

# Оборудование Mikrotik в гибридной сети интернет провайдера

Yevheniy Lyubchuk  
NEW EDGE LTD, Chernihiv, Ukraine  
[yl@newedge.com.ua](mailto:yl@newedge.com.ua)


MUM 2018

# Опыт эксплуатации Mikrotik

- Первое знакомство с Mikrotik в конце 2011 г. начале 2012 г. (совокупный опыт чуть более 6-ти лет).
- Первое впечатление – странное... все как-то не понятно сложно и вообще кто это все придумал и почему все хвалят это...
- Далее было только хуже. Пытались всячески не использовать Mikrotik при построении новых проектов применяли все что угодно только не Mikrotik. Ошибались.
- Пришло прозрение, прочтено уйму информации по данной тематике, был наработан какой-то опыт и теперь это сотни разнообразных устройств Mikrotik в нашей сети.

# Гибридная сеть

- Это сеть в которой применяется как проводные так и беспроводные технологии передачи данных.
- Проводная часть представлена несколькими маршрутизаторами Mikrotik работающими в качестве серверов доступа NAS, оборудование PON и Ethernet.
- Беспроводная часть – базовые станции (БС) и клиентское оборудование CPE.



# Маршрутизаторы Mikrotik в качестве серверов доступа NAS

# Оборудование, количество, технологии, стандарты

- 5+ маршрутизаторов работающих в качестве NAS серверов
- Работают в жестких условиях в неотопливаемых помещениях в простых антивандальных ящиках (диапазон температур окружающей среды примерно -30...+45).
- Маршрутизаторы: RB750GL (2шт), RB450G (1шт), RB3011UiAS (1шт), CCR1016-12S-1S+ (1шт) и даже RB941-2nD (hAp lite)
- Доступ на основе PPPoE, DHCP, VLAN+DHCP
- Количество абонентов: 600+

# Нагрузки на оборудование

- Не покупайте слишком слабое оборудование!
- Слабое оборудование не решит вашу задачу.
  
- Не покупайте слишком мощное оборудование!
- Слишком мощное оборудование морально устареет пока вы его сможете загрузить по полной.
  
- Покупайте то оборудование, которое решит поставленную задачу сейчас и останется запас мощности на небольшое развитие.
- Затем, когда решите строить новый проект купите новый маршрутизатор в старый сегмент сети, а со старого железа начните строить новый проект или сегмент сети.

# Маршрутизатор RB750GL



# Маршрутизатор RB750GL

- Морально устарел, но все еще работает...
- До 30 абонентов или менее в зависимости от конфигурации
- Как-то работает и при 50-60 абонентах (PPPoE), но нам очень жаль их и мы вскоре заменим несчастный RB750GL на что-то помощнее...
- Чем меньше абонентов, тем больше пропускная способность устройства по скорости доступа.
- Очень слабый процессор как для устройства с гигабитными портами.
- Компактный и потребляет очень мало электричества.
- Часто используем в качестве маленького коммутатора для подключения в него секторов базовой станции.



# RB750GL под нагрузкой 50+ абонентов

Session Settings Dashboard

Time: 20:35:48 CPU: 57% Memory: 36.1 MiB Uptime: 09:08:15

Routerboard

Routerboard

Model: 750GL

Serial Number: [REDACTED]

Firmware Type: ar7240

Factory Firmware: 2.38

Current Firmware: 6.42

Upgrade Firmware: 6.42

OK Upgrade Settings USB Power Reset

#	Name	Target	Upload Max Limit
14	NE105100085	5.13	2150k
15	NE105100093	5.14	2150k
16	NE105100098	5.15	2150k
17	NE105100112	5.16	2150k
18	NE105100116	5.17	2150k
19	NE105100117	5.18	2150k
20	NE105100139	5.19	2150k
21	NE105100144	5.20	2150k
22	NE105100156	5.21	2150k
23	NE105100157	5.22	2150k
24	NE105100165	5.23	2150k
25	NE105100167	5.24	2150k
26	NE105100191	5.25	2150k
27	NE105100192	5.26	2150k
28	NE105100202	5.27	2150k
29	NE105100203	5.28	2150k
30	NE105100204	5.29	2150k
31	NE105100206	5.30	2150k
32	NE105100235	5.31	2150k
33	NE105100243	5.32	2150k
34	NE105100260	5.33	2150k
35	NE105100264	5.34	2150k
36	NE105100275	5.35	2150k
37	NE105100276	5.36	2150k
38	NE105100279	5.37	2150k
39	NE105100280	5.38	2150k
40	NE105100283	5.39	2150k
41	NE105100306	5.40	2150k
42	NE105100359	5.41	2150k
43	NE105100361	5.42	2150k
44	NE105100363	5.43	2150k
45	NE105100382	5.44	2150k
46	NE105100386	5.45	2150k
47	NE105100387	5.46	2150k
48	NE105100391	5.47	2150k
49	NE105100402	5.48	2150k
50	NE105100435	5.49	2150k
51	NE105100562	5.50	2150k

