



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



# Построение беспроводных систем связи

## Лекция 5. Точки доступа (Часть I )

E-mail: [wlan@mirea.ru](mailto:wlan@mirea.ru)

Аудитория Д-321

# Точки доступа

Базовое конфигурирование

Настройка интерфейсов

Диагностика



# Точки доступа

## Базовое конфигурирование



# Ключевые особенности

## Integrated Network Management

Поддержка SNMP, Syslog, LLDP (CDP). Конфигурирование через CLI и GUI

## System security

Поддержка SSH, шифрование и проверка целостности, extended auth. protocols

## Filtering

ACL-фильтрация по протоколам

## Firmware

Возможность upgrade, сохранения конфигурации, аварийное восстановление

## Резервирование инфраструктуры

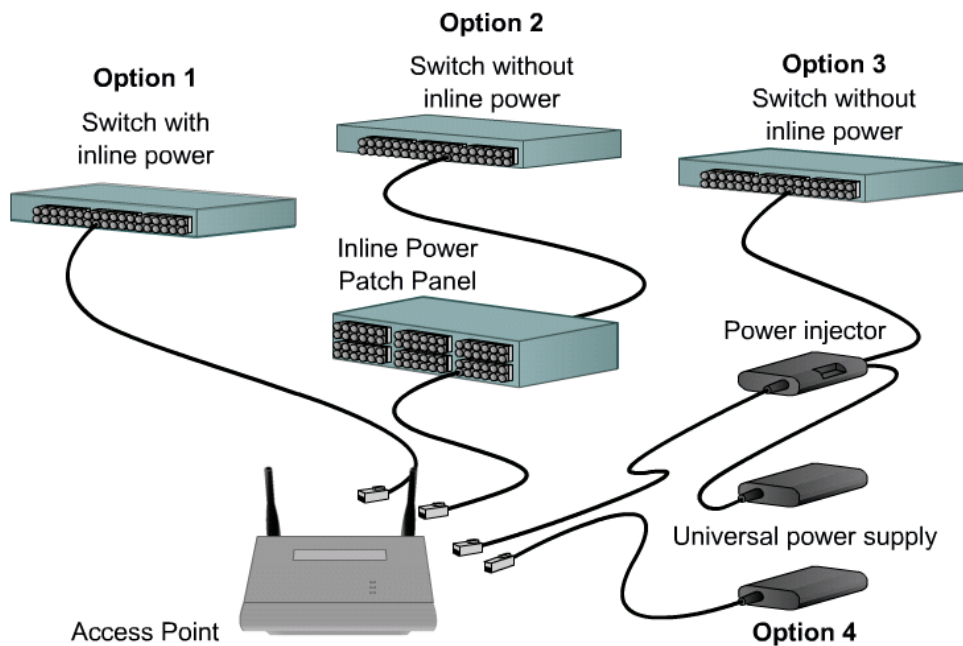
Технология Hot-Standby

## Load balancing

Распределение нагрузки по AP на основе кол-ва клиентов, signal strength, bit rate errors

# Питание точек доступа

Точки доступа 802.11 используют питание 48 вольт



















Если PoE не используется, сначала подключается кабель Ethernet, после этого питание 48 вольт

# Питание точек доступа - PoE

Точки доступа 802.11 адаптированы для использования inline питания

Power over Ethernet стандарт 802.3af, тип A и B

PINS on Switch	T568A Color	T568B Color	10/100 Мбит/сек, тип В, и Passive PoE	10/100 Мбит/сек, тип А	10/100/1000 Мбит/сек, тип В, и Gigabit Passive PoE	10/100/1000 Мбит/сек, тип А
Pin 1	 white/green stripe	 white/orange stripe	Rx +	Rx + DC +	TxRx A +	TxRx A + DC +
Pin 2	 green solid	 orange solid	Rx -	Rx - DC +	TxRx A -	TxRx A - DC +
Pin 3	 white/orange stripe	 white/green stripe	Tx +	Tx + DC -	TxRx B +	TxRx B + DC -
Pin 4	 blue solid	 blue solid	DC +	unused	TxRx C + DC +	TxRx C +
Pin 5	 white/blue stripe	 white/blue stripe	DC +	unused	TxRx C - DC +	TxRx C -
Pin 6	 orange solid	 green solid	Tx -	Tx - DC -	TxRx B -	TxRx B - DC -
Pin 7	 white/brown stripe	 white/brown stripe	DC -	unused	TxRx D + DC -	TxRx D +
Pin 8	 brown solid	 brown solid	DC -	unused	TxRx D - DC -	TxRx D -



