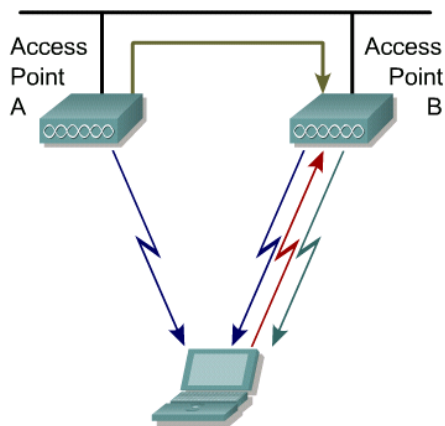
Signal quality

Кол-во клиентов на AP

Число hops до
достижения backbone

После того, как ассоциация на AP произошла, клиентский MAC-адрес помещается в таблицу выбранной AP

Роуминг



Roaming from Access Point A
to Access Point B

Steps to Re-association:

- Adapter listens for beacons from APs.
- Adapter evaluates AP beacons, selects best AP.
- ← Adapter sends association request to selected AP (B).
- AP (B) confirms association and registers adapter.
- ← AP (B) informs AP (A) of re-association with AP (B).

Если у клиента возникают проблемы со связью с AP, он начнет процедуру роуминга к другой AP

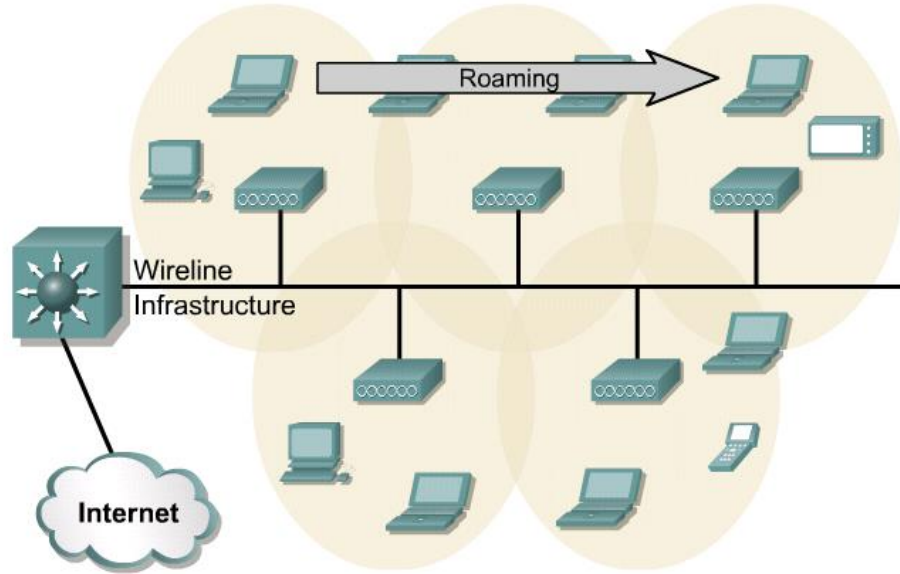
Если других AP в наличии нет, клиент пытается удержать соединение и уменьшает data transmission rate

После перемещения (переподключения, roam) клиента к другой AP, клиентский MAC-адрес перемещается в таблицу «новой» AP

«Новая» AP посылает broadcast ом (по DS, проводной инф-ре) сообщение о том, что AP записала к себе в таблицу MAC-адрес клиента

«Старая» AP, потерявшая связь с клиентом, получив такое сообщение от «новой» AP, передает на «новую» AP по DS буферизованные фреймы, предназначенные для отправки клиенту (к моменту отключения клиента были в буфере «старой» AP на отправку)

Роуминг



L2 - роуминг

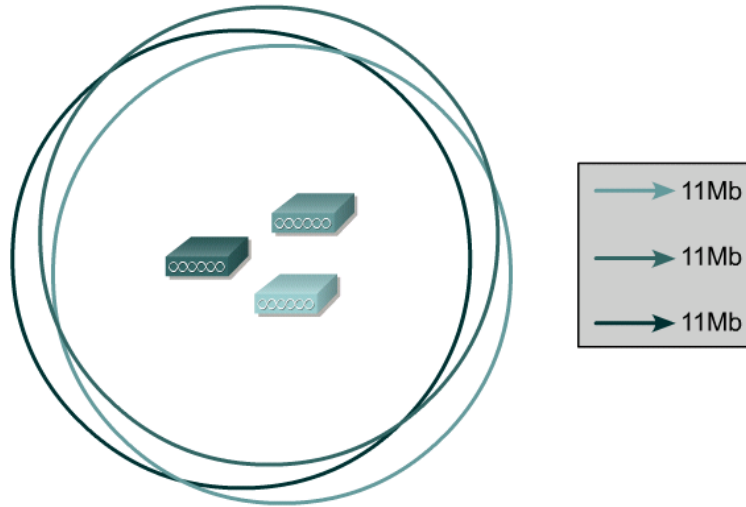
IAPP (Inter Access Point Protocol) Cisco

Факторы,
необходимые для
seamless roaming

- Зона радиопокрытия должна быть удовлетворительной для обеспечения пути перемещения клиента без потери соединения (entire path)
- Все AP, между которыми осуществляется roaming, должны быть в одном broadcast domain. Т.е. должна быть обеспечена доставка broadcast messages, посылаемых AP при roaming e (L2 roaming)