52 items 0 B queued

Resources

Uptime: 09:08:15

Free Memory: 36.1 MiB

Total Memory: 64.0 MiB

CPU: MIPS 24Kc V7.4

CPU Count: 1

CPU Frequency: 400 MHz

CPU Load: 57%

Free HDD Space: 45.8 MiB

Total HDD Size: 64.0 MiB

Sector Writes Since Reboot: 3 455

Total Sector Writes: 10 857 494

Bad Blocks: 0.0%

Architecture Name: mipsbe

Board Name: RB750GL

Version: 6.42 (stable)

Build Time: Apr/13/2018 11:03:46

Factory Software:

Tx/Rx Rate: 2.5 Mbps / 18.0 Mbps

Tx/Rx Packet Rate: 1 125 p/s / 1 818 p/s

FP Tx/Rx Rate: 1441.0 kbps / 17.9 Mbps

FP Tx/Rx Packet Rate: 1 048 p/s / 1 776 p/s

Tx/Rx Bytes: 8.6 GiB / 38.1 GiB

Tx/Rx Packets: 25 649 998 / 36 334 086

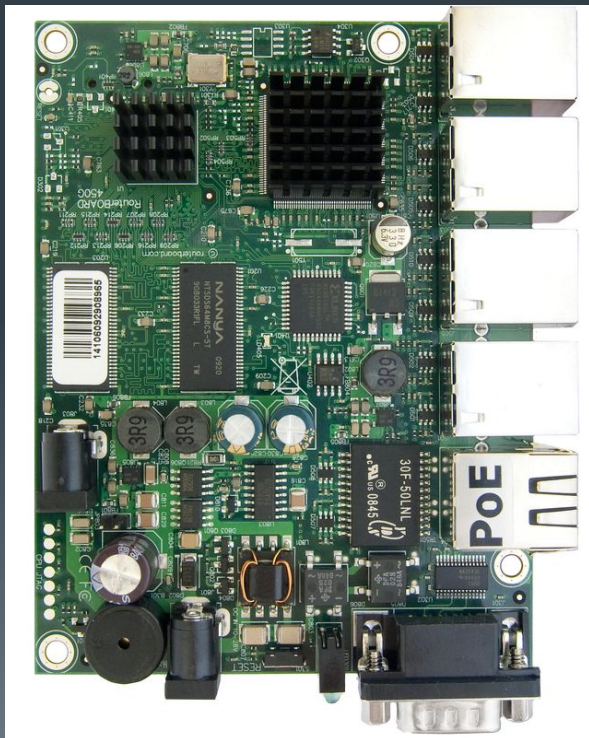
Tx/Rx Drops: 0 / 0

Tx/Rx Errors: 0 / 0

enabled running slave link ok

# Маршрутизатор RB450G

- Старичок еще тот, но живет и работает во благо.
- Немного более производительнее, чем RB750GL.
- Поставляется платой, требует покупки корпуса отдельно.
- Процессор можно разогнать в крайнем случае.



# RB450G под нагрузкой 70+ абонентов +разгон процессора с 680МГц до 800МГц

The screenshot displays the Mikrotik WinBox interface in Safe Mode. The top status bar shows: Time: 21:05:55, Date: Apr/23/2018, Memory: 219.4 MiB, Uptime: 09:18:48, CPU: 52%. The left sidebar contains navigation menus for various system components.

The main window is divided into several panels:

- Queue List:** A table showing queue configurations for various interfaces.
- Interface <ether5-wan>:** Displays statistics for the Ethernet interface, including Tx/Rx Rate (3.5 Mbps / 48.3 Mbps), Tx/Rx Packet Rate (2.951 p/s / 4.786 p/s), and other metrics.
- Routerboard:** Shows hardware details such as Model (450G), Serial Number, Firmware Type (ar7100), and Current Firmware (6.42).
- Resources:** Displays system resources including Uptime (09:18:48), Free Memory (219.4 MiB), Total Memory (256.0 MiB), CPU (MIPS 24Kc V7.4), CPU Count (1), CPU Frequency (800 MHz - circled in pink), and CPU Load (52%).
- DHCP Server:** A window showing the DHCP server configuration, including a table of leases.