# Классы питания PoE

## Классы питания PoE

Класс	Вт на порт	Вт на устройство
1	4,5	от 0,44 до 3,84
2	7	от 3,84 до 6,49
3	15,4	от 6,49 до 12,95
4	30	от 12,95 до 25,5

PoE 802.3af – до 15,4 Вт

PoE 802.3at – до 30 Вт

Нельзя одновременно подключать DC power (от источника питания) и inline power (PoE)



# Индикаторы LED

Как правило, автономные точки доступа имеют три индикатора активности

System - системный

Radio - индикатор состояния радио-интерфейса (интерфейсов)

Ethernet – индикатор состояния проводного интерфейса

Точки доступа, предназначенные для работы только с контроллерами, имеют, как правило, один системный индикатор

## В процессе загрузки

Все индикаторы мигают зеленым

## После загрузки

Зеленый – нормальная активность

Оранжевый – errors / warnings

Красный – Устройство работает некорректно / upgrade

# Подключение к точке доступа

## Возможные способы

Консольный порт (Serial, COM)

Протоколы удаленного доступа telnet / SSH

Графический интерфейс (Web browser)

## Установка IP адреса

Используя консольный порт / CLI

Используя заводскую настройку (Default)

Используя DHCP

AP Cisco  
10.0.0.1 /24

# Подключение к точке доступа по консоли

## Параметры Serial подключения

- Baud rate – 9600
- Data bits – 8
- Parity – no parity
- Stop bits – 1
- Flow Control – none (или Xon / Xoff – none)



# Подключение к точке доступа по IP

Протоколы HTTPS (GUI) и SSH/Telnet (CLI)

## IOS GUI

**Cisco Access Point**

Host name ap      ap uptime is 58 minutes

**Home: Summary Status**

**Association**

Clients: 4	Repeaters: 0
------------	--------------

**Network Identity**

IP Address	10.0.0.1
MAC Address	000b.4667.d70c

**Network Interfaces**

Interface	MAC Address	Transmission Rate
▼ FastEthernet	000b.4667.d70c	
▲ Radio-802.11b	0002.8a21.15df	11.0 Mb/s

**Event Log**

Time	Severity	Description
00:52:21	• Information	Interface Dot1 1Radio0, Station 000a.4101.a277 Associated
00:49:06	• Information	Interface Dot1 1Radio0, Station 0030.6503.99b7 Associated
		Interface Dot1 1Radio,

# Способы конфигурирования

- IP Транспорт

Использование WLAN

Использование проводной LAN

Прямое соединение «Компьютер – AP»

Дополнительно потребуются блок питания и кабель-кроссовер

- Serial

По консольному подключению

Требуется COM-порт и кабель rollover

# Password Recovery процедура

Производится при помощи кнопки MODE

- Выключить питание
- Нажать и удерживать кнопку MODE
- Включить питание
- Когда один из индикаторов загорится оранжевым – отпустить кнопку MODE через 1-2 секунды

Точка доступа возвращается к заводским настройкам

Стандартная Default настройка - DHCP = ON

Если после сброса точки доступа в заводские настройки планируется подключиться по Default IP (Cisco – 10.0.0.1), DHCP сервер должен быть выключен

## Factory Default-Parameters

Parameter	Default Value
SSID	tsunami
Broadcast SSID	enabled
DHCP client mode	enabled
IP address if DHCP server not found	10.0.0.1
username	Cisco
password	Cisco

Cisco AP  
1231

# Базовые настройки точки доступа

- System name

Имя хоста

- Domain name

Должно быть сконфигурировано для генерации ключей, если используется доступ к CLI по протоколу SSH

