

10 Wireless Network



- Беспроводные сети обладают гибкостью при конфигурации и расширении. Могут служить как добавлением, так и заменой проводных сетей при построении сетевой инфраструктуры
- Пользователи могут свободно перемещаться, т.к. беспроводные сети обеспечивают доступ к сетевым ресурсам компании из любого места.
- Беспроводные сети не только обеспечивают мобильный доступ, но и сами мобильны, т.к. можно легко переместить сеть в другое место. Быстрая и лёгкая инсталляция.

Сферы применения беспроводных сетей

- Сети провайдеров Интернет
- Расширение сети провайдеров Интернет: подключение клиентов там, где нет возможности протянуть кабель
- Внутриофисные сети (+гостевой доступ)
- Домашние сети
- Выставочные комплексы и конференц-залы
- Доступ к Интернет в гостиницах, кафе, библиотеках, аэропортах, парках и т.д. (Hot Spot)
- и т.д.

Семейство стандартов беспроводных сетей IEEE 802.11

Стандарт IEEE 802.11 входит в серию стандартов IEEE 802.X, относящихся к сетям и коммуникациям, сюда также входят такие стандарты, как 802.3 Ethernet, 802.5 Token Ring и т.д.

Таким образом, стандарт IEEE 802.11 определяет компоненты и характеристики сети на физическом уровне передачи данных и на уровне доступа к среде с учетом беспроводного способа передачи данных и возможности взаимодействия с существующими сетями.

Семейство стандартов беспроводных сетей IEEE 802.11

IEEE 802.11 – канальная скорость до 2Мбит/с (2,4 ГГц, 1997г)
IEEE 802.11a – канальная скорость до 54Мбит/с (5 ГГц, 1999г)
IEEE 802.11b – канальная скорость до 11Мбит/с (2,4 ГГц, 1999г)
IEEE 802.11g – канальная скорость до 54Мбит/с (2,4 ГГц, 2003г)
IEEE 802.11n – канальная скорость до 300Мбит/с (2,4 ГГц и 5ГГц, 2009г)

IEEE 802.11b+

IEEE 802.11G Turbo (Super) – канальная скорость до 108Мбит/с

MikroTik - Nstream

MikroTik - Nstream Dual

MikroTik – NV2

5

Стандарты беспроводных сетей - IEEE 802.11b

- Распространенный стандарт, совместим с предыдущим стандартом IEEE 802.11
- Работает на частоте 2,4 ГГц
- Используется метод прямой последовательности с разнесением сигнала по широкому диапазону (DSSS)
- Поддерживает скорость соединения 1, 2, 5.5, **11 Мбит/с (реальная скорость передачи данных от 4 до 6 Мбит/с)**, автоматический или фиксированный выбор скорости
- Защита данных при помощи шифрования WEP

6

6

Стандарты беспроводных сетей - IEEE 802.11a

- Более сложная передовая технология
- Работает на частоте 5 ГГц
- Используется метод мультиплексирования с ортогональным делением частот (OFDM)
- Поддерживает скорость соединения до **54 Мбит/с** (48, 36, 24, 18, 12, 9 и 6 Мбит/с), **реальная скорость передачи данных от 20 - 24 Мбит/с**
- 12 одновременно доступных для работы каналов
- Защита данных при помощи шифрования WEP, WPA, 802.1x

7

7

Стандарты беспроводных сетей - IEEE 802.11g

- Обратная совместимость с устройствами стандарта IEEE 802.11b
- Работает на частоте 2.4 ГГц
- Используется метод прямой последовательности с разнесением сигнала по широкому диапазону (DSSS) и метод мультиплексирования с ортогональным делением частот (OFDM)
- Скорость соединения до **54 Мбит/с**, реальная скорость передачи данных от **20 - 24 Мбит/с**
- автоматический или фиксированный выбор скорости
- Защита данных при помощи WPA (Wi Fi Protected Access), 802.1x

8

8

802.11n

- *Увеличение скорости передачи данных*
- *Увеличение зоны покрытия*
- *Увеличение надежности передачи сигнала*
- *Увеличение пропускной способности.*

9

9

802.11n

- Работает на частотах 2.4 и 5.0 ГГц.
- Теоретическая скорость передачи данных до 600 Мбит/с (используя 4 антенны)
- Поддержка технологии MIMO (Multiple Input Multiple Output, Многоканальный вход/выход).
- Увеличение ширины канала с 20 до 40 МГц.
- Обратная совместимость со стандартами a/b/g

10

10

Maximum Theoretical Application-Level Throughput *

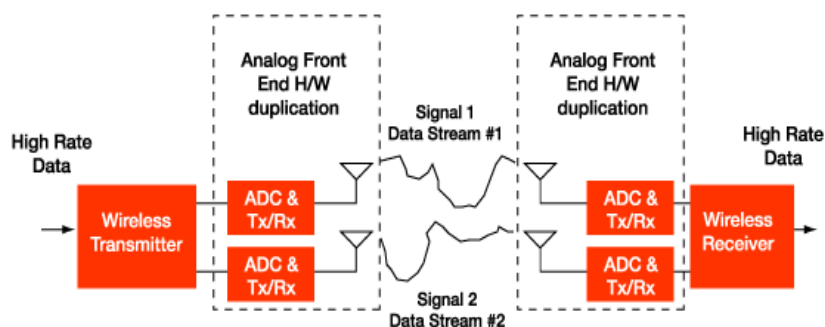
	Modulation	Maximum Link Rate	Maximum TCP Rate	Maximum UDP Rate
802.11b	CCK 📶	11Mbps	5,9Mbps	7,1Mbps
802.11g (with 11b)	OFDM/CCK	54Mbps	14,4Mbps	19,5Mbps
802.11g (11g-only mode)	OFDM/CCK	54Mbps	24,4Mbps	30,5Mbps
802.11a	OFDM	54Mbps	24,4Mbps	30,5Mbps
802.11a TURBO™	OFDM	108Mbps	42,9Mbps	54,8Mbps

* По данным компании Atheros™ Communications

11

1
1

Технология MIMO



Одновременно передаётся множество сигналов, увеличивая суммарную пропускную способность. С помощью Spatial Division Multiplexing (SDM) – сигнал передаётся по одной частоте и разным направлениям, после приёма превращаясь в единый скоростной поток данных.

Для реализации MIMO необходимо, чтобы для каждого потока данных использовались свои антенны приёма/передачи, цепи ВЧ и АЦП.

1
2

Скорость

Более высокая скорость улучшает
пропускную способность

Более низкая скорость увеличивает
дистанцию и надежность

Автоматический или фиксированный выбор
скорости

13

1
2

REC7003E

Regulatory parameters related to Annex 3

	Frequency Band	Power	Duty cycle	Channel spacing	ECC/ERC Decision	Notes
a	2400.0-2483.5 MHz	100 mW e.i.r.p.	No Restriction	No spacing	ERC/DEC/(01)07	For wide band modulations other than FHSS (e.g. DSSS, OFDM, ...), the maximum e.i.r.p. density is limited to 10 mW/1 MHz
b	5150 -5250 MHz	200 mW Max mean	No Restriction		ECC/DEC/(04)08	Restricted to indoor use. The maximum mean e.i.r.p. density shall be limited to 0.25 mW/25 kHz in any 25 kHz band.
c	5250 – 5350 MHz	200 mW Max mean	No Restriction		ECC/DEC/(04)08	Restricted to indoor use. The maximum mean e.i.r.p. density shall be limited to 10 mW/MHz in any 1 MHz band.
d	5470 – 5725 MHz	1 W Max mean	No Restriction		ECC/DEC/(04)08	Indoor as well as outdoor use allowed. The maximum mean e.i.r.p. density shall be restricted to 50 mW/MHz in any 1 MHz band.
e	17.1 - 17.3 GHz	100 mW e.i.r.p.	No Restriction	No spacing		

14

1
4

Кол-во каналов для стран (2,4ГГц) RES7003E

Европа (за исключением Франции и Испании)	2.412 - 2.472 ГГц	13
Франция и Испания	2.457 - 2.472 ГГц	4
США и Канада	2.412 - 2.462 ГГц	11
Япония	2.412 - 2.484 ГГц	14
Корея	2.412 - 2.472 ГГц	13
Чили	2.412 - 2.472 ГГц	13
Австралия	2.412 - 2.472 ГГц	13
Южная Африка	2.412 - 2.472 ГГц	13
Юго-Восточная Азия (включая Сингапур, Малайзию, Таиланд)	2.412 - 2.472 ГГц	13

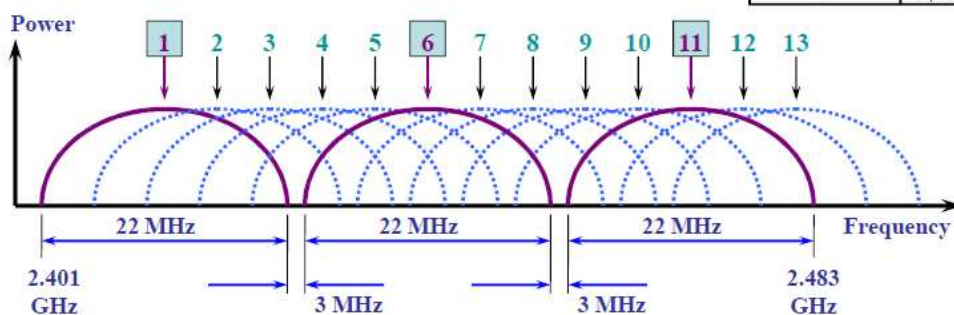
15

1
5

Частоты каналов

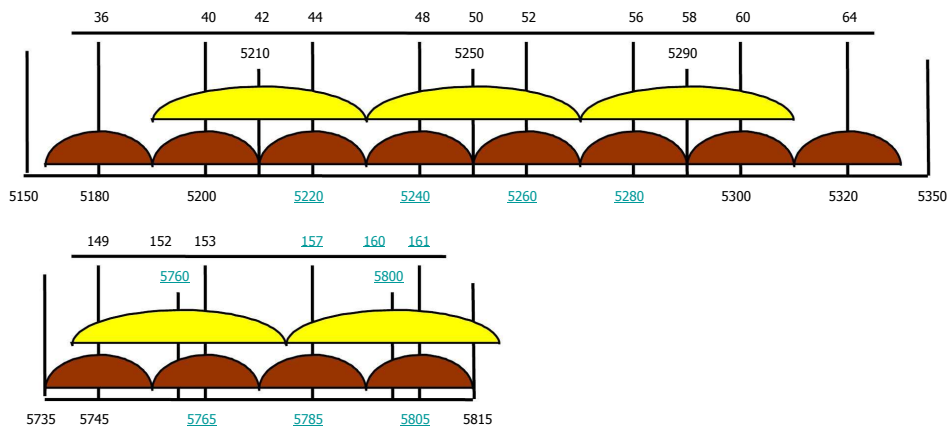
Каждый канал занимает частотный диапазон в 22 МГц.
Например, канал 1 работает в диапазоне от 2,401ГГц до 2,423ГГц, т.е. 2,412ГГц ±11МГц.