Масштабируемость и полоса

Если в одной и той же области возможно размещение нескольких точек доступа, это может увеличить общую доступную полосу пропускания для всех пользователей в данной области

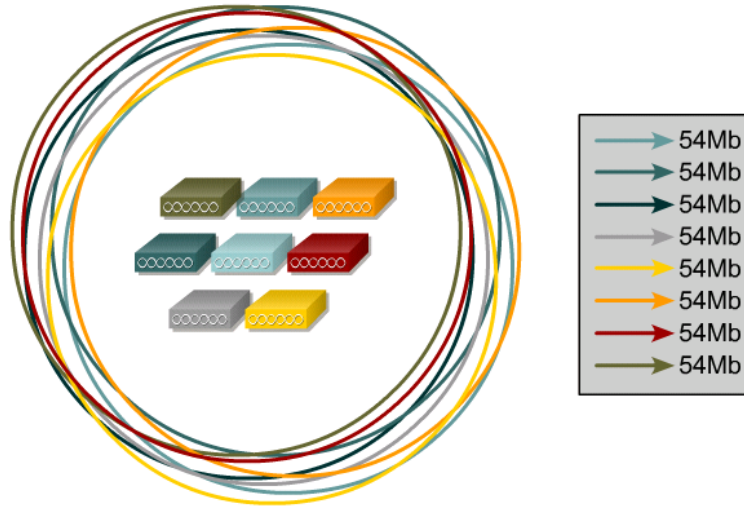


Так, если разместить рядом три точки стандарта 802.11b, работающие на трех неперекрывающихся каналах, теоретическая пропускная способность для ячейки возрастет до 33 Mbps

Однако, пользователи будут в данной ситуации подключаться к одной AP

Масштабируемость и полоса

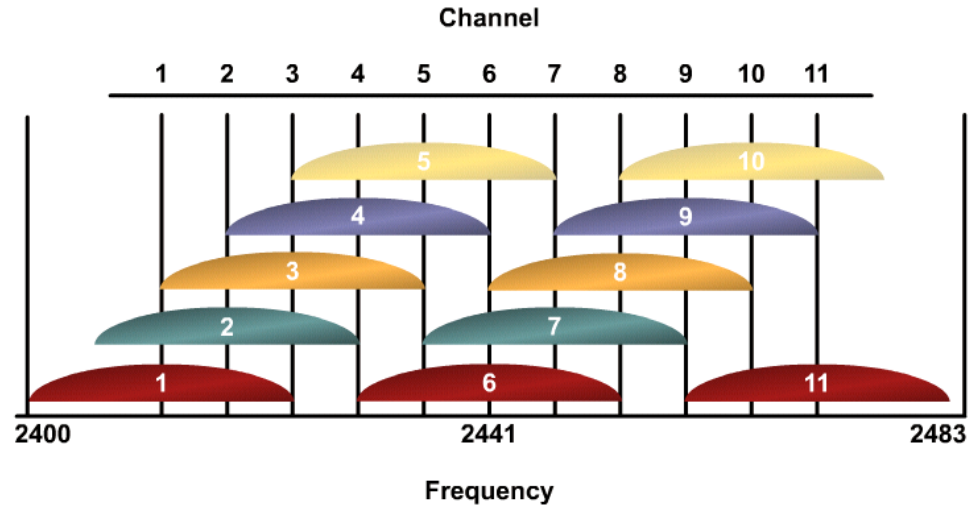
Если в одной и той же области возможно размещение нескольких точек доступа, это может увеличить общую доступную полосу пропускания для всех пользователей в данной области



Для стандарта 802.11a –
8 неперекрывающихся
каналов

Eight non-overlapping channels. Total Cell Bandwidth is up to 432
Mbps theoretical.

Планирование частоты каналов



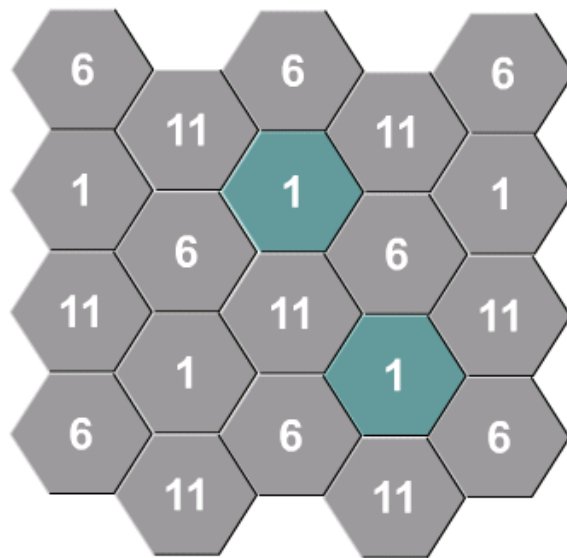
Определение расположения точек доступа

Определение расположения точек доступа с учетом области радио-покрытия (coverage area) – обеспечение минимальных зазоров в областях радио-покрытия точек доступа, возможность бесшовного роуминга

