

# Запуск сети на **YotaArena**

Трудности и их решения

Об авторе

Александр Кокшаров. Москва, Россия

Сертификаты Mikrotik  
**МТСНА, МТСТСЕ, МТСВЕ, МТСРЕ**  
MUM 2017, Россия

## О компании

**14**  
**лет в бизнесе**

**56**  
**компаний партнеров**

**231**  
**внедренных решений**

**61**  
**выполненных**  
**проектов**

Наша компания ориентирована на разработку и реализацию комплексных решений в области, ИТ и строительства инновационных объектов в крупнейших города России.

Основная задача компании - создание высококачественных комплексных решений "под ключ", представляющих собой единый законченный продукт, максимально соответствующий требованиям и задачам клиента.

Деятельность Severay - это прежде всего предоставление комплексного решения для каждого из Заказчиков, рассчитанного на основании нашего опыта, стандартов и качества.

# Требования к сети

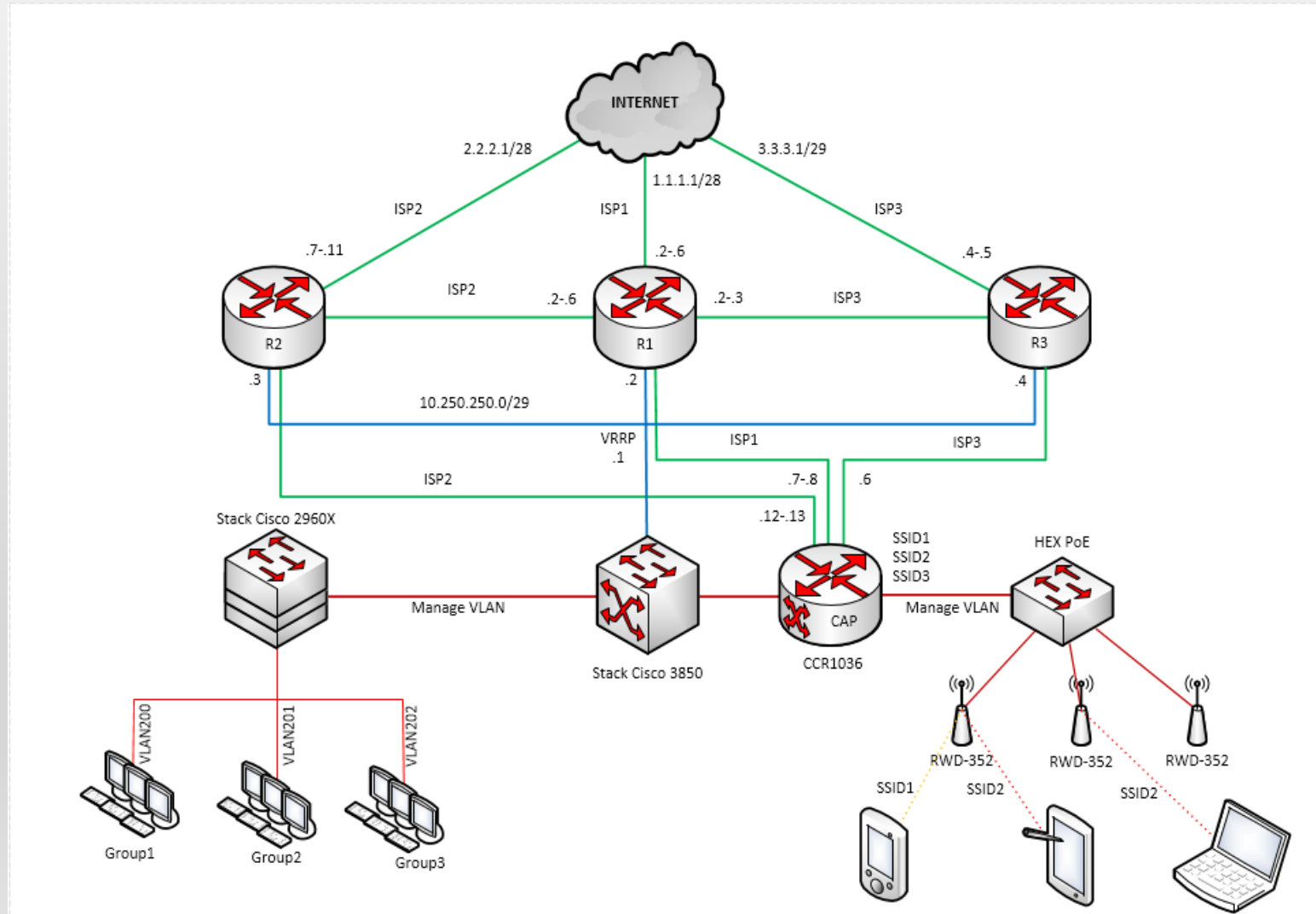
## Требования к WAN и LAN

- обеспечение бесперебойной работы пользователей в локальной сети и интернет.
- два-три независимых ISP канала с суммарной пропускной способностью до 10Гб/с с «горячим» резервированием.