Канал	Частота
1	2,412 ГГц
2	2,417 ГГц
3	2,422 ГГц
4	2,427 ГГц
5	2,432 ГГц
6	2,437 ГГц
7	2,442 ГГц
8	2,447 ГГц
9	2,452 ГГц
10	2,457 ГГц
11	2,462 ГГц
12	2,467 ГГц
13	2,472 ГГц



1
5

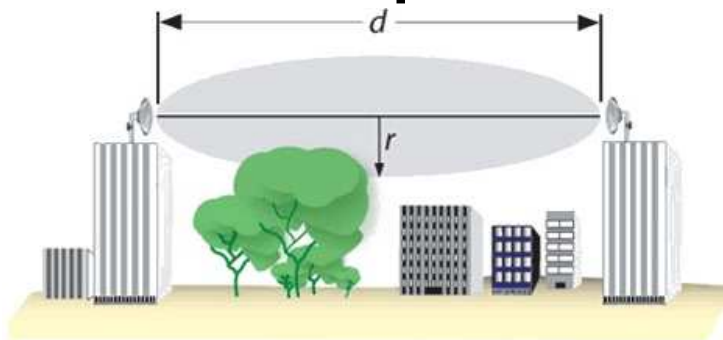
802.11a Channels



- (12) 20 MHz wide channels
- (5) 40MHz wide turbo channels

135

Зона Френеля



Радиоволна в процессе распространения в просторные занимает объем в виде эллипсоида обращения с максимальным радиусом в середине пролета, который называют зоной Френеля.

Естественные (земля, горбы, деревья) и искусственные (здания, столбы) препятствия, которые попадают в это пространство ослабляют сигнал.

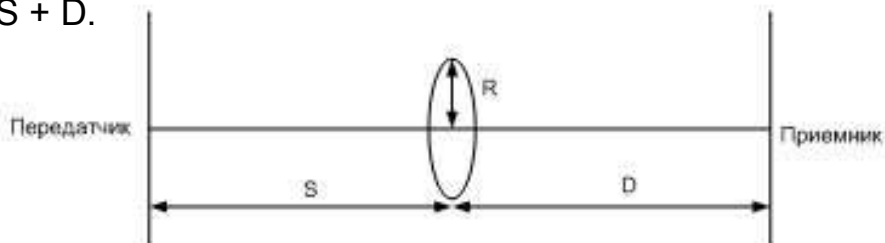
Зона Френеля

Понятие зон Френеля основано на принципе Гюйгенса, согласно которому **каждая точка среды до которой доходит возмущение, сама становится источником вторичных волн**, и поле излучения может рассматриваться как суперпозиция всех вторичных волн.

На основе этого принципа можно показать, что объекты лежащие внутри концентрических окружностей, проведенных вокруг линии прямой видимости двух трансиверов, могут влиять на качество как положительно, так и отрицательно. Все препятствия, попадающие внутрь первой окружности, первой зоны Френеля, оказывают наиболее негативное влияние.

Зона Френеля

Рассмотрим точку, находящуюся на прямом тракте между передатчиком и приемником, причем расстояние от точки до передатчика равно S , а расстояние от точки до приемника равно D , т.е. расстояние между передатчиком и приемником равно $S + D$.



Зона Френеля

радиус первой зоны Френеля в этой точке:

$$R = \sqrt{\frac{\lambda SD}{S+D}}$$

где R, S и D измеряются в одних и тех же единицах, а λ обозначает длину волны сигнала вдоль тракта. Для удобства формулу можно переписать следующим образом:

$$R_M = 17,3 \sqrt{\frac{1}{f_{ГГц}} \frac{S_{KM} D_{KM}}{S_{KM} + D_{KM}}}$$

где R выражается в метрах, два остальных расстояния - в километрах, а частота сигнала - в гигагерцах.

Безопасность в беспроводных сетях

Для обеспечения безопасности в беспроводных сетях используется несколько средств:

- Контроль за подключением к точке доступа на основе MAC-адресов и имени сети
- Шифрование на основе протокола WEP, WPA, WPA2
- Контроль за доступом к среде передачи на основе протокола 802.1x
- Настройка VPN поверх беспроводного соединения
- Вывод беспроводной сети за межсетевой экран, как сети с низким доверием

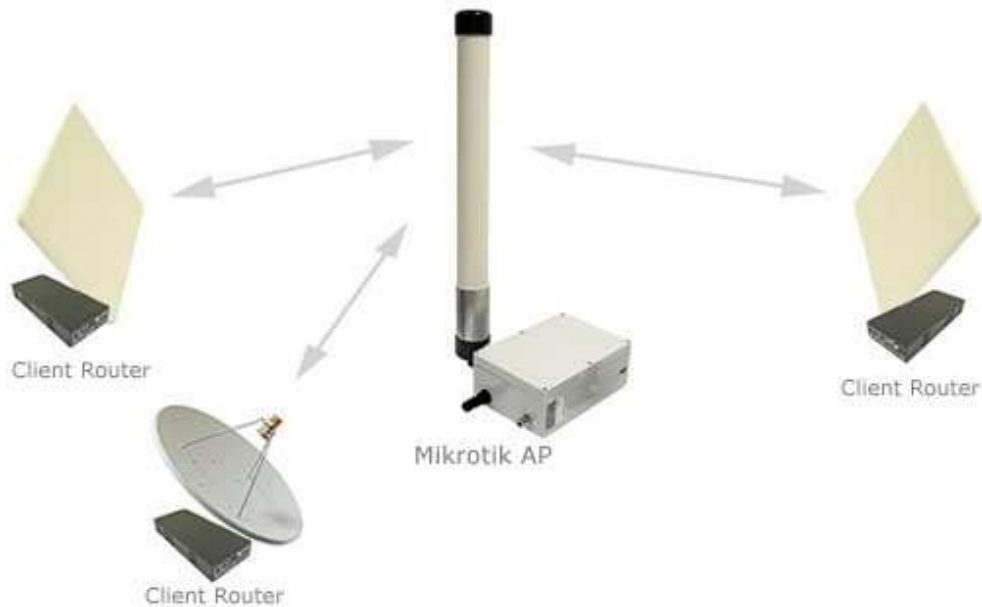
Поддерживаемые частоты MikroTik RouterOS