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit
1	107200178	vlan-107200178	2350k	2350k
2	107200179	vlan-107200179	2350k	4300k
3	107200180	vlan-107200180	2350k	4300k
4	107200181	vlan-107200181	4300k	10500k
5	107200183	vlan-107200183	3300k	7500k
6	107200184	vlan-107200184	2350k	4300k
7	107200195	vlan-107200195	2350k	4300k
8	107200208	vlan-107200208	2350k	4300k
9	107200403	vlan-107200403	2350k	4300k
10	107200405	vlan-107200405	2350k	4300k
11	107200407	vlan-107200407	2350k	4300k
12	107200408	vlan-107200408	4300k	10500k
13	107200410	vlan-107200410	4300k	10500k
14	107200411	vlan-107200411	4300k	10500k
15	107200458	vlan-107200458	2350k	4300k
16	107200464	vlan-107200464	4300k	10500k
17	107200476	vlan-107200476	2350k	4300k
18	107200477	vlan-107200477	2350k	4300k
19	107200478	vlan-107200478	2350k	4300k
20	107200479	vlan-107200479	2350k	4300k
21	107200480	vlan-107200480	2350k	4300k
22	107200481	vlan-107200481	2350k	4300k
23	107200482	vlan-107200482	2350k	4300k
24	107200483	vlan-107200483	2350k	4300k

Address	MAC Address	Client ID	Server
.0.249	4C:5E:0C:D9:19:4B	1:4c:5e:c:d9:19:4b	server72
.0.250	6C:3B:6B:38:D4:C1	1:6c:3b:6b:38:d4:c1	server72
.0.251	D4:CA:6D:5F:5A:1B	1:d4:ca:6d:5f:5a:1b	server72
.0.252	D4:CA:6D:8B:AE:...	1:d4:ca:6d:8b:ae:...	server72
.0.253	4C:5E:0C:FC:A5:AF	1:4c:5e:c:fc:a5:af	server72
2.2	88:D7:F6:87:56:7C	1:88:d7:f6:87:56:7c	server-107200179
3.1	00:24:1D:5B:3D:3D	1:0:24:1d:5b:3d:3d	server-107200180
3.2	E4:BE:ED:F3:5A:F4	1:e4:be:ed:f3:5a:f4	server-107200180
4.253	F4:F2:6D:B2:4F:F1	1:f4:f2:6d:b2:4f:f1	server-107200183
5.1	98:DE:D0:E4:81:E1	1:98:de:d0:e4:81:e1	server-107200184
6.1	00:1D:0F:C5:66:EB	1:0:1d:f:c5:66:eb	server-107200195
7.1	84:16:F9:46:D8:99	1:84:16:f9:46:d8:99	server-107200208

# Маршрутизатор RB3011UiAS

- Планируем заменить им все RB450G и RB750GL которые не справляются с нагрузкой.
- Отличная и очень продуктивная железка за небольшие деньги.

- |                              |                     |  |
|------------------------------|---------------------|--|
| ▪ Specifications             |                     |  |
| ▪ Architecture               | ARM 32bit           |  |
| ▪ CPU                        | IPQ-8064            |  |
| ▪ CPU core count             | 2                   |  |
| ▪ CPU nominal frequency      | 1.4 GHz             |  |
| ▪ Dimensions                 | 443x92x44mm         |  |
| ▪ License level              | 5                   |  |
| ▪ Operating System           | RouterOS            |  |
| ▪ Size of RAM                | 1 GB                |  |
| ▪ Storage size               | 128 MB              |  |
| ▪ Storage type               | NAND                |  |
| ▪ Tested ambient temperature | -30 + 70 C          |  |
| ▪ Max Power consumption      | 10W                 |  |
| ▪ PoE in                     | Passive PoE         |  |
| ▪ PoE out                    | Passive PoE         |  |
| ▪ PoE in input Voltage       | 10-30 V             |  |
| ▪ Number of DC inputs        | 2 (DC jack, PoE-IN) |  |
| ▪ DC jack input Voltage      | 10-30 V             |  |
| ▪ Ethernet                   |                     |  |
| ▪ 10/100/1000 Ethernet ports | 10                  |  |
| ▪ Fiber                      |                     |  |
| ▪ SFP ports                  | 1                   |  |



# Маршрутизатор RB3011UiAS

RouterOS WinBox

Safe Mode Session: [redacted] Time: 21:42:32 Date: Apr/23/2018 Uptime: 00:15:10 Memory: 984.8 MiB CPU: 1%