Планирование назначения каналов

Между областями покрытия точек доступа, работающих на одинаковых каналах, должно быть минимальное перекрытие

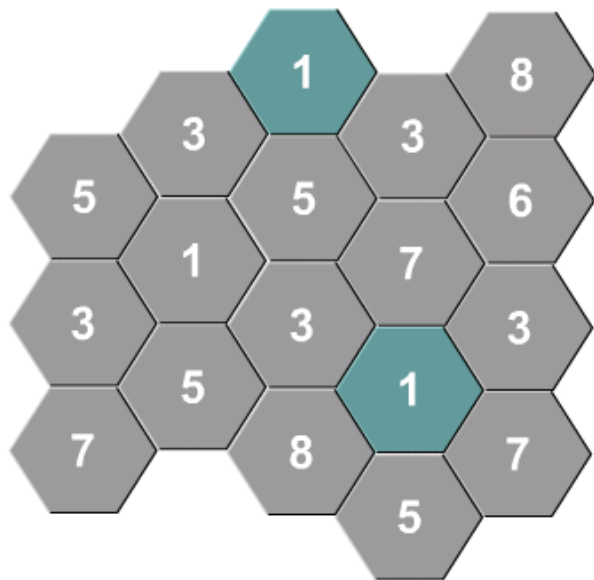
Планирование области покрытия



802.11 b/g/n

Пример. Планирование развертывания Wi-Fi стандарта 802.11b/g/n (2,4GHz) с использованием неперекрывающихся каналов 1,6,11 со статическим назначением частот на точки доступа

Планирование области покрытия

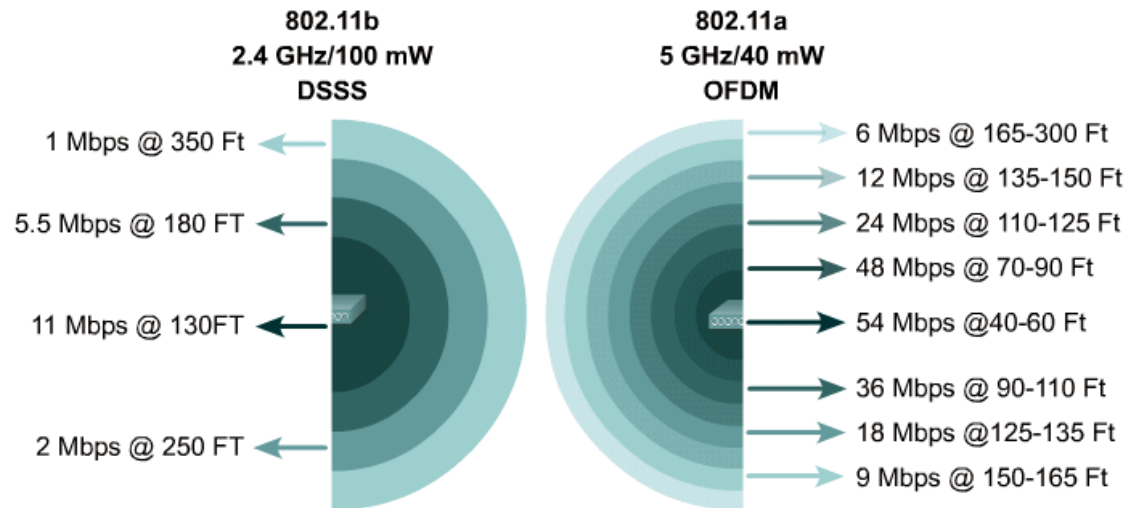


802.11 a

Пример. Планирование развертывания Wi-Fi стандарта 802.11a (5GHz) с использованием 8 и неперекрывающихся каналов со статическим назначением частот на точки доступа

Скорость передачи и зона покрытия

При ослаблении сигнала, точка доступа и клиенты переходят на более низкий bitrate (multi-rate shifting)