- 2.4GHz: 2312 - 2499 MHz
- 5GHz: 4920 - 6100 MHz

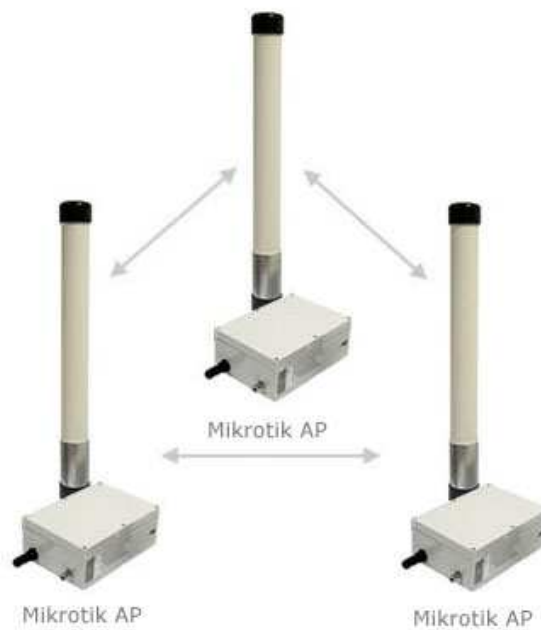
В зависимости от региона

Рассматриваемые режимы wireless
MTCNA

Point-to-multipoint



WDS

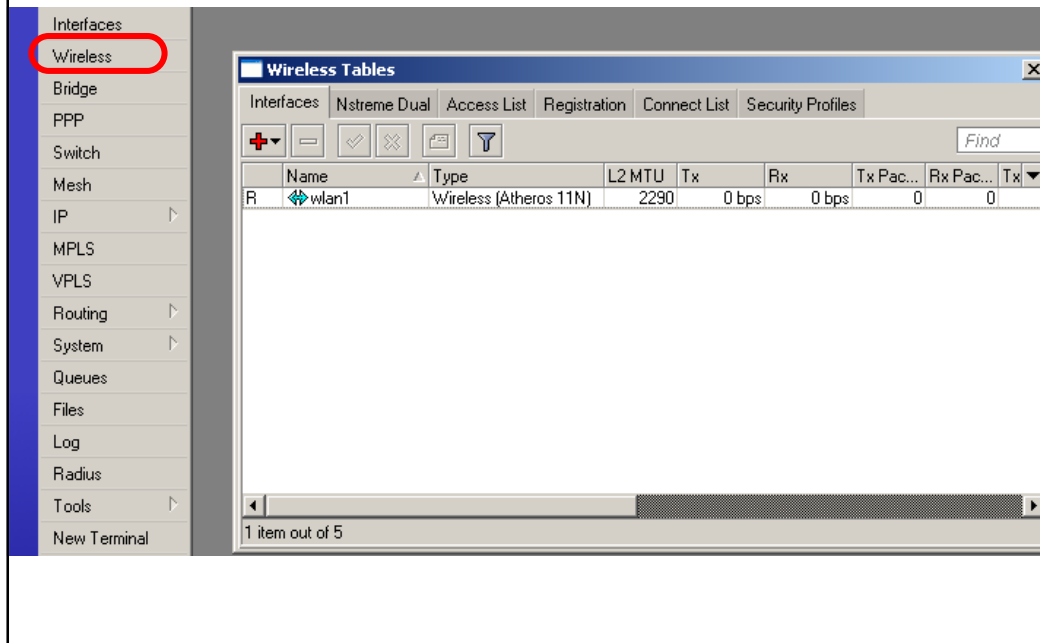


Point-to-point

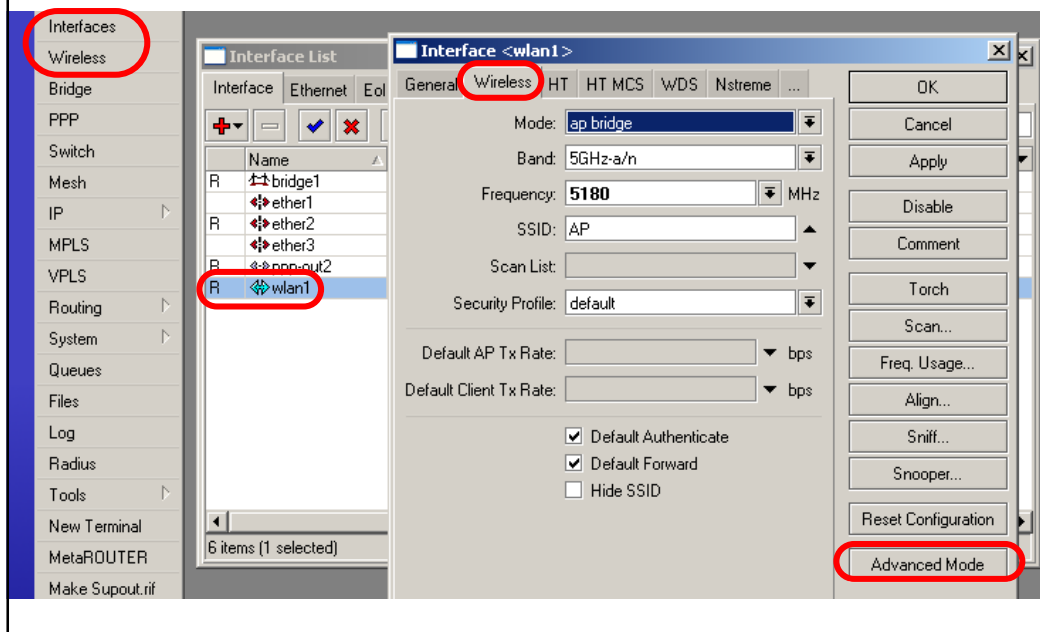


Общие настройки

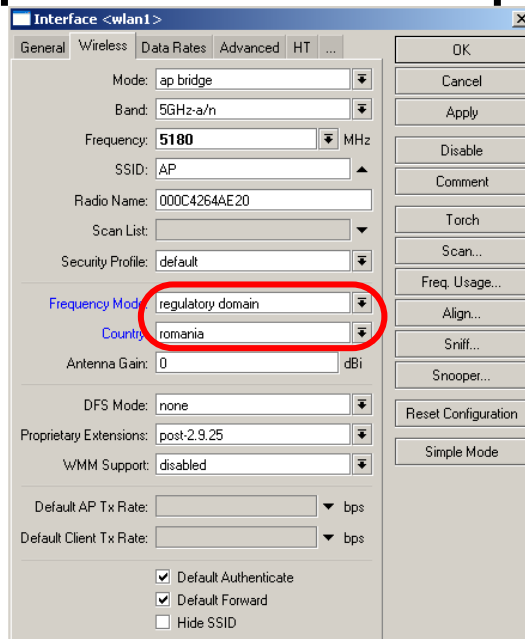
Wireless Configuration



Выбор региональных настроек



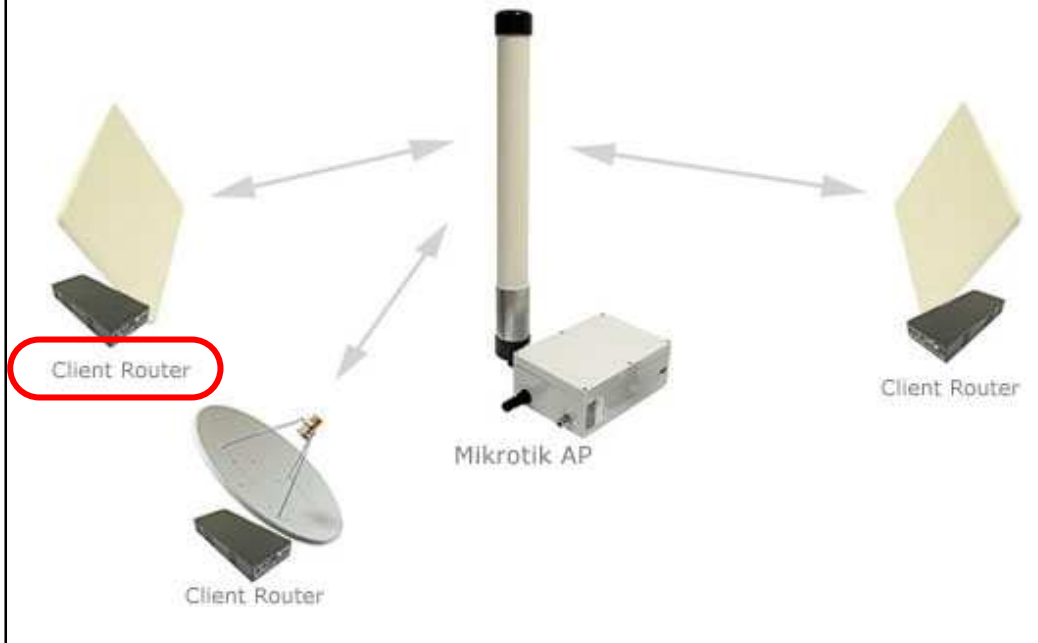
Выбор региональных настроек



RADIO Name

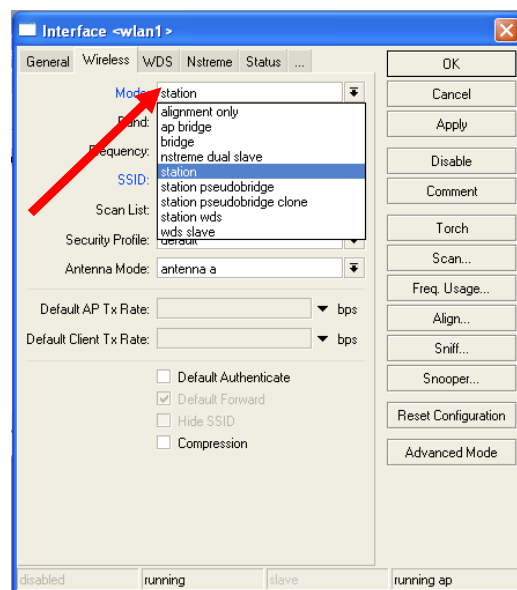
- Мы будем использовать RADIO Name для тех же целей что и использовали router identity
- Установите RADIO Name : **Ваш номер(X) + Ваше имя**

Настройка роутера как клиент (station)



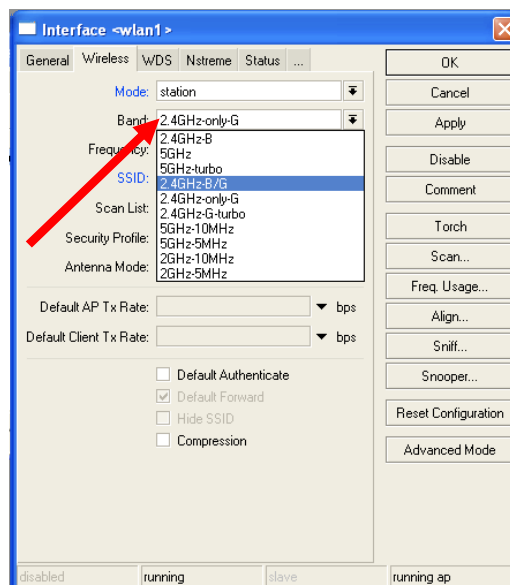
Настройка клиента (Station)

- Установите интерфейс **mode=station**
- Укажите **band (частоту)**
- Укажите **SSID**, Wireless Network Identity
- Указание частоты не является необходимым полем, так же как SSID, потому что можно использовать **scan-list**



Настройка клиента (Station)

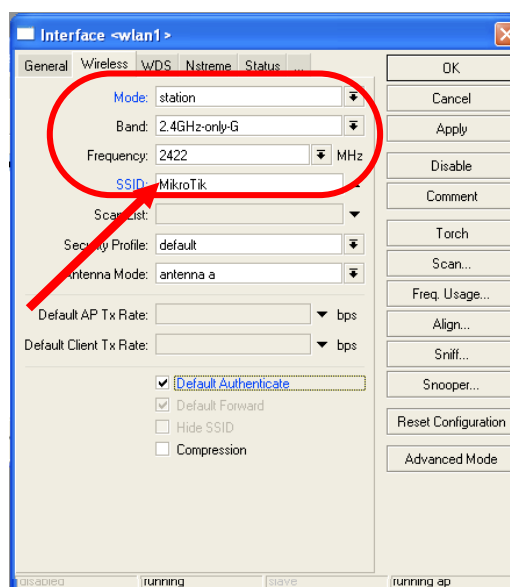
- Установите интерфейс **mode=station**
- Укажите **band (частоту)**
- Укажите **SSID**, Wireless Network Identity
- Указание частоты не является необходимым полем, так же как SSID, потому что можно использовать **scan-list**