Interface List

Interface	Interface List	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN	VRPP	Bonding	LTE
	Name	Type	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	Tx Packet (p/s)	Rx Packet (p/s)	FP
DR	d2p-ks	L2TP Server Binding	1490		7.0 kbps	0 bps	8	0	
DR	d2p-netr	L2TP Server Binding	1490		1469.4 kbps	361.1 kbps	276	211	
	G01-ether01	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
S	G01-ether02-lan-sw	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
S	G01-ether03-lan-serv	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
S	G01-ether04-monitor-sw	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
S	G01-ether05-monitor-server	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
RS	G02-ether06-wan-sw	Ethernet	1500	1598	2.7 Mbps	2.7 Mbps	810	728	
S	G02-ether07-wan-serv	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
	G02-ether08	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
	G02-ether09	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
	G02-ether10	Ethernet	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
	G02-sfp1	Ethernet	1500	1600	0 bps	0 bps	0	0	
R	bridge-lan-netr	Bridge	1448	65531	0 bps	4.0 kbps	0	8	
R	bridge-lan	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
R	bridge-monitor	Bridge	1500	1598	0 bps	0 bps	0	0	
R	bridge-vlan	Bridge	1400	65527	196.7 kbps	10.7 kbps	19	23	
R	bridge-wan	Bridge	1500	1598	2.1 Mbps	1883.9 kbps	577	482	
RS	vlan-444-LAN	VLAN	1500	1594	312.6 kbps	1386.1 kbps	216	240	
RS	vlan-1	VLAN	1400	1590	5.1 kbps	8.4 kbps	10	10	
R	vlan85-WAN	VLAN	1500	1594	1834.9 kbps	482.0 kbps	361	241	
R	eoip-tunnel-netr	EoIP Tunnel	1438	65535	218.9 kbps	14.5 kbps	29	25	
RS	vlan-1	VLAN	1400	65531	207.2 kbps	10.9 kbps	29	25	
R	eoip-tunnel-netr	EoIP Tunnel	1448	65535	10.6 kbps	0 bps	8	0	
RS	vlan-Lan	VLAN	1448	65531	5.2 kbps	0 bps	8	0	
R	eoip-tunnel-netr	EoIP Tunnel	1448	65535	1544.3 kbps	314.1 kbps	230	206	
RS	vlan-Lan	VLAN	1448	65531	1410.5 kbps	307.0 kbps	230	206	
R	pppoe-out1	PPPoE Client	1492		0 bps	0 bps	0	0	
R	ppptp-out-netr	PPTP Client	1480		214.6 kbps	20.1 kbps	29	25	

Routerboard

Routerboard

Model: RouterBOARD 3011UiAS

Serial Number: [redacted]

Firmware Type: ipq8060

Factory Firmware: 3.35

Current Firmware: 6.42.1

Upgrade Firmware: 6.42.1

Resources

Uptime: 00:15:10

Free Memory: 984.8 MiB

Total Memory: 1010.8 MiB

CPU: ARMv7

CPU Count: 2

CPU Frequency: 1400 MHz

CPU Load: 1 %

Free HDD Space: 89.4 MiB

Total HDD Size: 128.3 MiB

Architecture Name: arm

Board Name: RB3011UiAS

Version: 6.42.1 (stable)

Build Time: Apr/23/2018 10:46:55

Factory Software: 6.35.3

29 items



# Маршрутизатор CCR1016-12S-1S+

- Очень продуктивная железка.
- Эксплуатируем с 2015 года без нареканий и жалоб.
- Внутри два блока питания по 24В 4А.
- В нашем случае работает от 13+В, но выключается при менее 12В.
- 400+ абонентов DHCP, VLAN+DHCP.
- Нагрузка по трафику 350 МБит/с (ограничена со стороны выше стоящего провайдера).
- Загрузка процессора не более 30%.



# CCR1016-12S-1S+ под нагрузкой 400+ абонентов

Session Settings Dashboard

Memory: 1376.6 MiB CPU: 28% Date: Apr/23/2018 Time: 22:15:56 Uptime: 5d 04:24:06

RouterOS WinBox

Quick Set  
CAPsMAN  
Interfaces  
Wireless  
Bridge  
PPP  
Mesh  
IP  
MPLS  
OpenFlow  
Routing  
System  
Queues  
Files  
Log  
Radius  
Tools  
New Terminal  
TR069  
LCD  
Dude  
Partition  
Make Supout.rif  
Manual  
New WinBox  
Exit