- распределение нагрузки между внешними каналами на уровне source IP
- защита от внешних DDoS и других атак.

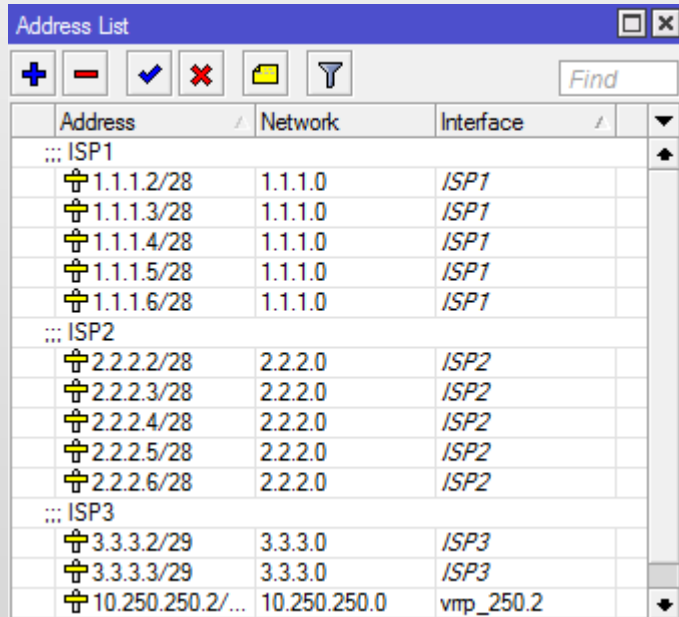
## Требования к WiFi

- иметь централизованное управление точками через контроллер
- поддерживать не менее 2 SSID
- поддерживать бесшовность
- поддерживать внешнюю авторизацию (для реализации идентификации абонента посредством SMS)
- обеспечивать в пиковой нагрузке достаточно комфортное пользование в размере не менее 4-5 мегабит на клиента.
- обслуживать одновременно до 600 подключений.

# Логическая схема сети YotaArena



## Настройка маршрутизаторов CCR1072 R1 (master)



Address	Network	Interface
::: ISP1		
1.1.1.2/28	1.1.1.0	ISP1
1.1.1.3/28	1.1.1.0	ISP1
1.1.1.4/28	1.1.1.0	ISP1
1.1.1.5/28	1.1.1.0	ISP1
1.1.1.6/28	1.1.1.0	ISP1
::: ISP2		
2.2.2.2/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.3/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.4/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.5/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.6/28	2.2.2.0	ISP2
::: ISP3		
3.3.3.2/29	3.3.3.0	ISP3
3.3.3.3/29	3.3.3.0	ISP3
10.250.250.2/...	10.250.250.0	vrrp_250.2