3
5

Настройка клиента (Station)

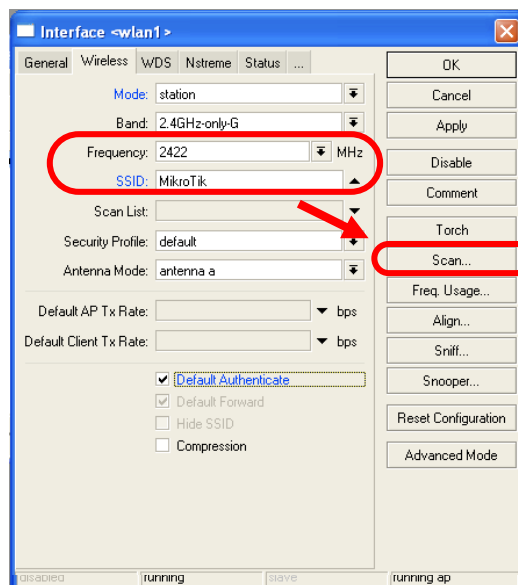
- Установите интерфейс **mode=station**
- Укажите **band (частоту)**
- Укажите **SSID**, Wireless Network Identity
- Указание частоты не является необходимым полем, так же как SSID, потому что можно использовать **scan-list**



3
6

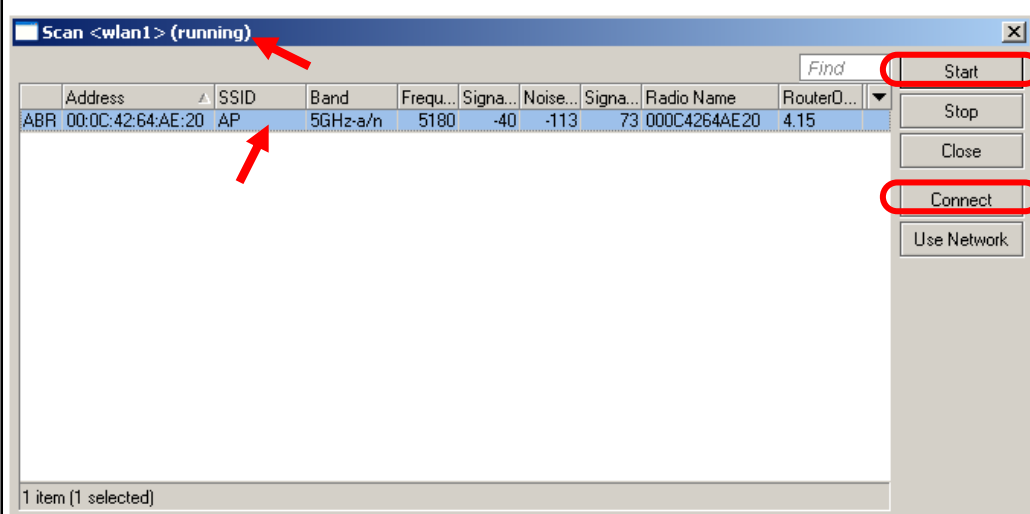
Настройка клиента (Station)

- Установите интерфейс **mode=station**
- Укажите **band (частоту)**
- Укажите **SSID**, Wireless Network Identity
- Указание частоты не является необходимым полем, так же как SSID, потому что можно использовать **scan-list**



3
7

Station Configuration - scan



Во время сканирования беспроводной интерфейс потеряет соединение (отключится)

3
8

Station Configuration Lab

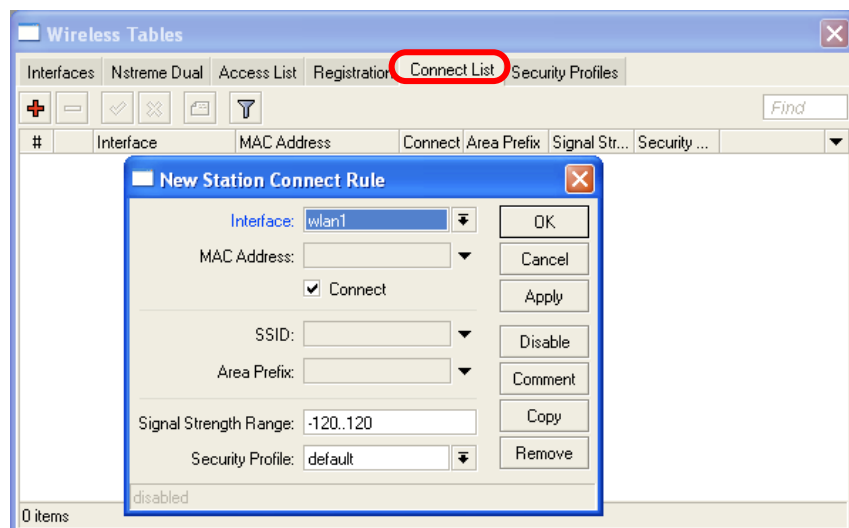
LAB

- Подключитесь к Trainers точки доступа (AP) используя утилиту поиска сетей **Scan**
- Убедитесь что соединение установлено (**R**)

39

3
0

Connect List



- Создание правил для подключения к точкам доступа (access-point)

40

4
0

Connect List Lab

LAB

- Сейчас ваш роутер подключен к трейнерской точке доступа (access-point)
- Сделайте правило которое отключит вас от точки доступа
- Используйте для этого connect-list

41

4
1

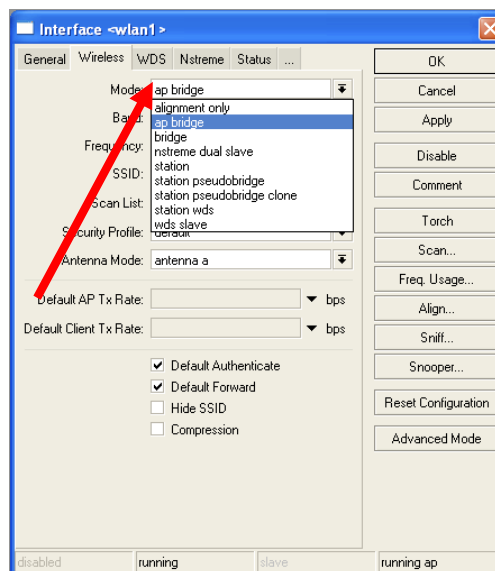
Настройка роутера как точку доступа (Access point)



Access Point Configuration

Настойка точки доступа

- Установите интерфейс **mode=ap-bridge**
- Select **band**
- Укажите **SSID**, Wireless Network Identity
- Установите **Frequency**

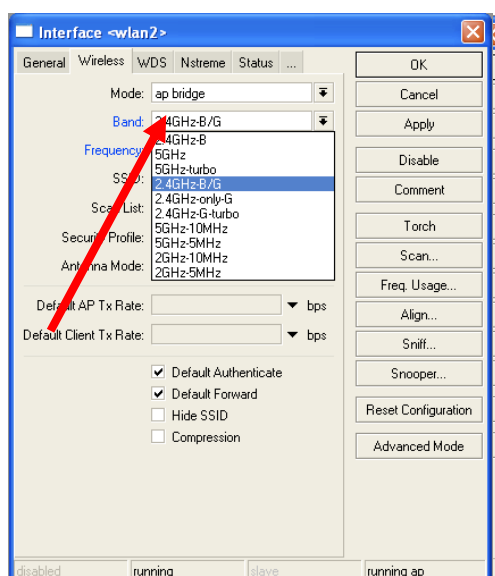


4

Access Point Configuration

Настойка точки доступа

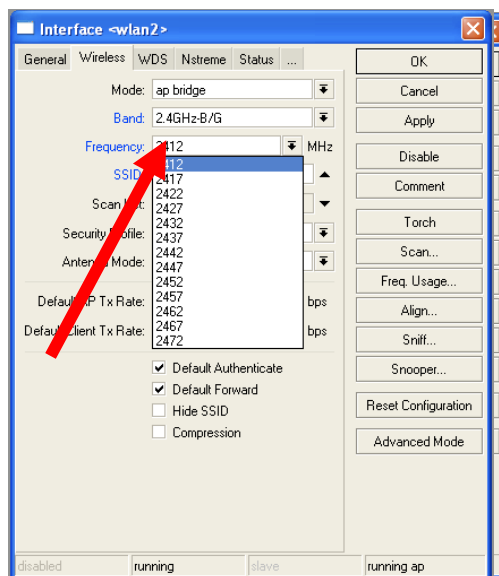
- Установите интерфейс **mode=ap-bridge**
- Select **band**
- Укажите **SSID**, Wireless Network Identity
- Установите **Frequency**



4

Access Point Configuration Настойка точки доступа

- Установите интерфейс **mode=ap-bridge**
- Select **band**
- Укажите **SSID**, Wireless Network Identity
- Установите **Frequency**

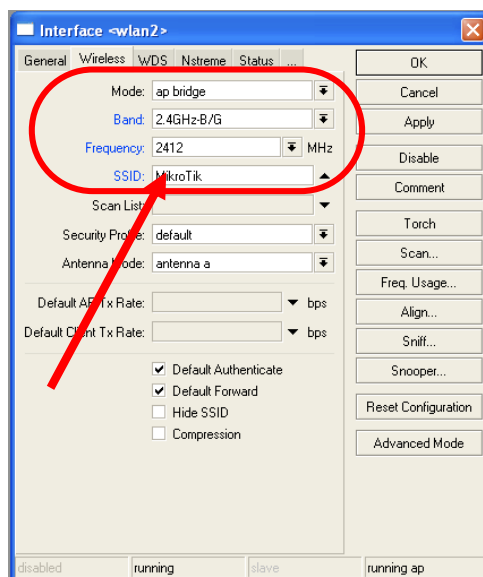


4

6

Access Point Configuration Настойка точки доступа

- Установите интерфейс **mode=ap-bridge**
- Select **band**
- Укажите **SSID**, Wireless Network Identity
- Установите **Frequency**



4

6

Snooper wireless monitor

- Используйте Snooper, чтобы получить общее представление о беспроводных сетях, и используемых частотах
- В это время беспроводной интерфейс отключится

The screenshot shows the 'Snooper - wlan1 - (running)' window. It has two tabs: 'Networks' and 'Stations'. The 'Networks' tab is active, displaying a table of detected wireless networks. The table has columns: 'Frequency', 'Band', 'Address', 'SSID', 'Of Freq. (%)', 'Of Traf. (%)', and 'Bandwidth'. The status bar at the bottom indicates '31 items'.