- Уникальный IP адрес интерфейса (если нет DHCP) /  
Netmask

Для интерфейса управления

- Default Gateway

Для интерфейса управления

- Wireless service Set ID

Может быть указано несколько SSID на одном радио-интерфейсе

- SNMP Community

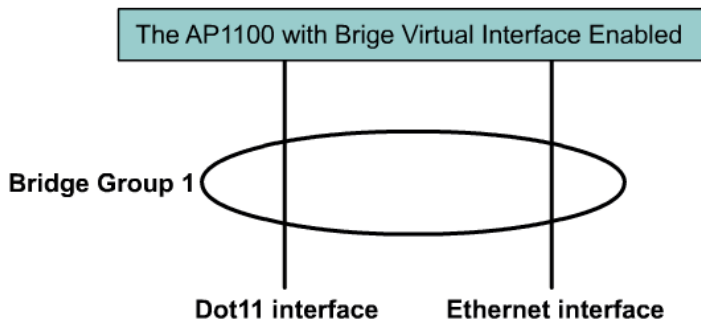
Мониторинг

Для точек доступа, разработанных Cisco Systems для управления используется interface BV11



# Базовые настройки через CLI

Архитектура CLI мало отличается от CLI коммутаторов  
(точка доступа – беспроводной мост)



2,4GHz – Dot11Radio0

5GHz – Dot11Radio1

- BVI allows all the interfaces to be grouped under one IP address. The single IP address is used for AP management through Dot 11 or ethernet interfaces.
- Configure the AP1100 IP address on the BVI only, not on the individual interfaces.

Для управления используется интерфейс interface BVI1  
На него производится назначение IP адреса

IP адрес не назначается отдельно на интерфейсы Dot11Radio и Fastethernet / GigabitEthernet (проводные интерфейсы)

Аналогия – интерфейсы SVI проводного коммутатора

# Базовые настройки через CLI

- Hostname

```
ap(config)# hostname Campus  
Campus(config)#
```

- Domain name

```
Campus(config)# ip domain-name Wifi.local
```

- Генерация ключей SSH

```
Campus(config)# crypto key generate rsa usage-keys modulus 1024
```

- Конфигурирование имени пользователя

```
Campus(config)# Username Admin privilege 15 secret class
```

- Конфигурирование терминальных линий

```
Campus(config)# line vty 0 15  
Campus(config-line)# login local
```

- Задание IP адреса для интерфейса BVI1

```
Campus(config)# interface bvi1  
Campus(config-if)# ip address 192.168.1.10 255.255.255.0
```

- Задание Default Gateway

```
Campus(config)# ip default-gateway 192.168.1.254
```

# Активация GUI

- Определение способа аутентификации

**Campus(config)# ip http authentication local**

- Активация HTTP сервера

**Campus(config)# ip http server**

- Активация HTTPS сервера

**Campus(config)# ip http secure-server**

При вводе команды производится генерация ключей. При этом должны быть заданы hostname и ip domain-name

Home: Summary Status		
Association		
<u>Clients: 0</u>		Repeaters: 0
Network Identity		
IP Address	10.0.0.1	
MAC Address	000b.46b8.ca90	
Network Interfaces		
Interface	MAC Address	Transmission Rate
↑ <u>FastEthernet</u>	000b.46b8.ca90	100 Mb/s
↑ <u>Radio0-802.11b</u>	0007.85b3.646f	11 Mb/s
↑ <u>Radio1-802.11a</u>	000a.f4f3.4c8d	54 Mb/s
Event Log		
Time	Severity	Description



Точки доступа

Настройка радио-интерфейсов

# Команды группы dot11

Команды группы dot11 в глобальной конфигурационной моде используются для создания классов или подклассов, описывающих инфраструктурные элементы

- Создание VLAN

```
ap(config)# dot11 vlan-name Finance vlan 21
```

Создание VLAN и привязка SSID к VLAN необходима при назначении нескольких SSID на один радио-интерфейс Dot11Radio. Используется при развертывании беспроводных решений Enterprise-уровня

- Создание SSID и привязка к VLAN

```
ap(config)# dot11 ssid Finance  
ap(config-ssid)# vlan 21  
ap(config-ssid)# authentication open  
ap(config-ssid)# mbssid guest-mode
```

Команда **authentication open** разрешает клиентскую аутентификацию для SSID

Команда **mbssid** позволяет использование данного SSID вкупе с другими на радио-интерфейсе