Queue List

#	Name	Target	Upload Max Lin
176	106200303	vlan-106200303	50M
177	102200301	vlan-102200301	50M
178	102500052	vlan-102500052	50M
179	102200305	vlan-102200305	50M
180	102500030	vlan-102500030	50M
181	102500055	vlan-102500055	50M
182	102500099	vlan-102500099	100M
183	102500133	vlan-102500133	100M
184	102200356	vlan-102200356	50M
185	106200314	vlan-106200314	50M
186	106200315	vlan-106200315	50M
187	106200317	vlan-106200317	50M
188	106200319	vlan-106200319	50M
189	106200323	vlan-106200323	100M
190	106200324	vlan-106200324	100M
191	106200332	vlan-106200332	50M
192	106200354	vlan-106200354	100M
193	102500033	vlan-102500033	100M
194	102500060	vlan-102500060	50M
195	102500125	vlan-102500125	50M
196	102500124	vlan-102500124	50M
197	102500220	vlan-102500220	50M
198	102200311	vlan-102200311	50M
199	102500128	vlan-102500128	50M
200	102500186	vlan-102500186	100M
201	102100252	vlan-102100252	50M
202	102100254	vlan-102100254	50M
203	102100287	vlan-102100287	50M
204	102200307	vlan-102200307	100M
205	102200320	vlan-102200320	100M
206	102200322	vlan-102200322	50M
207	102200325	vlan-102200325	100M
208	102200327	vlan-102200327	50M
209	102200329	vlan-102200329	100M
210	102200333	vlan-102200333	50M
211	102200334	vlan-102200334	50M
212	102200341	vlan-102200341	50M
213	102200342	vlan-102200342	100M
214	102200346	vlan-102200346	50M

379 items

0 B queued

0 packets queued

Interface <sf1-wan>

Overall Stats Rx Stats Tx Stats Status Traffic ...

Tx/Rx Rate: 36.8 Mbps / 312.7 Mbps

Tx/Rx Packet Rate: 21 162 p/s / 30 083 p/s

FP Tx/Rx Rate: 36.8 Mbps / 312.7 Mbps

FP Tx/Rx Packet Rate: 21 162 p/s / 30 083 p/s

Tx/Rx Bytes: 1005.4 GiB / 6701.1 GiB

Tx/Rx Packets: 3394 665 150 / 6018 238 076

Tx/Rx Drops: 0 / 0

Tx/Rx Errors: 0 / 0

System Health

Fan Mode: auto

Use Fan: main

Voltage: 13.3 V

Temperature: 27 C

CPU Temperature: 56 C

Current: 1704 mA

Power Consumption: 22.6 W

Active Fan: main

Fan Speed: 3594 RPM

PSU1 State: failed

PSU2 State: ok

Routerboard

Routerboard

Model: CCR1016-12S-1S+

Serial Number: [REDACTED]

Firmware Type: tilegx

Factory Firmware: 3.22

Current Firmware: 6.41.3

Upgrade Firmware: 6.41.3

Resources

Uptime: 5d 04:24:06

Free Memory: 1376.6 MiB

Total Memory: 1939.2 MiB

CPU: tilegx

CPU Count: 16

CPU Frequency: 1200 MHz

CPU Load: 28%

Free HDD Space: 64.8 MiB

Total HDD Size: 128.0 MiB


Architecture Name: tile

Board Name: CCR1016-12S-1S+

Version: 6.41.3 (stable)

Build Time: Mar/08/2018 11:55:40

Factory Software: [REDACTED]




# Интеграция маршрутизаторов Mikrotik с биллинговой системой



# Интеграция Mikrotik с биллинговой системой Ubilling

- Долго мучились с разными вариантами биллинговых систем и все же остановились на Ubilling.
- Ubilling выполняет управление территориально разнесенными Mikrotik NAS. Включает и выключает доступ абонентам и собирает с оборудования статистику.
- Всю остальную работу выполняют маршрутизаторы Mikrotik работающие в качестве NAS серверов.
- Интернет на каждый маршрутизатор может предоставляться различными операторами/провайдерами.




# Управление и мониторинг распределенной сети по средствам Mikrotik Dude

# Управление маршрутизаторами Mikrotik в распределенной сети

- Все маршрутизаторы объединены в отдельную сеть по средствам протоколов туннелирования и vlan.
- Доступ в управляющий vlan закрыт всем кроме нужных устройств или компьютеров (маршрутизаторы, биллинг, компьютер администратора).
- Администрирование и настройка оборудования производится по средствам WinBox и/или SSH
- Для оперативного доступа администратора к оборудованию используем Mikrotik Dude, как средство мониторинга и администрирования ключевого оборудования.