/ip address

```
add address=1.1.1.2/28 comment=ISP1 interface=ISP1 network=1.1.1.0
```

```
add address=1.1.1.3/28 interface=ISP1 network=1.1.1.0
```

```
add address=1.1.1.4/28 interface=ISP1 network=1.1.1.0
```

```
add address=1.1.1.5/28 interface=ISP1 network=1.1.1.0
```

```
add address=1.1.1.6/28 interface=ISP1 network=1.1.1.0
```

```
add address=2.2.2.2/28 comment=ISP2 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.3/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.4/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.5/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.6/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

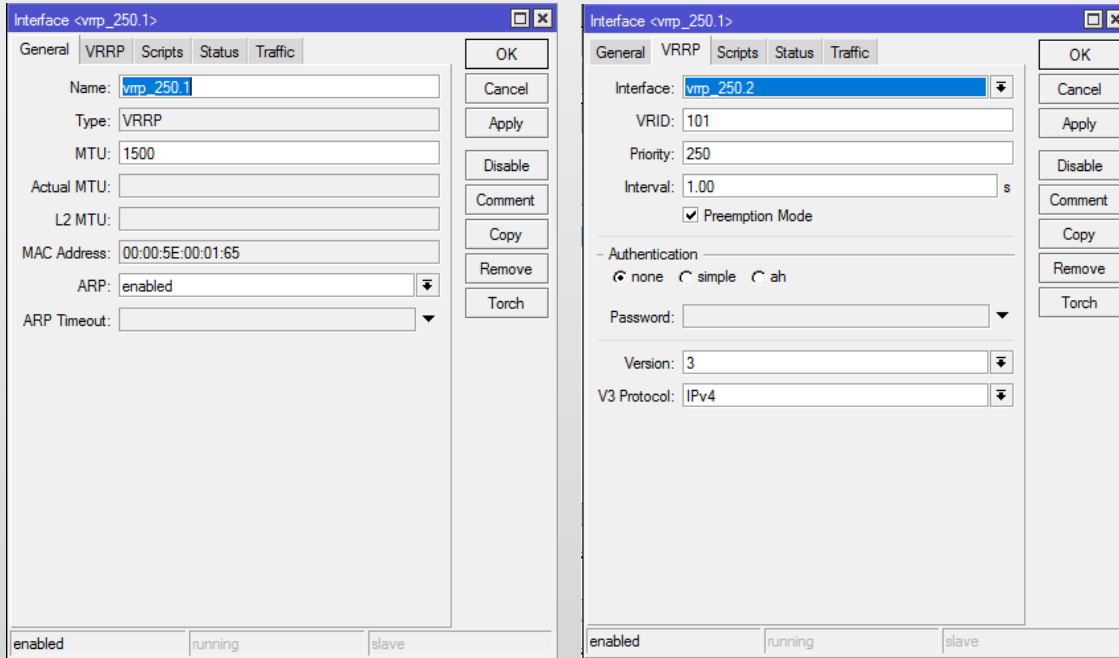
```
add address=3.3.3.2/29 comment=ISP3 interface=ISP3 network=3.3.3.0
```

```
add address=3.3.3.3/29 interface=ISP3 network=3.3.3.0
```

```
add address=10.250.250.2/29 interface=vrrp_250.2 network=10.250.250.0
```

- Назначаем несколько IP-адресов из пула подключенного провайдера: 1.1.1.0/29, 2.2.2.0/28, 3.3.3.0/29 на внешние интерфейсы R1
- Назначаем IP-адрес 10.250.250.2 на внутренний интерфейс «vrrp\_250.2»

## R1 (master)

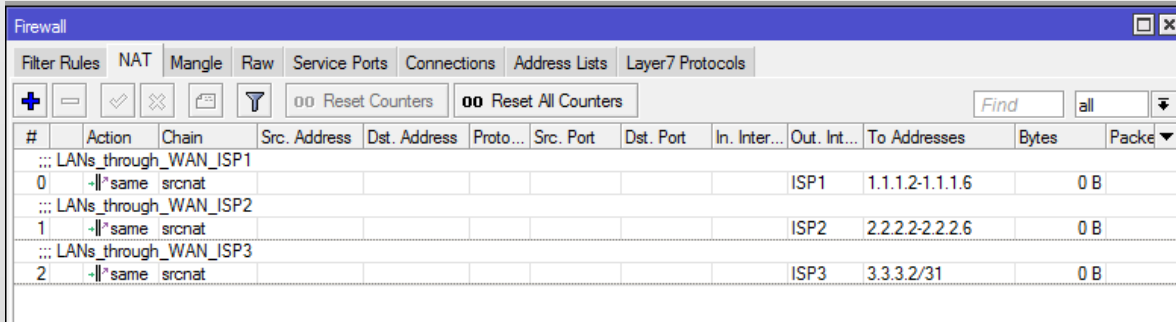


The image displays two screenshots of the VRRP configuration interface on a router. The left screenshot shows the configuration for vrrp\_250.1 with Name: vrrp\_250.1, Type: VRRP, MTU: 1500, and ARP: enabled. The right screenshot shows the configuration for vrrp\_250.2 with Interface: vrrp\_250.2, VRID: 101, Priority: 250, Interval: 1.00, Preemption Mode checked, Authentication: none, Password: empty, Version: 3, and V3 Protocol: IPv4.