Значение SSID может не совпадать с именем VLAN

Параметр guest-mode – вещание SSID в beacon фрейме

Если не указано mbssid – один SSID на интерфейс

# Команды dot11 ssid

После разрешения аутентификации для SSID возможно задание типов аутентификации клиента (по заранее известному ключу – Pre-shared key, или с использованием расширенных механизмов аутентификации (EAP, extended authentication protocols)

Если типы аутентификации не заданы, аутентификация не производится

- Аутентификация по pre-shared key

```
ap(config-ssid# authentication key-management wpa  
ap(config-ssid# wpa-psk ascii Ciscowifi
```

Гостевой  
доступ

- Аутентификация EAP методами

```
ap(config-ssid)# authentication network-eap eap_methods
```

Небольшие  
WLAN

Привязка к серверу аутентификации (группа aaa)

```
ap(config)# aaa new-model  
ap(config)# aaa group server radius rad_eap  
server 10.5.255.31 auth-port 1812 acct-port 1813  
ap(config)# aaa authentication login default local  
ap(config)# aaa authentication login eap_methods group rad_eap
```

Кампусные  
WLAN  
(Enterprise)

```
ap(config)# radius-server host 10.5.255.31 auth-port 1812 acct-port 1813 key Strongkey
```

# Команды dot11 network map

Дополнительные команды группы dot11 позволяют сконфигурировать классы, необходимые для дополнительных возможностей (features)

- Активация network map

`ap(config)# dot11 network-map (1-60)`

Значение численного параметра – collection interval

- Для показа Network map

`ap# show dot11 network-map`

Radio	Address	Channel	Age(Hours)	SSID
0	0007.50d5.8759	6	1	Campus

Точка доступа рассылает broadcast om пакеты IAPP  
Geninfo Request (с периодом указанным в параметре)  
Соседи отвечают unicast om IAPP Geninfo Response)

Для работы IAPP поверх радио-интерфейса  
создается отдельный SSID, назначаемый  
инфраструктурным

Карта соседей L2

Протокол IAPP

Проводная  
инфраструктура



# Команды радио-интерфейсов

Конфигурирование физических свойств радио-вещания, привязка SSID к интерфейсам, настройки шифрования для VLAN

- Режим конфигурирования интерфейса

```
ap(config)# interface dot11radio {0 | 1}
```

2,4GHz – Dot11Radio0

5GHz – Dot11Radio1

Перед привязкой SSID к радио-интерфейсу необходимо выполнить:

- Настройка шифрования для SSID

```
ap(config)# interface dot11radio 0  
ap(config-if)# encryption vlan 21 mode ciphers tkip
```

- Разрешение вещания нескольких SSID на интерфейсе

```
ap(config-if)# mbssid
```

Если данный параметр не указан, вещание SSID ов не будет производиться, клиентские ассоциации будут невозможны

Для работы IAPP поверх радио-интерфейса создается отдельный SSID, назначаемый инфраструктурным

```
ap(config)#dot11 ssid Infra255  
ap(config-ssid)# infrastructure-ssid
```

IAPP

Repeaters

Hot - StandBy

# Команды радио-интерфейсов

Назначение SSID на интерфейс

- Назначение SSID на интерфейс

`ap(config-if)# ssid Finance`

При данной операции радио-интерфейс уходит в reset

Назначение SSID производится на основной радио-интерфейс  
Назначение SSID **HE** производится на sub-интерфейсы

`interface Dot11Radio0`

`encryption vlan 20 mode ciphers tkip`

!

`encryption vlan 21 key 1 size 40bit 7 42C31A171BF5 transmit-key`

`encryption vlan 21 mode wep mandatory`

!

`ssid EuroOrient`

!

`ssid EuroOrient_Guest`

!