# Мониторинг распределенной сети по средствам Mikrotik Dude

The screenshot displays the Mikrotik Dude 4.0beta3 web interface. The title bar shows the user is logged in as 'admin@127.0.0.1'. The interface includes a top navigation bar with 'Настройки' (Settings), 'Локальный сервер' (Local server), and 'Справка' (Help). Below this is a toolbar with icons for navigation and actions, and a dropdown menu for 'Инструменты' (Tools). The main area shows a network topology diagram with various nodes and connections. The nodes are color-coded (green, yellow, red) and some are highlighted with dashed blue boxes. The left sidebar contains a 'Содержание' (Content) menu with categories like 'Address Lists', 'Admins', 'Agents', 'Charts', 'Devices', 'Files', 'Functions', 'History Actions', 'Links', 'Logs', 'Mib Nodes', 'Network Maps', 'Networks', 'Notifications', 'Panels', 'Probes', 'Services', and 'Tools'. The bottom status bar shows network statistics: 'Export done', 'Клиент: rx 113 kbps / tx 178 bps', and 'Сервер: rx 229 kbps / tx 359 kbps'. The top right corner of the interface displays 'MIKROTIK Routers and WIRELESS -> WWW'.



# Построение беспроводных сетей в 5 ГГц на основе оборудования Mikrotik

# Опыт построения беспроводных сетей 5ГГц

- Первая зарегистрированная базовая станция (БС) в 2012 г.
- Работаем только законно в радиочастотном диапазоне партнеров
- По состоянию на начало 2018 г. зарегистрировано и эксплуатируются 11+ секторов, 7+ линков между населенными пунктами
- На начало 2018 года выведено из эксплуатации за ненадобностью 7+ секторов и/или линков
- Сотни абонентских устройств CPE.
- Максимальная длина линка между населенными пунктами ~35 км, 20МГц, 2 поляризации, пропускной способностью 60+ Мбит/с

# Особенности построения беспроводного покрытия в 5 ГГц с малым радиусом до 5 км.

- БС на основе секторных антенн 90 или 120 градусов с коэффициентом усиления 18-21 дБи.
- Количество секторов на БС от 1 до 3.
- Клиентское оборудование:
  - SXT – при прямой видимости, хорошем уровне сигнала и отсутствии помех в виде деревьев и сооружений
  - Groove + антенна 24-27 дБи – при предельном расстоянии от БС, так же узкий луч направленной антенны обеспечивает лучшую работу при худшем сигнале и наличии преград в виде деревьев, но как результат пропускная способность в два раза меньше.
- До 5 км от БС это нормальное рабочее расстояние.

# Разное расстояние от БС к АС

- Если основная группа абонентов находится на расстоянии до 2 км от БС, а несколько абонентов на более значительном удалении до 7 км от БС, то как результат получаем странную работу сети.
- Обычно БС работает одинаково для всех. Подстраивается под самого удаленного абонента.
- Чем дальше абонент, тем больше задержка распространения волны в мс.
- Чем ближе тем, меньше задержка.
- Если с удаленным абонентом плохая связь, то и у остальных работает все хуже.




# Поляризация или куда крутим?

- Поляризация вертикальная и горизонтальная.
- Другие варианты обычно не применяем.
- Сектор/линк 2 поляризации, 20 МГц, 802.11n + СРЕ в 2-х поляризациях – 50-60+ Мбит/с
- Сектор/линк 1 поляризации, 20 МГц, 802.11n + СРЕ в 1 поляризации – 20-30+ Мбит/с
- Сектор 2 поляризации, 20 МГц, 802.11n + СРЕ с одной поляризацией равномерно разделены на вертикальную и горизонтальную поляризацию – 20-30+ Мбит/с, но значительно больше абонентов на сектор, чем когда БС в 1-й поляризации.

# Пример монтажа одно поляризационной антенны





# Реальный опыт построение беспроводных линков длиной до 40 км

# Необходимое оборудование для линков до 40 км

- В одном случае использовали:
  - Платы 912UAG-5HPnD + корпус – 2 шт
  - «Маленькую тарелочку» на 34 дБи (диаметр 1,2 м) – 2 шт
- Во втором случае:
  - С одной стороны 912UAG-5HPnD + антенна 34 дБи
  - С другой стороны Groove Metal 5 + 30 дБи «решеточка»
- Результат в первом случае очень даже замечательный, а вот во втором уже ощущались легкие странности в работе, эффект стоячей волны вот-вот и дал бы о себе знать.
- Линк работал так же эффективно как и на 5 км, с практически теми же показателями скорости и другими характеристиками.


# Сложности монтажа оборудования

- Необходимо использовать очень громоздкие антенны.
- Не на любом объекте можно разместить.
- Большое сопротивление ветру.
- Очень тонкая юстировка за счет большой дальности и узкого луча. Необходимо корректировать как вертикальное, так и горизонтальное положение очень точно.
- Юстировку нужно проводить точно (делали по уровню сигнала) с обеих сторон по очередности, добиваясь наилучшего сигнала.
- Как результат монтаж оборудования занимает значительно больше времени и требуется усиленная мачта.