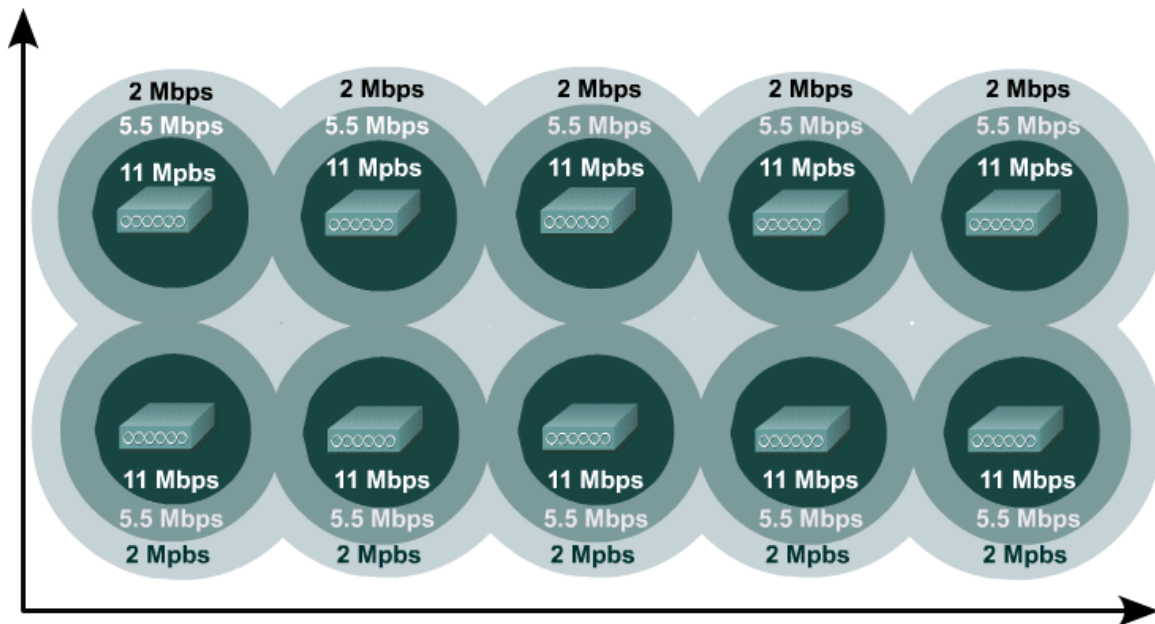


2.4 GHz Antennas	
Client	AP
0 dBi	2.2 dBi dipole

5 GHz Antennas	
Client	AP
5 dBi	5 dBi Patch

Скорость передачи и зона покрытия

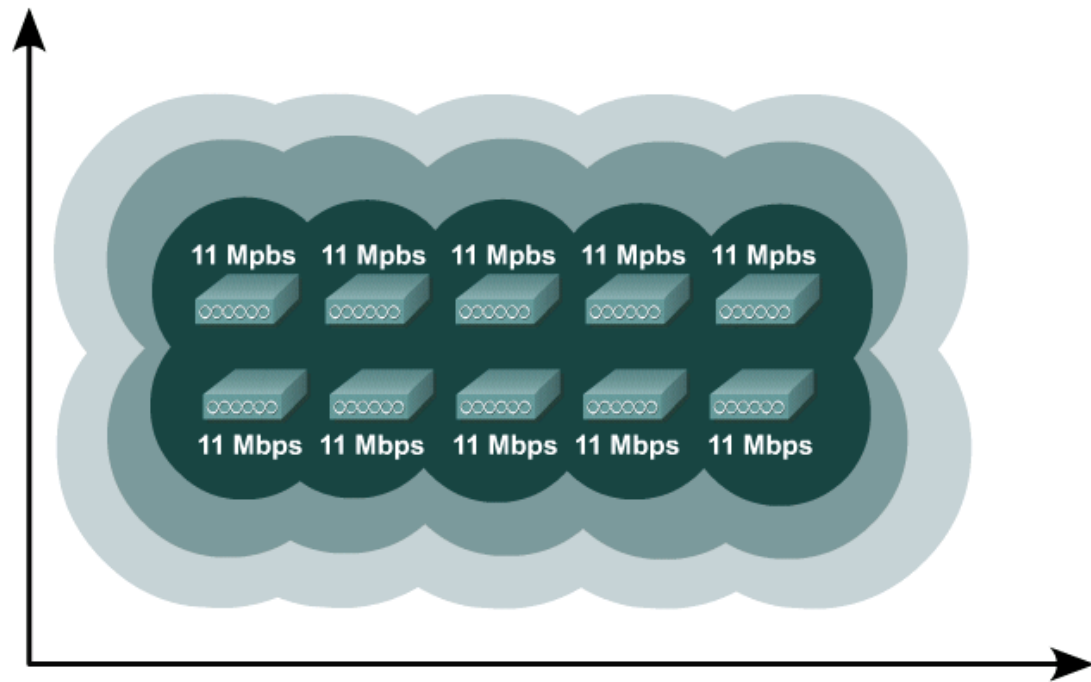
При планировании зоны покрытия учитывается минимальная скорость, с которой клиент и АР должны работать при осуществлении роуминга