Frequency	Band	Address	SSID	Of Freq. (%)	Of Traf. (%)	Bandwidth
2412	2.4GHz...	00:0B:68:3...	MikroTik	0.0	0.0	0 b/s
2412	2.4GHz...	00:0C:42:0...	hotspot	0.0	0.0	0 b/s
2412	2.4GHz...	00:0C:42:0...	Kris	0.0	0.0	0 b/s
2412	2.4GHz...	00:0B:68:4...	hotspot	0.8	8.0	7.2 kb/s
2412	2.4GHz...	00:0C:42:1...	hotspot	0.8	8.0	7.2 kb/s
2427	2.4GHz...			0.0		0 b/s
2452	2.4GHz...			1.8		8.0 kb/s
2447	2.4GHz...			1.4		11.2 kb/s
2437	2.4GHz...			4.0		14.2 kb/s
2412	2.4GHz...	00:0C:42:0...	den	0.5	12.8	4.1 kb/s
2412	2.4GHz...	00:19:5B...	default	0.7	19.6	5.9 kb/s
2442	2.4GHz...			2.8		18.3 kb/s
2412	2.4GHz...	00:0B:68:3...	seta	1.0	35.9	8.2 kb/s
2462	2.4GHz...			2.5		20.0 kb/s
2412	2.4GHz...	00:1D:7E...	linksys_SE...	0.9	26.9	7.3 kb/s
2432	2.4GHz...			4.7		20.8 kb/s
2412	2.4GHz...	00:0E:2E:F...	MY_NEW...	1.1	24.8	10.7 kb/s
2457	2.4GHz...			3.0		24.3 kb/s
2412	2.4GHz...	00:0C:42:0...	stendi	1.0	32.9	8.0 kb/s
2412	2.4GHz...	00:0C:42:0...	stendi	1.0	32.9	8.0 kb/s
2412	2.4GHz...	00:0B:68:3...	stendi	1.0	34.0	8.3 kb/s
2422	2.4GHz...			7.5		54.4 kb/s
2417	2.4GHz...			9.2		61.8 kb/s
2412	2.4GHz...	00:0C:42:0...		0.0	0.0	0 b/s

4

7

Wireless AP(точка доступа) and Station

LAB

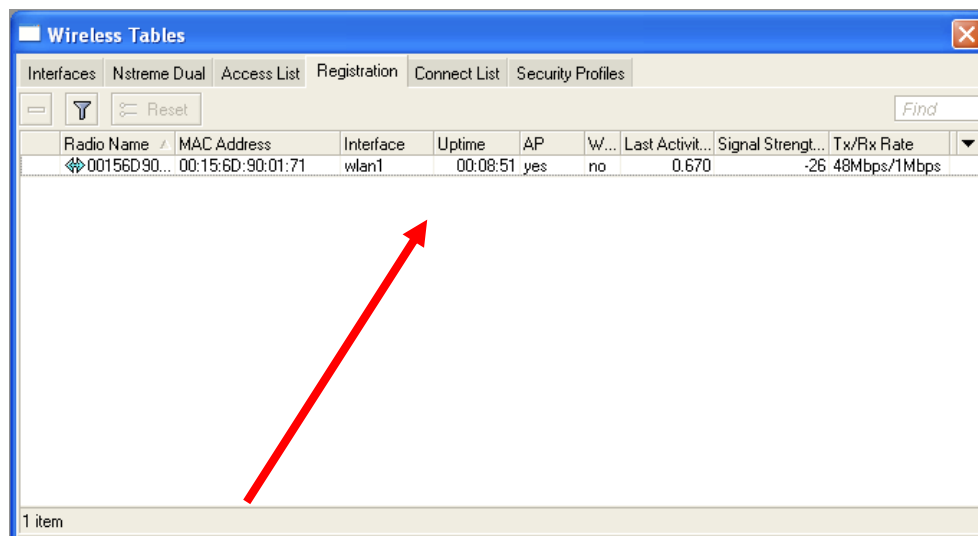
- Работа в группе где один из группы сделает из своего роутера точку доступа (AP), а остальные члены группы к ней подключатся
- Один из группы создайте точку доступа на беспроводном интерфейсе wlan1, работающую на 2Ghz, с SSID "AP_Y_X, где Y номер вашей группы, а X ваш личный номер.
- Остальные члены группы настройте на своем роутере интерфейс wlan1 как station и подключитесь к точке доступа своего соседа в вашей группе.

48

4

8

Registration Table



The screenshot shows the 'Wireless Tables' window with the 'Registration' tab selected. A red arrow points to the first row of the table, which contains the following data:

Radio Name	MAC Address	Interface	Uptime	AP	W...	Last Activit...	Signal Strengt...	Tx/Rx Rate
00156D90...	00:15:6D:90:01:71	wlan1	00:08:51	yes	no	0.670	-26	48Mbps/1Mbps

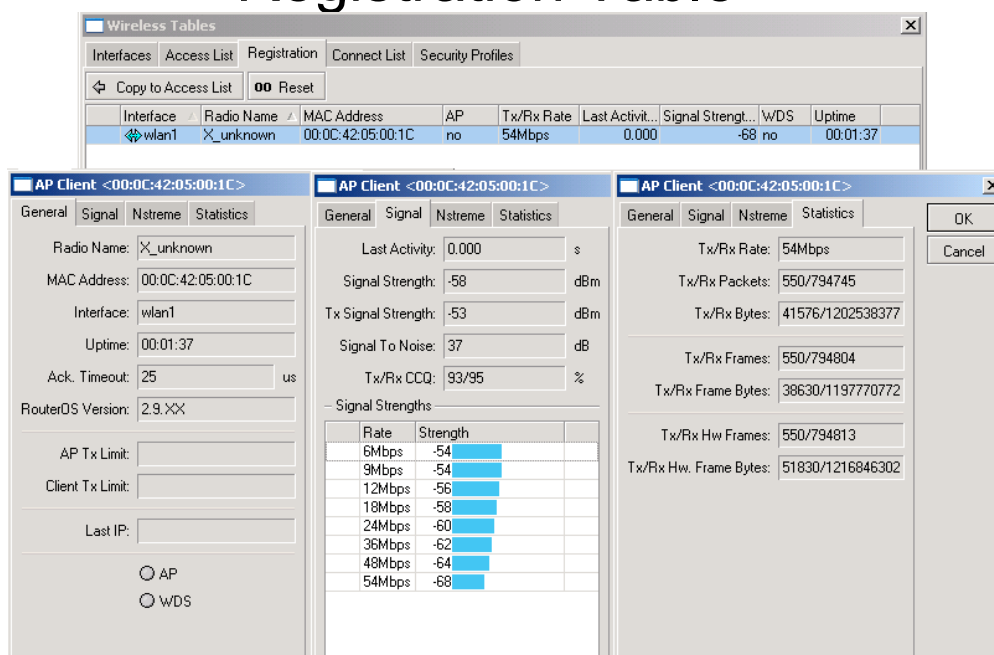
At the bottom of the window, it says '1 item'.

- Показывает всех подключенных к беспроводному интерфейсу

49

4
0

Registration Table



The screenshot shows the 'Wireless Tables' window with the 'Registration' tab selected. Below it, three detailed views of an AP Client are shown.

Wireless Tables - Registration Tab:

Interface	Radio Name	MAC Address	AP	Tx/Rx Rate	Last Activit...	Signal Strengt...	WDS	Uptime
wlan1	X_unknown	00:0C:42:05:00:1C	no	54Mbps	0.000	-68	no	00:01:37

AP Client <00:0C:42:05:00:1C> - General Tab:

Radio Name:	X_unknown
MAC Address:	00:0C:42:05:00:1C
Interface:	wlan1
Uptime:	00:01:37
Ack. Timeout:	25 us
RouterOS Version:	2.9.XX
AP Tx Limit:	
Client Tx Limit:	
Last IP:	
<input type="radio"/> AP <input type="radio"/> WDS	

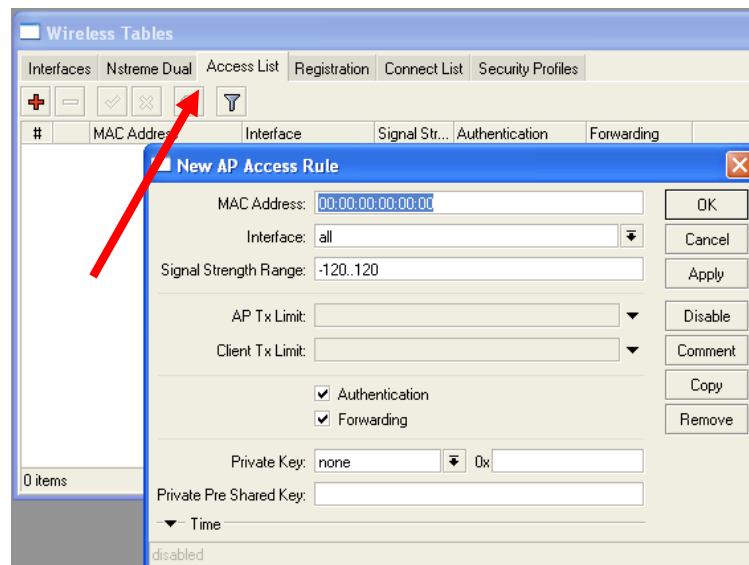
AP Client <00:0C:42:05:00:1C> - Signal Tab:

Last Activity:	0.000 s																		
Signal Strength:	-58 dBm																		
Tx Signal Strength:	-53 dBm																		
Signal To Noise:	37 dB																		
Tx/Rx CCQ:	93/95 %																		
- Signal Strengths <table border="1"> <thead> <tr> <th>Rate</th> <th>Strength</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6Mbps</td><td>-54</td></tr> <tr><td>9Mbps</td><td>-54</td></tr> <tr><td>12Mbps</td><td>-56</td></tr> <tr><td>18Mbps</td><td>-58</td></tr> <tr><td>24Mbps</td><td>-60</td></tr> <tr><td>36Mbps</td><td>-62</td></tr> <tr><td>48Mbps</td><td>-64</td></tr> <tr><td>54Mbps</td><td>-68</td></tr> </tbody> </table>		Rate	Strength	6Mbps	-54	9Mbps	-54	12Mbps	-56	18Mbps	-58	24Mbps	-60	36Mbps	-62	48Mbps	-64	54Mbps	-68
Rate	Strength																		
6Mbps	-54																		
9Mbps	-54																		
12Mbps	-56																		
18Mbps	-58																		
24Mbps	-60																		
36Mbps	-62																		
48Mbps	-64																		
54Mbps	-68																		

AP Client <00:0C:42:05:00:1C> - Statistics Tab:

Tx/Rx Rate:	54Mbps
Tx/Rx Packets:	550/794745
Tx/Rx Bytes:	41576/1202538377
Tx/Rx Frames:	550/794804
Tx/Rx Frame Bytes:	38630/1197770772
Tx/Rx Hw Frames:	550/794813
Tx/Rx Hw. Frame Bytes:	51830/1216846302

Security on Access Point

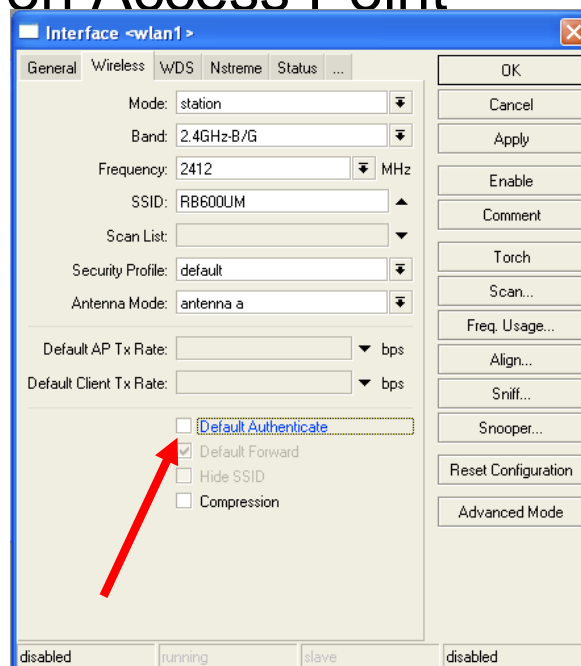


- **Access-list** используется для фильтрации клиентов по **MAC-address**

5
1

Security on Access Point

- Отключите **Default-Authentication** что бы разрешить доступ к точке только устройствам прописанным в Access-list



5
2

Default Authentication

- **Yes**, правила Access-List проверяются, пользователи могут подключаться если нет запрещающего правила
- **No**, доступ к точке только по правилам Access-List

53

5
2

Access-List Lab

LAB

- Сконфигурируйте свои роутеры в режим station и подключитесь к тренерской точки доступа SSID “AP_Trainers”
- Отключим только определенных клиентов
- Разрешим доступ определенным клиентам

54

5
4

Security

- Сейчас мы включим шифрование для нашей беспроводной сети
- Вы должны использовать WPA или WPA2 шифрование
- Все устройства в сети должны иметь одинаковые параметры безопасности

55

5
6

Security

LAB

- Сейчас мы включим шифрование WPA для нашей беспроводной сети
- WPA Pre-Shared Key будет **mikrotiktraining**

Wireless Tables

Interfaces Nstreme Dual Access List Registration Connect List Security Profiles

New Security Profile

General RADIIUS EAP Static Keys

Name: profile1

Mode: dynamic keys

Authentication Types

☒ WPA PSK ☒ WPA2 PSK

☐ WPA EAP ☐ WPA2 EAP

Unicast Ciphers

☒ tkip ☒ aes ccm

Group Ciphers

☒ tkip ☒ aes ccm

WPA Pre-Shared Key: *****

WPA2 Pre-Shared Key: *****

Supplicant Identity:

Group Key Update: 00:05:00

Management Protection: allowed

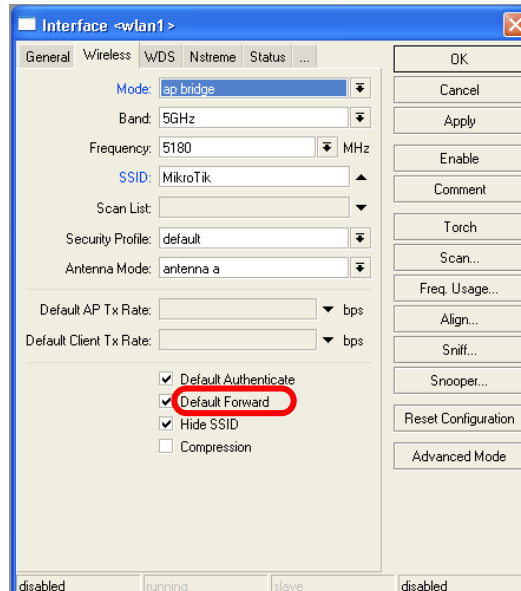
Management Protection Key:

OK Cancel Apply Copy Remove

5
6

Блокировка соединения между клиентами

- **Default-Forwarding** используется для отключения связи между клиентами подключенных к одной и той же точки доступа



5
7

Default Forwarding

- Правила Access-List имеют высший приоритет
- Если между клиентами есть связь, то проверьте правила в access-list

58

5
8

802.11n специальные настройки

- data-rates / HT-MCS

HT - (High Throughput)

Стандарт 802.11n определяет Индекс модуляции и схемы кодирования MCS (Modulation and Coding Scheme). MCS - простое целое число, присваиваемое каждому варианту модуляции (всего возможно 77 вариантов). Каждый вариант определяет тип модуляции радиочастоты (Type), скорость кодирования (Coding Rate), защитный интервал (Short Guard Interval) и значения скорости передачи данных. Сочетание всех этих факторов определяет реальную физическую (PHY) скорость передачи данных, начиная от 6,5 Мбит/с до 600 Мбит/с

59

5
0

MCS Index	Type	Coding Rate	Spatial Streams	Data Rate (Mbps) with 20 MHz CH		Data Rate (Mbps) with 40 MHz CH	
				800 ns	400 ns (SGI)	800 ns	400 ns (SGI)
0	BPSK	1 / 2	1	6.50	7.20	13.50	15.00
1	QPSK	1 / 2	1	13.00	14.40	27.00	30.00
2	QPSK	3 / 4	1	19.50	21.70	40.50	45.00
3	16-QAM	1 / 2	1	26.00	28.90	54.00	60.00
4	16-QAM	3 / 4	1	39.00	43.30	81.00	90.00
5	64-QAM	2 / 3	1	52.00	57.80	108.00	120.00
6	64-QAM	3 / 4	1	58.50	65.00	121.50	135.00
7	64-QAM	5 / 6	1	65.00	72.20	135.00	150.00
8	BPSK	1 / 2	2	13.00	14.40	27.00	30.00
9	QPSK	1 / 2	2	26.00	28.90	54.00	60.00
10	QPSK	3 / 4	2	39.00	43.30	81.00	90.00
11	16-QAM	1 / 2	2	52.00	57.80	108.00	120.00
12	16-QAM	3 / 4	2	78.00	86.70	162.00	180.00
13	64-QAM	2 / 3	2	104.00	115.60	216.00	240.00
14	64-QAM	3 / 4	2	117.00	130.00	243.00	270.00
15	64-QAM	5 / 6	2	130.00	144.40	270.00	300.00
16	BPSK	1 / 2	3	19.50	21.70	40.50	45.00
...
31	64-QAM	5 / 6	4	260.00	288.90	540.00	600.00

60

6
0

802.11n специальные настройки

- HT chains

Какой антенный разъем будет использоваться для TX или RX

61

6
4

802.11n специальные настройки

- HT guard interval

Определяет интервал времени между передаваемыми символами (наименьшая единица данных, передаваемых за один раз). Этот интервал помогает при приеме данных избежать задержки из-за межсимвольных помех Inter-Symbol Interference (ISI) и преодолеть эхо (отражение звуковых волн).