# Смонтированная 34Дби антенна





# Работа базовых станций в тяжелых условиях

# Высокая нагрузка 50-60 абонентов на сектор

- Да оно работает.
- Чем больше абонентов, тем меньше скорость каждому.
- Динамический шейпинг и приоритизация трафика помогает в оказании более качественных услуг.
- Корректирование настроек протокола NV2 помогает добиться желаемых результатов производительности сектора без замены/добавления оборудования.
- В среднем абоненты получали примерно Мбит/с по 5-ть каждому на секторе в 20МГц.
- Характеристики плавали в зависимости от активности абонентов и нужно было что-то делать.
- Переключили на PON всех.



# Негативное влияние соседних передатчиков

- Если сектора БС работают на смежных частотах (20МГц 5310МГц и 20МГц 5330МГц), то так или иначе они негативно влияют друг на друга.
- Рекомендуется такие сектора разнести по вертикали и направить в противоположные стороны.
- Так же понижение мощности передатчиков позитивно влияет на пропускную способность таких секторов.
- Если необходимо чтоб сектора работали на одной и той же частоте, но без GPS синхронизации – спрячьте их за стены здания на котором они расположены. Важно, чтобы в таком случае ни сектора БС ни абон. устройства не создавали негативное влияние.

# Пример монтажа 4-х антенн на одной мачте – разнос по вертикале






# Пример монтажа 5-ти антенн на одном объекте





# Пример монтажа 4-х антенн на одном объекте – 2 работают на одной частоте





# Борьба с нелегально работающими устройствами

# Ищем нелегалов ...

## Оборудование

- SXT Lite5 – сектор сканирования 25 градусов, закрепляем внешне на автомобиле в направлении движения, сканируем на ходу, ехать стоит не быстро. Таким способом можно определить примерный район размещения нелегально работающего оборудования.
- Groove 52 + антенна 24 dbi – узкий луч (около 5 градусов) антенны позволят более точно определить азимут нелегально работающего оборудования. Обычно один человек направляет антенну, второй следит за показаниями на ноутбуке. В качестве размещения на автомобиле мало эффективна и громоздка.

# Ищем нелегалов ...

## Настройка Mikrotik

- Более детальную картину в поиске нелегально работающего оборудования дает *snooper*.
- Для более широкого поиска всего подозрительного рекомендуем включить опцию «*receive-errors*» :  
*interface wireless snooper set receive-errors=yes multiple-channels=yes*
- Сканирование включаем командой:  
*interface wireless snooper snoop wlan1*
- Для сохранения данных скана делаем дамп.

# Ищем нелегалов ... Настройка Mikrotik

The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface. The main window is titled "Interface <wan1>" and has tabs for General, Wireless, HT, HT MCS, WDS, Nstreme, and NV2. The "Wireless" tab is active, showing settings for Mode (station bridge), Band (5GHz-only-N), Channel Width (20MHz), Frequency (5700), and SSID. A red circle (1) highlights the "Scan List" field, which contains the value "5200-5400". Below this, the "Wireless Protocol" is set to "nv2" and "Default Authenticate" is checked. A "Wireless Snooper Settings" dialog box is open, with a red circle (4) highlighting the "Receive Errors" checkbox, which is checked. The "Wireless Snooper (Running)" window is also open, showing a table of detected wireless networks. A red circle (2) highlights the "Snooper..." button in the right-hand sidebar. A red circle (3) highlights the "Settings" button in the "Wireless Snooper" window, and a red circle (5) highlights the "Start" button. The table in the "Wireless Snooper" window has the following columns: Channel, Address, SSID, Signal, Of Freq. (%), Of Traf. (%), Bandwidth, Net..., and Stati... The table contains 116 items, with one item selected.