Бесшовный роуминг на скорости 2 mbps

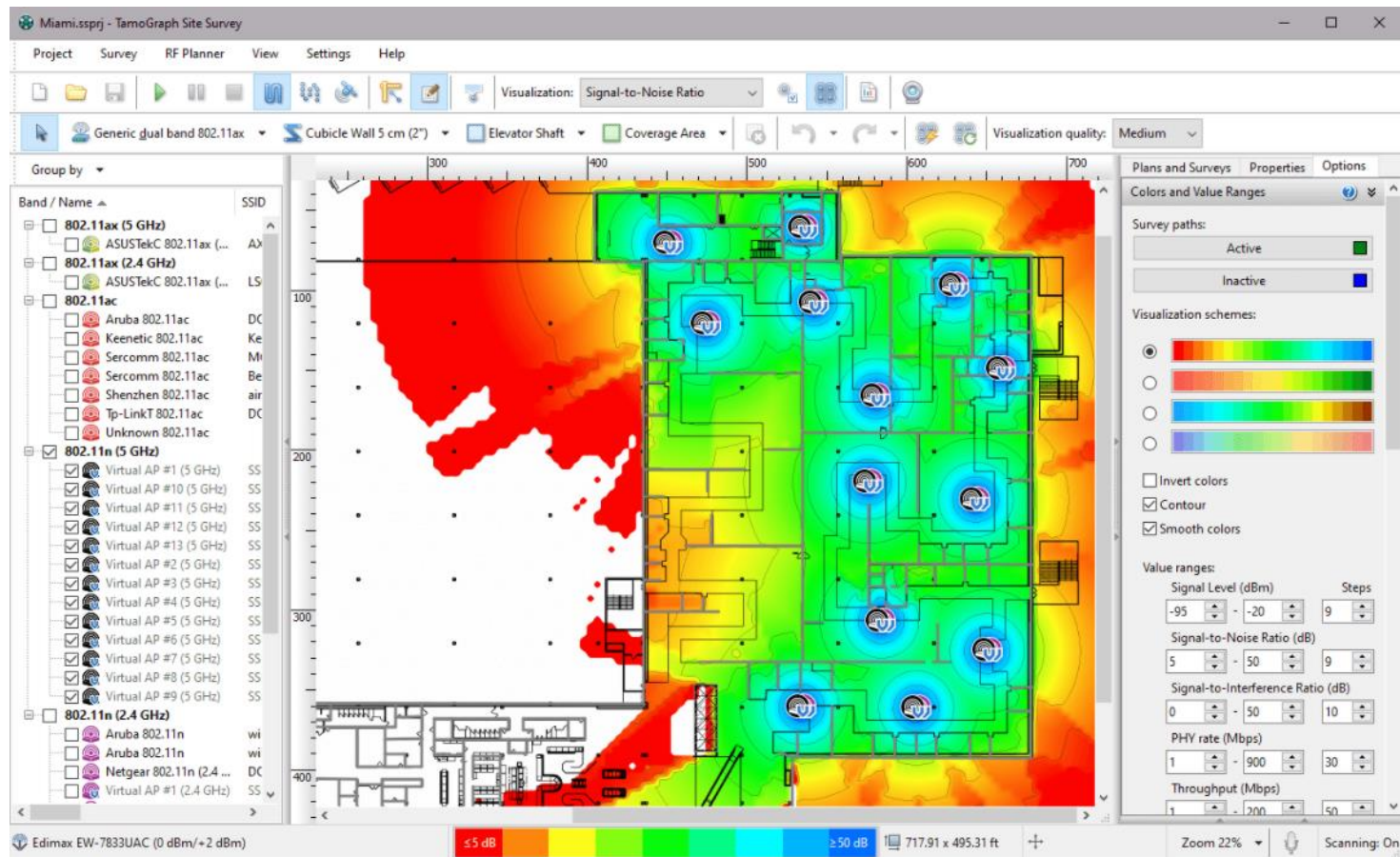
Скорость передачи и зона покрытия

Чем ближе расположены точки доступа, тем лучше показатели скорости передачи данных в зоне бесшовного роуминга



Бесшовный роуминг на скорости 11 mbps

Проектирование области покрытия





Топологии WLAN

Building-to-building WLANs

Building-to-building WLANs

Wireless building-to-building WLANs (сети между зданиями)

Строятся при помощи Wireless bridges (беспроводные мосты, разновидность точек доступа). Используются для связи между сегментами LAN без использования проводных WAN-технологий

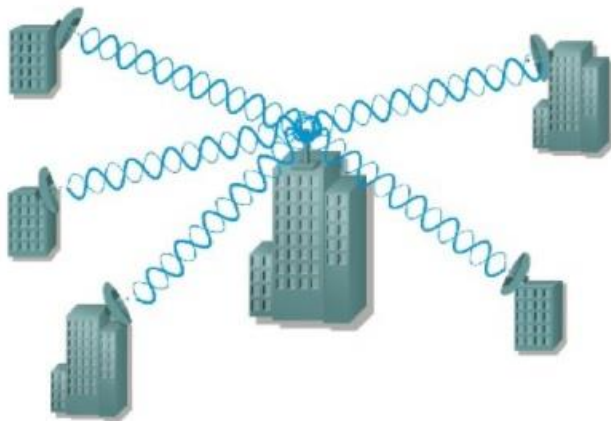


Беспроводные мосты – разновидность оборудования WAN (MAN), каналы которой реализуются на основе протоколов 802.11 (модифицированных)

Максимальное расстояние – 25 миль (40 км)

Building-to-building WLAN

Топология WAN/MAN сетей на базе беспроводных мостов 802.11 – point-to-point и point-to-multipoint

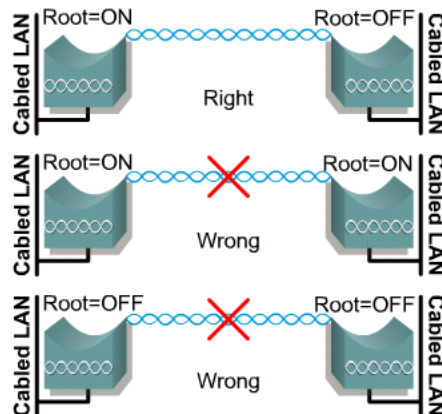


Для данных инсталляций используются направленные антенны с высоким коэффициентом усиления



Bridge topologies

Топология WAN/MAN сетей на базе беспроводных мостов 802.11 – обязательно должен быть Root Bridge



Bridge - Root Mode

Root=ON (Root)

- Accepts association and communicates with ONLY clients and repeaters.
- Will NOT communicate with other Root=ON devices

Root=OFF

- Associates and communicates to a Root=ON or "Master" bridge.
- Associates and communicates with ONLY the Master bridge.