802.11b/g используется защитный интервал 800 нс, а в устройствах 802.11n можно установить 400 нс.

any = 400ns long = 800ns

62

6
2

MikroTik wireless protocol

- Nstream
- Nsteram Dual
- NV2 (TDMA)

63

6
2

Nstreme

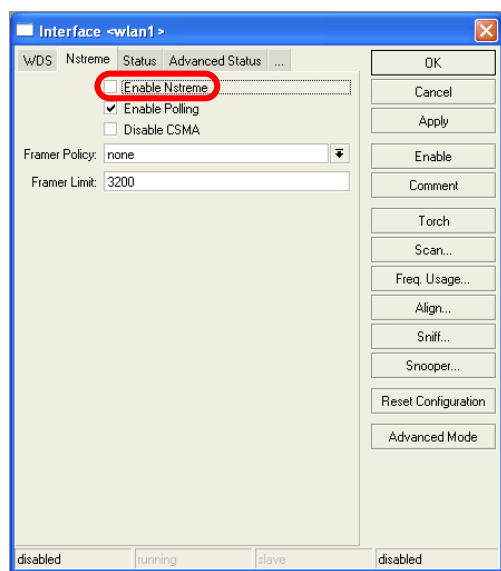
- Собственный протокол беспроводной связи MikroTik
- Улучшает качество беспроводной связи, увеличивается пропускная способность, увеличивается дальность линков
- Чтобы использовать в вашей сети, включите данный протокол на всех беспроводных устройствах в вашей сети

64

6
4

Nstreme Lab

- Включите Nstreme на вашем роутере
- **Nstreme** должен быть включен на обоих(всех) роутерах



6
5

Nstreme Dual

- Собственный протокол беспроводной связи MikroTik
- Улучшает качество беспроводной связи, увеличивается пропускная способность, увеличивается дальность линков
- Nstream2 работает с парой беспроводных карт - одна для передачи данных и одна для приема.
- Demo Video

6
6

66

NV2

- Собственный протокол беспроводной связи MikroTik основанный на технологии TDMA
- TDMA (Time Division Multiple Access) - параллельный доступ с распределенным временем (Time division multiple access, TDMA) - это цифровая технология передачи сигнала, позволяющая получать доступ к одному радиочастотному каналу большому числу пользователей одновременно. При этом не происходит интерференции, поскольку каждому пользователю в пределах каждого канала выделяются уникальные тайм-слоты (промежутки времени)
- Не совместим с другими устройствами (производителями) использующие технологию TDMA!

67

6
7

Summary

68

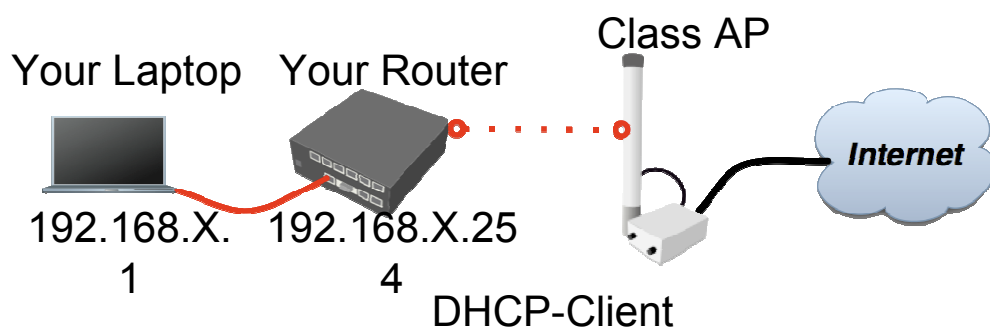
6
8

Bridging

69

6
0

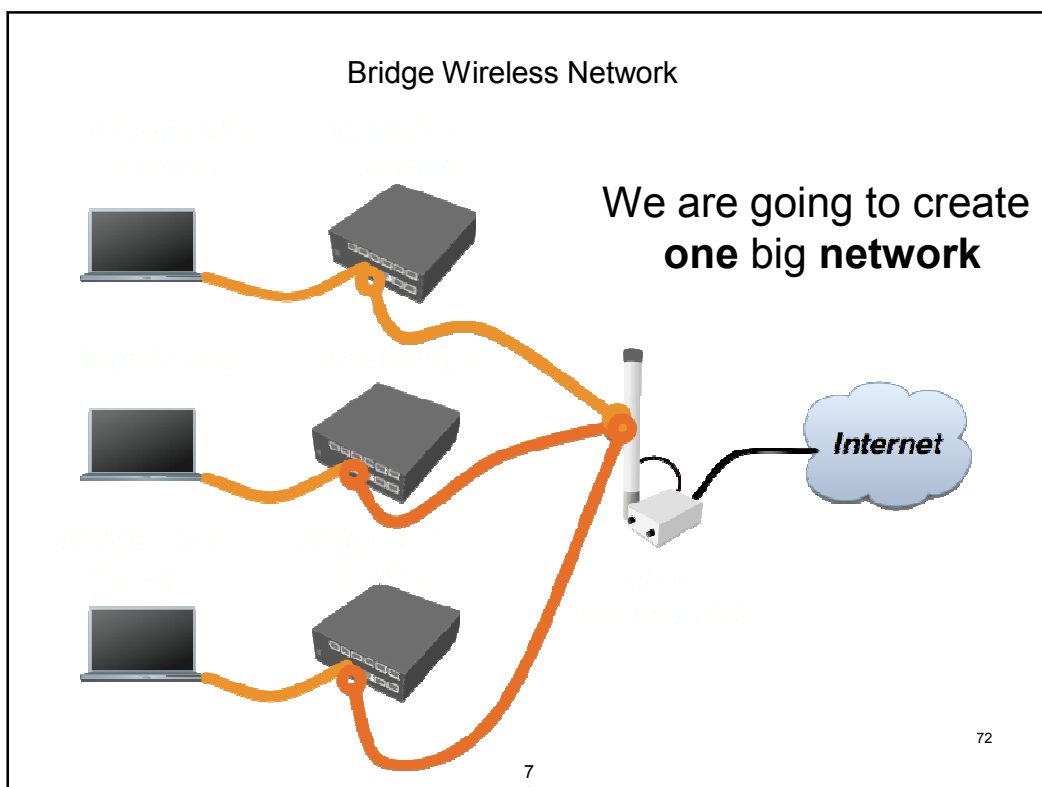
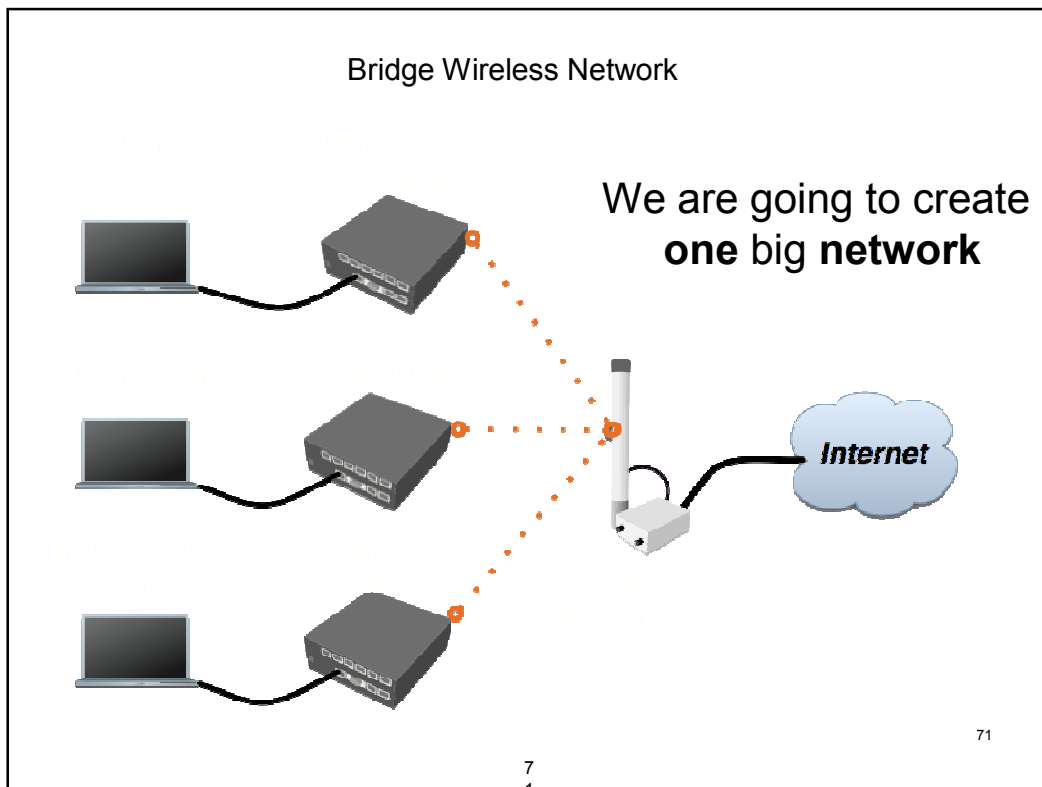
Bridge Wireless Network



- Let's get back to our configuration

70

7
0



Bridge

- Мы сделаем bridge локального интерфейса с беспроводным интерфейсом
- Все ваши ноутбуки будут в одной сети

73

7
2

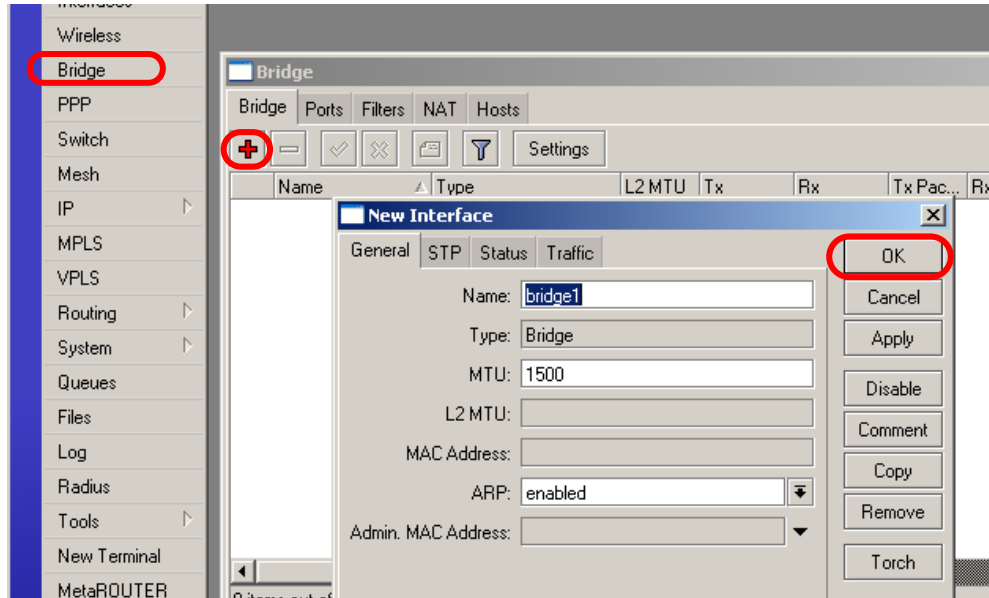
Bridge

- Для создания bridge вам необходимо создать bridge интерфейс
- И добавить интерфейсы в bridge ports