Channel	Address	SSID	Signal	Of Freq. (%)	Of Traf. (%)	Bandwidth	Net...	Stati...
5280/2...	20:28:73:74:61:62		-81	0.0	0.0	0 bps		
5280/2...	3A:C2:ED:6A:CC:52		-127	0.0	0.0	0 bps		
5280/2...	DC:9F:DB:90:81:97		-127	0.0	0.0	0 bps		
5280/2...	76:07:D6:90:25:F5		-79	0.0	0.0	0 bps		
5280/2...	DC:9F:DB:90:25:0F		-127	0.0	0.0	0 bps		
5280/2...	DC:9F:0B:9F:25:F5		-81	0.0	0.0	0 bps		
5280/2...	DC:9F:DB:64:26:F5		-127	0.0	0.0	0 bps		
5280/2...	74:61:62:6C:65:29		-80	0.0	0.4	1208 bps		
5280/2...	6E:0E:56:5C:24:F5		-80	0.1	0.9	58.9 kbps		
5280/2...			14.9			3.2 Mbps	1	33
5285/2...			0.0			0 bps	0	0
5290/2...			0.0			0 bps	0	0
5295/2...			0.0			0 bps	0	0
5300/2...			0.0			0 bps	0	0
5305/2...			0.0			0 bps	0	0
5310/2...			0.0			0 bps	0	0
5315/2...			0.0			0 bps	0	0
5320/2...			0.0			0 bps	0	0
5325/2...			0.0			0 bps	0	0
5330/2...			0.0			0 bps	0	0
5335/2...			0.0			0 bps	0	0
5340/2...	DC:9F:DB:62:3D:75	Interteleco...	4.2		95.4	250.5 kbps		1
5340/2...	33:A4:C5:87:50:BC		0.0		0.0	0 bps		0
5340/2...	DC:9F:DB:62:3D:75	Interteleco...	-81	4.2	95.4	250.5 kbps		
5340/2...	8C:46:5D:6A:10:D4		-80	0.0	0.0	0 bps		
5340/2...	6A:0E:CD:3B:80:1E		-80	0.0	0.0	0 bps		
5340/2...	3A:D7:BE:41:9C:0B		-81	0.0	0.0	0 bps		
5340/2...	0A:70:DC:6F:F7:A3		-81	0.0	0.0	0 bps		
5340/2...	22:96:55:66:50:11		-81	0.0	0.0	0 bps		
5340/2...	38:E7:A5:85:45:E2		-81	0.0	0.0	0 bps		
5340/2...	ED:91:A8:C6:8E:5F		-80	0.0	0.0	0 bps		



# Ищем нелегалов ...

## Результаты поиска

The screenshot displays the Mikrotik WinBox interface for configuring a wireless interface. The main window is titled "Interface <wlan1>" and shows the "Wireless" tab. The configuration includes:

- Mode: station bridge
- Band: 5GHz-only-N
- Channel Width: 20MHz
- Frequency: 5700 MHz
- SSID: [empty]
- Scan List: 5200-5400
- Wireless Protocol: nv2
- Default Authenticate

A "Terminal" window is open, displaying the results of a search for unauthorized wireless networks. The output shows a list of detected networks with their MAC addresses, signal strength, SNR, OF-FREQ, OF-TRAP, bandwidth, and SSID. Two networks are identified as "Intertelecom\_g" and "Intertelecom\_z".

#	FREQ	ADDRESS	SIG	SNR	OF-FREQ	OF-TRAP	BW	SSID
0	A	E4:8D:8C:FF:8F:A1	-49	68	4.8%	98.9%	170.7kbps	
1	AN	DC:9F:DB:90:25:F5	-80	36	2.5%	88.6%	929.2kbps	Intertelecom_g
2		B8:BC:CE:B7:43:D6	-79	37	0%	0%	0bps	
3		28:9C:DB:90:25:F5	-12	-11	0%	0%	0bps	
4		DC:DF:64:2B:5B:F5	-80	36	0%	0%	0bps	
5		DC:9F:DB:10:9C:B3	-80	36	0%	0%	0bps	
6		00:00:00:00:00:00	-79	37	0%	0%	0bps	
7		10:54:B9:3E:88:2A	-80	36	0%	0%	0bps	
8		DC:9F:63:F2:5B:2F	-80	36	0%	0%	0bps	
9		0C:D0:33:97:B0:F8	-80	36	0%	0%	0bps	
10		FE:00:13:00:FF:18	-81	35	0%	0%	0bps	
11		F6:24:ED:48:DB:BD	-81	35	0%	0%	0bps	
12	AN	DC:9F:DB:62:3D:75	-79	37	7.1%	75.8%	381.9kbps	Intertelecom_z
13		00:02:01:00:30:17	-80	36	0%	0%	0bps	
14		20:20:20:20:20:20	-81	35	0%	0%	0bps	
15		16:F6:8F:FE:7B:BD	-80	36	0%	0%	0bps	
16		C0:76:9C:84:E2:9C	-80	36	0%	0%	0bps	
17		5C:BC:13:BE:B0:95	-80	36	0%	0%	0bps	
18		26:DE:CE:45:F1:33	-79	37	0%	0%	0bps	
19		16:79:47:CC:28:6E	-80	36	0%	0%	0bps	
20		DC:9F:DB:30:47:7B	-80	36	0%	0%	0bps	

Wireless Snooper Settings:

- Multiple Channels
- Channel Time: 200 ms
- Receive Errors



# Спасибо за внимание!

Yevheniy Lyubchuk  
NEW EDGE LTD, Chernihiv, Ukraine  
[yl@newedge.com.ua](mailto:yl@newedge.com.ua)

MUM 2018