Root = ON

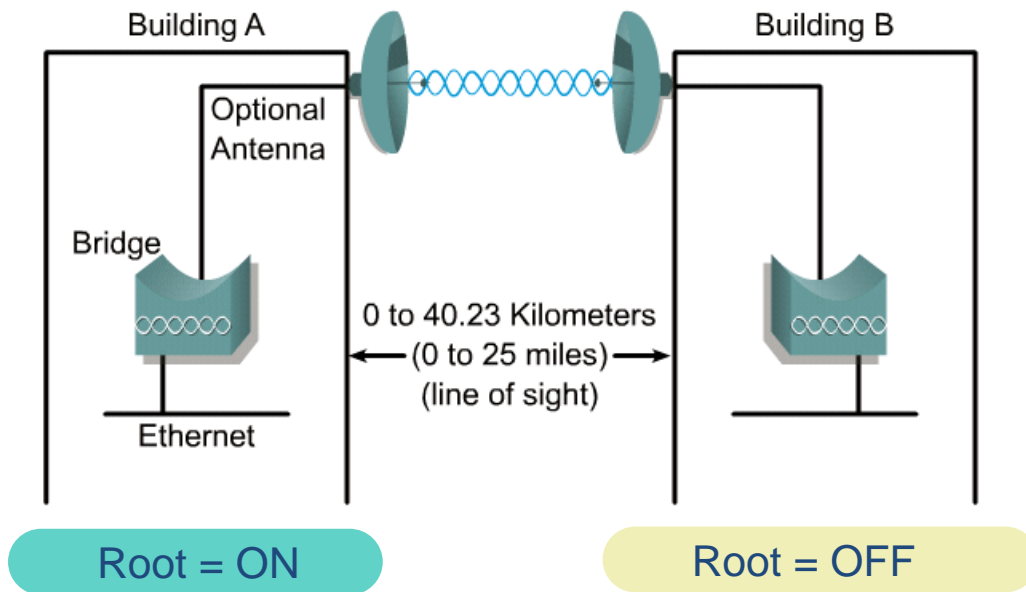
- Принимает ассоциации и взаимодействует только с клиентами или репитерами
- **НЕ ВЗАИМОДЕЙСТВУЕТ** с другими мостами с Root=ON

Root = OFF

- Ассоциируется и взаимодействует только с мостами у которых Root=ON

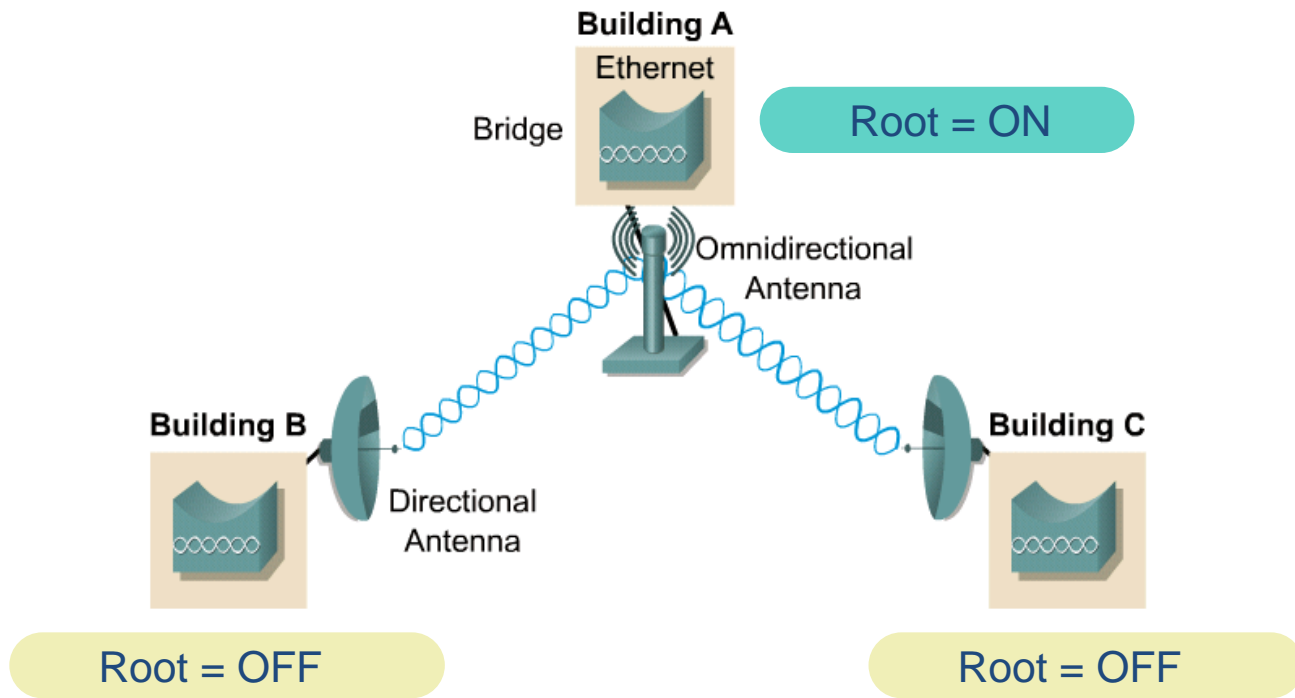
Point – to – point топология

Беспроводной канал между Building A и Building B с точки зрения «repeater count» эквивалентен проводному каналу