`ssid InfraEO`

`mbssid`

Show running-config

По завершению конфигурации  
`ap(config-if)# no shutdown`

# 802.1Q VLAN

Если используется режим **mbssid** на радио-интерфейсе и производится вещание нескольких SSID с привязкой ко VLAN, необходимо обеспечить для каждого SSID свою bridge-group с номером = номеру VLAN

- Создание 802.1Q sub-интерфейсов для VLAN

```
ap(config)# interface dot11radio 0.21
ap(config-subif)# encapsulation dot1Q 21
ap(config-subif)# bridge-group 21
```

```
ap(config)#interface dot11radio 0.99
ap(config-subif)# encapsulation dot1Q 99 native
ap(config-subif)# bridge-group 1
```

```
ap(config)# interface FastEthernet0.21
ap(config-subif)# encapsulation dot1Q 21
ap(config-subif)# bridge-group 21
```

Проводной интерфейс работает в транковом режиме, interface BVI1 находится в Native VLAN, bridge group 1

- Отключение трансляции BPDU

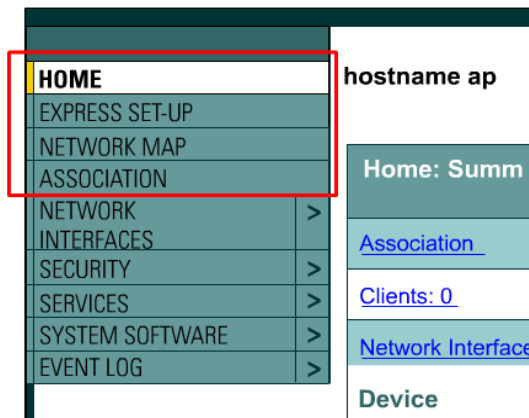
```
AP_X(config-subif)# bridge-group 20+X spanning-disabled
```

Для инфраструктурного  
SSID bridge group = 1

Используется Native VLAN

# Просмотр статуса / Summary status

При использовании GUI – summary status – HOME page



## IOS Summary Status-HOME Page

### Home: Summary Status

#### Association

Clients: 0	Repeaters: 0
------------	--------------

#### Network Identity

IP Address	10.0.0.1
MAC Address	000b.46b8.ca90

#### Network Interfaces

Interface	MAC Address	Transmission Rate
↑ FastEthernet	000b.46b8.ca90	100 Mb/s
↑ Radio0-802.11b	0007.85b3.646f	11 Mb/s
↑ Radio1-802.11a	000a.f4f3.4c8d	54 Mb/s

#### Event Log

Time	Severity	Description

- Команды CLI

```
ap# show ip interface brief
ap# show interface Dot11Radio {0 | 1}
ap# show logging
ap# show dot11 associations
```

Получение  
аналогичной  
информации

# Команды радио-интерфейсов. Роль AP

Роль точки доступа в инфраструктуре настраивается на интерфейсе при помощи команд **station role**

- Основная команда с ключом **fallback**

```
ap(config-if)# station-role {repeater | root [fallback {shutdown | repeater}]}
```

```
ap(config-if)# station-role repeater
```

AP работает в режиме репитера, интерфейс FastEthernet 0 – DOWN

AP должна ассоциироваться на Root AP (Parent)

```
ap(config-if)# parent 1 H.H.H
```

```
ap(config-if)# dot11 extension Aironet
```

AP-репитер привязывается к  
родительской AP

```
ap(config-if)# channel 6
```

Если канал не сконфигурирован,  
интерфейс будет находится на least  
congested канале

```
ap(config-if)# station-role root
```

AP подключена к проводной LAN.

Может использоваться опция **fallback**

На Parent AP и Repeater  
должны быть статически  
определены одинаковые  
каналы

AP = Root по  
умолчанию

# Команды радио-интерфейсов. Роль AP

- Команда **station-role root** с ключом **fallback**

**ap(config-if)# station-role root fallback shutdown**

При падении интерфейса FastEthernet – DOWN  
AP также отключает и радио-интерфейс - DOWN

При питании по  
PoE и повреждении  
линии

**ap(config-if)# station-role root fallback repeater**

При падении интерфейса FastEthernet – DOWN  
AP начинает работать в режиме репитера

Имеет смысл, если  
питание подается от  
отдельного источника  
48V

**ap(config-if)# channel 6**

**ap(config-if)# parent 1 H.H.H**

Если используется опция **fallback repeater**  
должны быть выполнены настройки для  
репитера

**ap(config-if)# no station-role**

Интерфейс возвращается в Default  
значение Root

AP = Root по умолчанию

# Команды радио-интерфейсов. Мощность

Для радио-интерфейсов могут быть заданы уровни мощности передатчика

- Задание максимальной мощности передатчика в dBm

```
ap(config)# interface Dot11Radio 0  
ap(config-if)# power local 20
```