```
/interface vrrp
add interface=vrrp_250.2 name=vrrp_250.1 priority=250 vrid=101
/ip address
add address=10.250.250.1/29 interface=vrrp_250.1 network=10.250.250.0
```

- Создаем виртуальный VRRP интерфейс VRRP\_250.1 с приоритетом 250, и VRID 101. Применяем его к внутреннему интерфейсу «vrrp\_250.2». Preemption Mode оставляем включенным.
- Назначаем новому интерфейсу vrrp\_250.1 IP-адрес 10.250.250.1

## R1 (master)



The screenshot shows the Mikrotik WinBox Firewall NAT configuration window. The 'Filter Rules' tab is active, and the 'NAT' sub-tab is selected. The configuration table is as follows:

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	To Addresses	Bytes	Packet
0	same	srcnat							ISP1	1.1.1.2-1.1.1.6	0 B	
1	same	srcnat							ISP2	2.2.2.2-2.2.2.6	0 B	
2	same	srcnat							ISP3	3.3.3.2/31	0 B	

```
/ip firewall nat
```

```
add action=same chain=srcnat comment=LANs_through_WAN_ISP1 out-interface=ISP1 \  
same-not-by-dst=no to-addresses=1.1.1.2-1.1.1.6
```

```
add action=same chain=srcnat comment=LANs_through_WAN_ISP2 out-interface=ISP2 \  
same-not-by-dst=no to-addresses=2.2.2.2-2.2.2.6
```

```
add action=same chain=srcnat comment=LANs_through_WAN_ISP3 out-interface=ISP3 \  
same-not-by-dst=no to-addresses=3.3.3.2-3.3.3.3
```

- Для распределения исходящих соединений при настройке SRC-NAT в поле Action выбираем «same», а в поле «To Addresses» вносим назначенные на внешние интерфейсы IP-адреса: 1.1.1.2-1.1.1.6, 2.2.2.2-2.2.2.6, 3.3.3.2-3.3.3.3



## R1 (master)

```
add action=mark-connection chain=input comment=ISP1 in-interface=ISP1 new-connection-mark=conn_ISP1_input passthrough=yes
```

```
add action=mark-routing chain=output connection-mark=conn_ISP1_input new-routing-mark=route_gw_ISP1 passthrough=no
```

```
add action=mark-connection chain=prerouting in-interface=ISP1 new-connection-mark=conn_ISP1_prerouting passthrough=yes
```

```
add action=mark-routing chain=prerouting connection-mark=conn_ISP1_prerouting in-interface=!ISP1 new-routing-mark=route_gw_ISP1 passthrough=no
```

```
add action=mark-connection chain=input comment=ISP2 in-interface=ISP2 new-connection-mark=conn_ISP2_input passthrough=yes
```

```
add action=mark-routing chain=output connection-mark=conn_ISP2_input new-routing-mark=route_gw_ISP2 passthrough=no
```