Антенны должны находится в прямой видимости друг относительно друга

Point – to – multipoint топология



Building A (main site) использует всенаправленную omnidirectional антенну
Building B,C (remote sites) используют направленные directional антенны

Remote sites (Building B,C) не взаимодействуют между собой напрямую, а через main site (Building A)

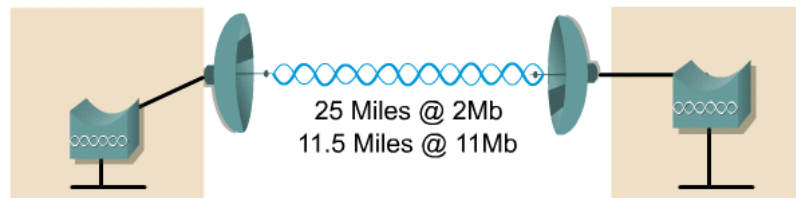
Ограничение дистанции IEEE 802.11

AP 802.11



Access Point to ANY Client - Maximum Distance

Bridges



Bridge to Bridge - Maximum Distance

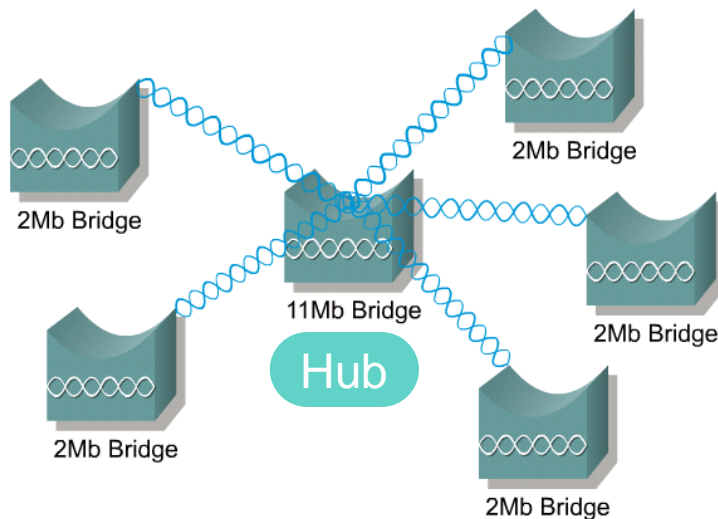
Vendor
dependent

Рекомендованная максимальная дистанция для AP 802.11 – 305 м (1000 ft)

Использование точек доступа 802.11 ограничено технологическим пределом в 1 Миле. При увеличении дистанции связи фреймы ACK будут отбрасываться по таймауту, передача будет принципиально невозможна

Беспроводные мосты в отличие от точек доступа используют модифицированную версию протокола 802.11 с увеличенным таймаутом ожидания фрейма ACK

Полоса пропускания



802.11b
«10BASE Hub»

Полоса пропускания инсталляции Point-to-multipoint определяется по «самому медленному участнику». В данной ситуации скорость каналов «спиц» (spokes) будет физически не более 2 mbps.

Если мы желаем поднять скорость канала до 11 mbps, то мы должны применить все бриджи поддерживающие скорость 11 mbps, а не только центральный (Hub)