AIR-AP1131AG-E-K9

Максимальное значение мощности зависит от значения, разрешенного в соответствующем Regulatory Domain e

ETSI (Европа)

FCC

AIR-AP1131G-A-K9

Pmax 100mW  
(20 dBm)

ETSI

AIR-AP1131G-E-K9

Pmax 50mW  
(17 dBm)

```
ap(config-if)# power client 10  
ap(config-if)# power client maximum
```

$$P_{dBm} = 10\log_{10} (P_{mw})$$

Максимальное значение разрешенной мощности для клиента

Инсталляции высокой плотности



# Команды радио-интерфейсов. Data Rate

Для радио-интерфейсов могут быть заданы наборы Data Rate (Speed)

CLI	GUI	Traffic
Basic 5,5	Require	Broadcast, Multicast, Unicast
(Non-basic) 54	Enable	Unicast
отсутствует	Disable	

Необходимо иметь в виду, что хотя бы один параметр должен быть **Basic** для передачи **broadcast** и **multicast** пакетов

- Команда **speed**

```
ap(config-if)# speed {[1.0] [2.0] [5.5] [6.0] [9.0] [11.0] [12.0] [18.0]  
[24.0] [36.0] [48.0] [54.0] [basic-1.0] [basic-2.0] [basic-5.5] [basic-6.0]  
[basic-9.0] [basic-11.0] [basic-12.0] [basic-18.0] [basic-24.0] [basic-  
36.0] [basic-48.0] [basic-54.0] | range | throughput [ofdm] | default }
```

Dot11Radio0  
2,4Ghz b/g

```
ap(config-if)# speed {[6.0] [9.0] [12.0] [18.0] [24.0] [36.0] [48.0] [54.0]  
[basic-6.0] [basic-9.0] [basic-12.0] [basic-18.0] [basic-24.0] [basic-  
36.0] [basic-48.0] [basic-54.0] | range | throughput [ofdm] | default }
```

Dot11Radio1  
5Ghz a

# Команды радио-интерфейсов. Data Rate

Опции команды Data Rate (Speed)

Хотя бы один параметр должен быть **Basic** для передачи **broadcast** и **multicast** пакетов

- Опция **range**. Оптимизация зоны покрытия  
**ap(config-if)# speed range**

Data Rate 1 mbps - Basic остальные non-basic

Dot11Radio0 2,4Ghz b/g

Data Rate 6 mbps - Basic остальные non-basic

Dot11Radio1 5Ghz a

- Опция **throughput**. Оптимизация полосы пропускания (много клиентов)  
**ap(config-if)# speed throughput**

Все параметры Basic

Dot11Radio0 2,4Ghz b/g

Все параметры Basic

Dot11Radio1 5Ghz a

- Опция **Default** (для 802.11b не поддерживается)  
**ap(config-if)# speed default**

1 2 5,5 11 mbps – Basic, остальные non-basic

Dot11Radio0 2,4Ghz b/g

6 12 24 mbps – Basic, остальные non-basic

Dot11Radio1 5Ghz a

# Команды радио-интерфейсов. Каналы

Конфигурирование частоты канала интерфейсов

- Команда **channel**

**ap(config-if)# channel {number | frequency | least-congested}**

**number** – указывается номер канала. Диапазон зависит от Regulatory Domain

**ap(config-if)# channel 6**

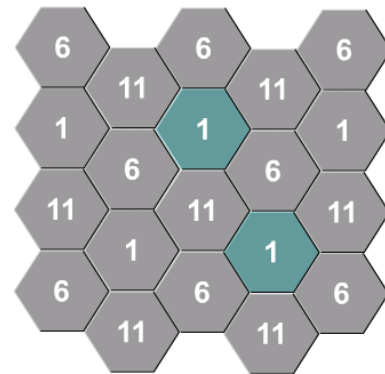
**Frequency** – указывается центральная частота канала вместо номера. Диапазон зависит от Regulatory Domain

**ap(config-if)# channel 2437**

**Least-congested** – AP производит сканирование на предмет отыскания наименее загруженного канала. Это настройка по умолчанию