74

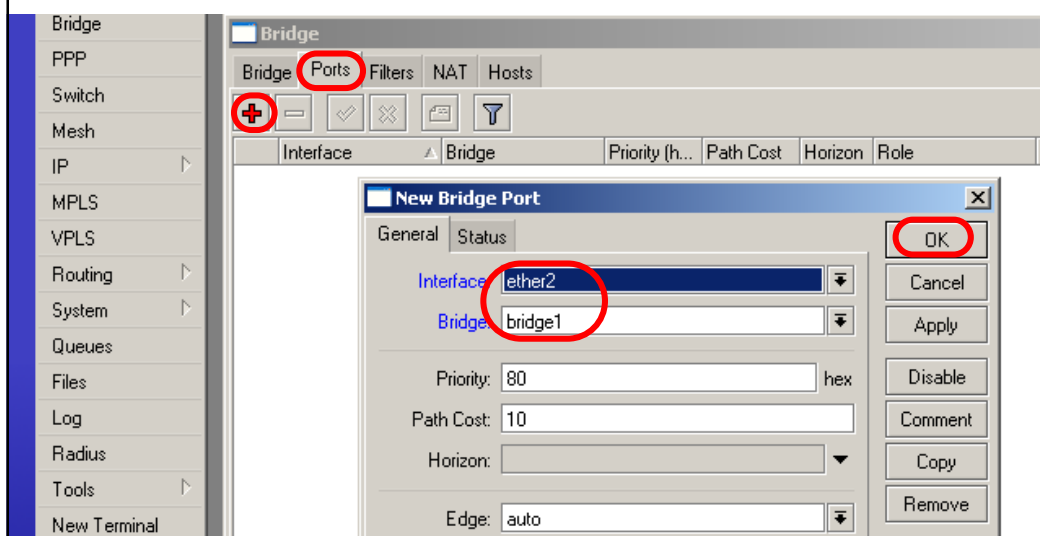
74

Bridge



75

Bridge - demo



76

Bridge

- Нет проблем забридживать Ethernet интерфейсы
- Wireless Clients (**mode=station**) не поддерживает **bridging** это ограничение стандарта 802.11

77

7
7

Bridge Wireless

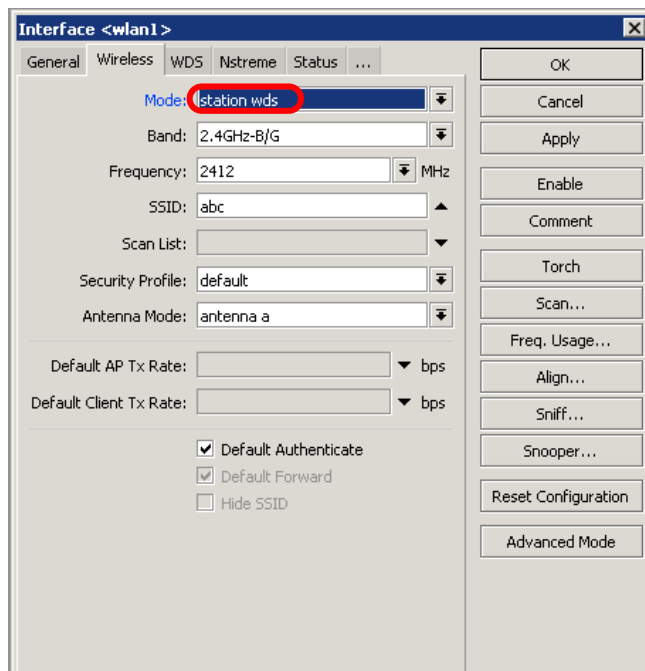
- **WDS** позволяет добавить клиентов wireless в **bridge**
- WDS (Wireless Distribution System) позволяет построить связь между Access Point и Access Point

78

7
8

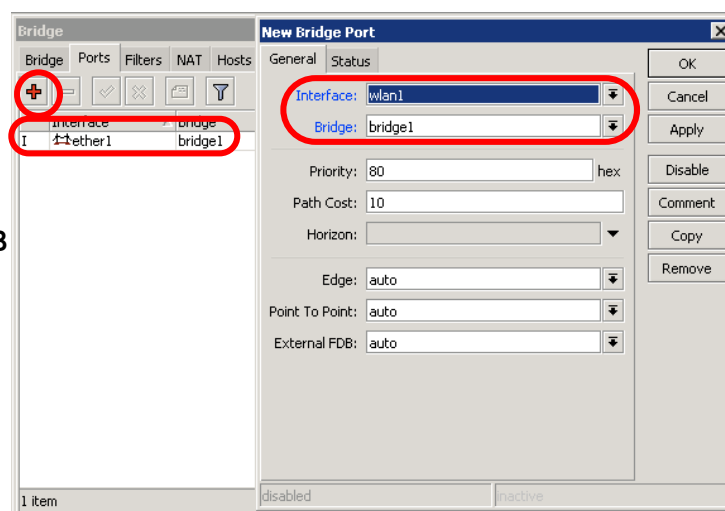
Установка режима WDS

- **Station-wds** это специальный клиентский режим с поддержкой WDS



Add Bridge Ports

- Добавьте публичный и локальный интерфейсы в bridge
- Ether1 (local), wlan1 (public)



80

Access Point WDS

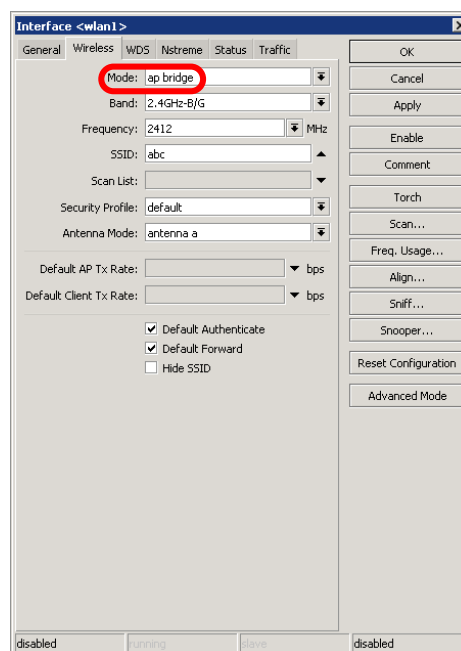
- Для включения WDS на AP-bridge, используйте режим mode=dynamic-mesh
- WDS интерфейсы будут создаваться на лету
- Use default bridge for WDS interfaces
- Добавит Wireless интерфейс Interface в Bridge

81

8
4

AP-bridge

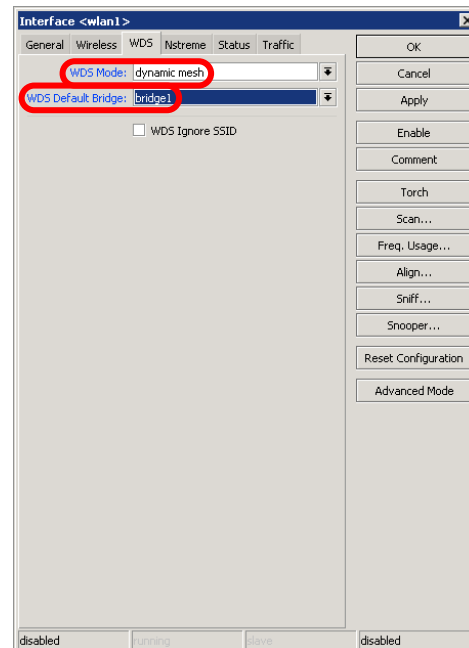
- Set AP-bridge settings
- Add Wireless interface to **bridge**



8
2

WDS configuration

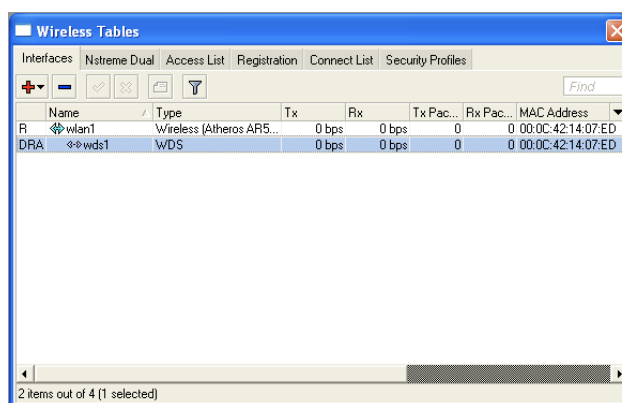
- Use **dynamic-mesh** WDS mode
- WDS interfaces are created on the fly
- Others AP should use **dynamic-mesh** too



8
2

WDS

- WDS link is established
- Dynamic interface is present



84

8
4

WDS Lab

LAB

- Отключите правило **masquerade**
- Отключите **DHCP-client** на вашем роутере на wlan1 интерфейсе
- Используйте режим mode=**station-wds** на вашем роутере для подключения к Тренерской точки доступа
- Включите DHCP на вашем ноутбуке
- Теперь вы можете пинговать ваших соседей, вы в одной сети 192.168.111.0/24

85

8
5