Полезная полоса (throughput) составляет 30-50% от общей BW

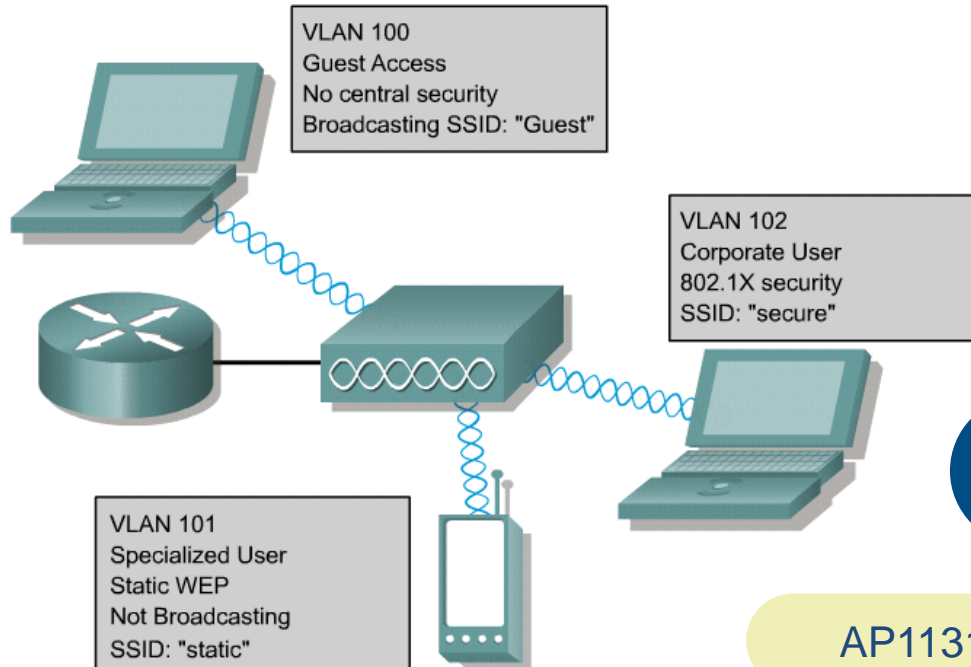


Топологии WLAN

VLAN 802.1q

Поддержка VLAN 802.1q

Причины по которым актуально выделение VLAN и sub – интерфейсов на одном радио-интерфейсе – разграничение broadcast доменов и прав доступа, а также применение политик обработки трафика



Cisco Aironet AP
только 802.1q

AP1131, 1242 – до 16 VLAN

VLAN 802.1q

VLAN 100 SSID «Guest»

Гостевой доступ только в Интернет, без доступа к Enterprise Services (сервисам локальной вычислительной сети). Без централизованной безопасности, broadcast SSID

VLAN 101 SSID «Static»

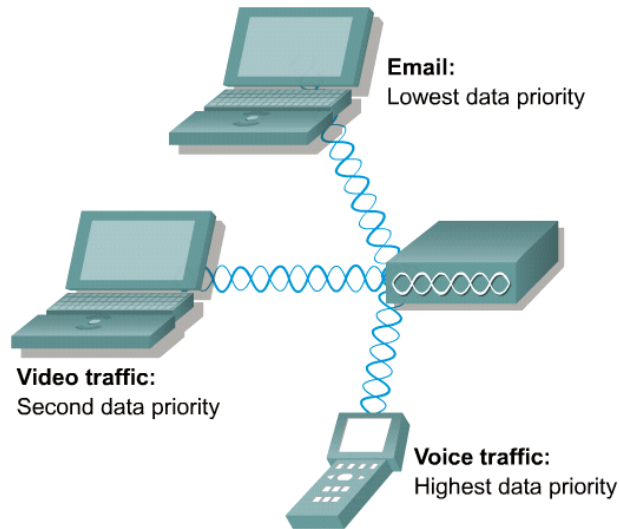
Доступ в ЛВС для группы устройств, поддерживающих static security (Wi-Fi телефоны, сканеры кодов, и т.п.), non-broadcast SSID, static WEP

VLAN 102 SSID «Secure»

Доступ в ЛВС для корпоративных пользователей. broadcast SSID, централизованная аутентификация пользователей с использованием протоколов EAP (Extensible Authentication Protocol)

Quality of Service (QoS)

В беспроводных сетях также, как и в проводных сетях IEEE 802.3 Ethernet реализованы механизмы приоритизации трафика, основанные на классах обслуживания (CoS, Class of Service)



QoS 802.1P

QoS WLAN
802.11e

Cisco AP используют те же Class of Services, что и Cisco Routers

Голосовой и видео-трафик критичны к задержкам

Class of Service (CoS)

CoS	Application
7	Reserved
6	Reserved
5	Voice Bearer
4	Video Conferencing
3	Call Signaling
2	High Priority Data
1	Medium Priority Data
0	Best Effort Data

Enterprise apps

E-mail

Web browsing

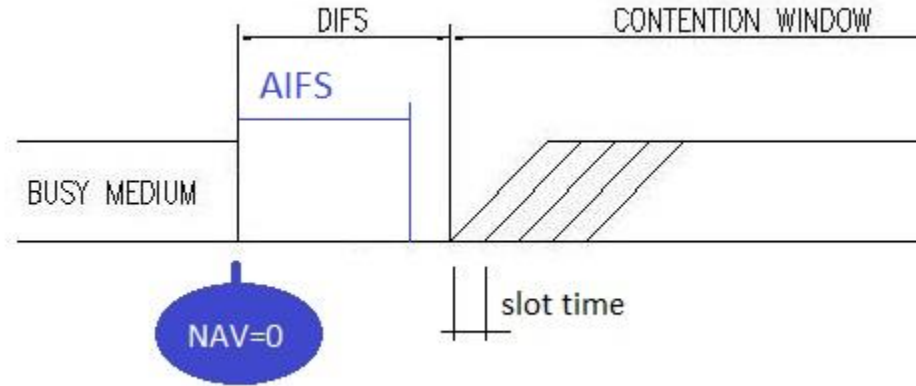
Стандарт 802.11e – дополнение к MAC layer 802.11 для обеспечения поддержки QoS для LAN-приложений

802.11e использует eDCF – Enhanced Distribution Coordination Function

eDCF

Enhanced Distribution Coordination Function (eDCF) – надстройка над DCF (основной метод CSMA/CA)

Идея метода – использование более короткого interframe space (IFS)



AIFS (Attribute Interframe Space) - более короткое interframe space (IFS), чем стандартное DIFS

Станция начинает конкурировать за передачу раньше



Благодарю за внимание!

Кафедра телекоммуникаций
Кампус на проспекте Вернадского 78
Аудитории: Д-321, Б-216-б
Телефон: +7 (495) 987-47-17
E-mail: wlan@mirea.ru