**ap(config-if)# channel least-congested**

**ap(config-if)# no channel** - возврат в Default



By Default

# Команды радио-интерфейсов. РНУ и MAC

Настройка механизмов физического и MAC подуровня

- Включение-отключение короткой преамбулы

`ap(config-if)# [no] preamble-short`

- Команды `beacon`

`ap(config-if)# beacon period { Kus }`

Указывается значение в Kus (=1024 микросекунд, примерно 1 мс) Default = 100

`ap(config-if)# beacon dtim period { X }`

Указывается значение (Default = 3), как часто передается DTIM элемент в beacon e. Delivery Traffic Indication Message (DTIM, Уведомление о доставке трафика) уведомляет клиентов о том, что точка доступа буферизировала для ассоциированных клиентов broadcast или multicast трафик. По умолчанию передается в каждом третьем фрейме beacon

- Команда `antenna`

`ap(config-if)# antenna receive {diversity | left | right}`

`ap(config-if)# antenna transmit {diversity | left | right}`

По умолчанию значение Diversity (используется та, где сигнал лучше)

Старые устройства  
используют только  
длинную преамбулу

# Команды радио-интерфейсов. RTS/CTS

Настройка механизмов физического и MAC подуровня

- Команды **rts**, **packet**, **fragment**

**ap(config-if)# rts threshold [0 -2339]**

Default = 2312. Максимальный размер пакета, выше которого AP всегда будет передавать фрейм RTS для резервирования среды

Значение уменьшается при росте числа клиентских ассоциаций

**ap(config-if)# packet retries [1 -128]**

Default = 32. Максимальное количество попыток ре-трансмиссии пакета, после которого передается фрейм RTS

**ap(config-if)# rts retries [1 -128]**

Default = 32. Максимальное количество попыток резервирования среды, после которой прекращаются попытки передачи фрейма

**ap(config-if)# fragment threshold [256 – 2338]**

Default = 2312 Максимальный размер пакета, выше которого он подвергается фрагментации

Значение уменьшается при высокой интерференции



Точки доступа

Диагностика

# Команды NTP

Для корректной диагностики инфраструктурных устройств требуется синхронизация времени

```
ap(config)# ntp server 172.16.22.44 version 2
```

Задание NTP сервера

```
ap(config)# ntp authentication
```

```
ap(config)# ntp trusted-key [#]
```

```
ap(config)# ntp authentication-key [#] md5 aNiceKey
```

Аутентификация на NTP сервере

Cisco Aironet AP не имеют hardware supported clock, поэтому не могут выступать как NTP master server

Также на точках доступа не поддерживается календарь, поэтому команды **ntp-update-calendar** и **ntp master** не допустимы

Можно задать значения времени и даты вручную



# Команды Show dot11

Основное назначение – диагностика клиентских ассоциаций

**ap# show dot11 associations**

**ap# show dot11 associations {client | repeater | statistics | bss-only | all-client}**

Показывает таблицу ассоциаций клиентов (с опциями)

Association						
Clients: 1			Repeaters: 0			
View: <input checked="" type="checkbox"/> Client <input checked="" type="checkbox"/> Repeater						<input type="button" value="Apply"/>
Radio802.11b						
SSID AP:						
Device Type	Name	IP Address	MAC Address	State	Parent	VLAN
350-client	-	0.0.0.0	<a href="#">0007.eb31.7c12</a>	EAP-Associated	Self	None
Radio802.11b						

**ap# clear dot11 client H.H.H**

Де-аутентификация клиента

**ap# clear dot11 statistics [ dot11radio # | H.H.H ]**

Сброс статистики на интерфейсе либо для конкретного клиента

# Команды Show и Debug

Диагностика клиентских ассоциаций и интерфейсов

**ap# show ip interface brief**

Сводка о состоянии интерфейсов и sub-интерфейсов

**ap# show interface Dot11Radio {0 | 1}**

Сводка о состоянии радио-интерфейса

**ap# show logging**

Вывод буфера лога устройства

**ap# show dot11 associations**

Сведения об ассоциации клиентов

**ap# show controllers Dot11Radio**

Сведения о физическом уровне радио-интерфейсов

**ap# debug dot11 packets**

**ap# debug dot11 dot11radio**

Основные команды дебагинга



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](mailto:wlan@mirea.ru)