```
add action=mark-connection chain=prerouting in-interface=ISP2 new-connection-mark=conn_ISP2_prerouting passthrough=yes
```

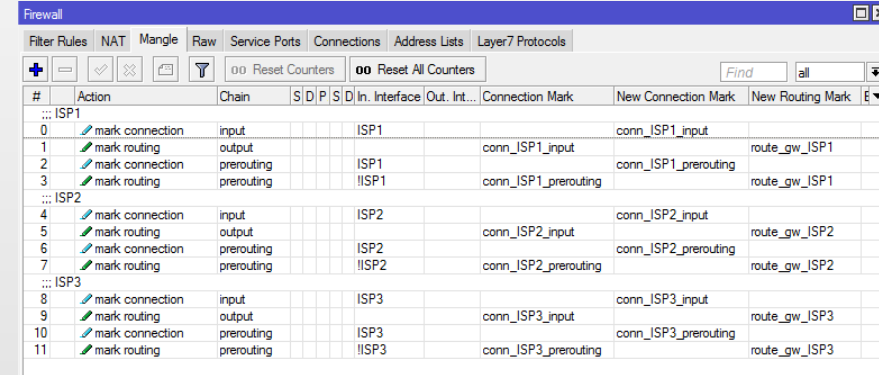
```
add action=mark-routing chain=prerouting connection-mark=conn_ISP2_prerouting in-interface=!ISP2 new-routing-mark=route_gw_ISP2 passthrough=no
```

```
add action=mark-connection chain=input comment=ISP3 in-interface=ISP3 new-connection-mark=conn_ISP3_input passthrough=yes
```

```
add action=mark-routing chain=output connection-mark=conn_ISP3_input new-routing-mark=route_gw_ISP3 passthrough=no
```

```
add action=mark-connection chain=prerouting in-interface=ISP3 new-connection-mark=conn_ISP3_prerouting passthrough=yes
```

```
add action=mark-routing chain=prerouting connection-mark=conn_ISP3_prerouting in-interface=!ISP3 new-routing-mark=route_gw_ISP3 passthrough=no
```



#	Action	Chain	S	D	P	S	D	In. Interface	Out. Int...	Connection Mark	New Connection Mark	New Routing Mark
::: ISP1												
0	mark connection	input						ISP1			conn_ISP1_input	
1	mark routing	output						ISP1		conn_ISP1_input		route_gw_ISP1
2	mark connection	prerouting						ISP1			conn_ISP1_prerouting	
3	mark routing	prerouting						!ISP1		conn_ISP1_prerouting		route_gw_ISP1
::: ISP2												
4	mark connection	input						ISP2			conn_ISP2_input	
5	mark routing	output						ISP2		conn_ISP2_input		route_gw_ISP2
6	mark connection	prerouting						ISP2			conn_ISP2_prerouting	
7	mark routing	prerouting						!ISP2		conn_ISP2_prerouting		route_gw_ISP2
::: ISP3												
8	mark connection	input						ISP3			conn_ISP3_input	
9	mark routing	output						ISP3		conn_ISP3_input		route_gw_ISP3
10	mark connection	prerouting						ISP3			conn_ISP3_prerouting	
11	mark routing	prerouting						!ISP3		conn_ISP3_prerouting		route_gw_ISP3

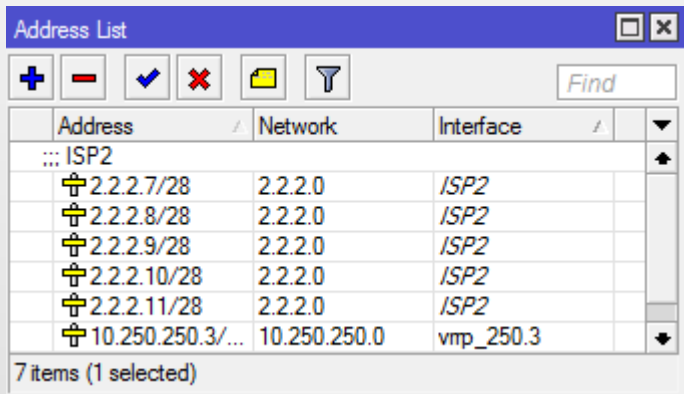
- Включаем маркировку входящих-исходящих соединений и пакетов в Mangle для дальнейшей маршрутизации.

## R1 (master)

```
/ip route  
add check-gateway=arp distance=1 gateway=1.1.1.1  
add check-gateway=arp distance=2 gateway=2.2.2.1  
add check-gateway=arp distance=3 gateway=3.3.3.1  
add check-gateway=arp distance=1 gateway=1.1.1.1 routing-mark=route_gw_ISP1  
add check-gateway=arp distance=1 gateway=2.2.2.1 routing-mark=route_gw_ISP2  
add check-gateway=arp distance=1 gateway=3.3.3.1 routing-mark=route_gw_ISP3
```

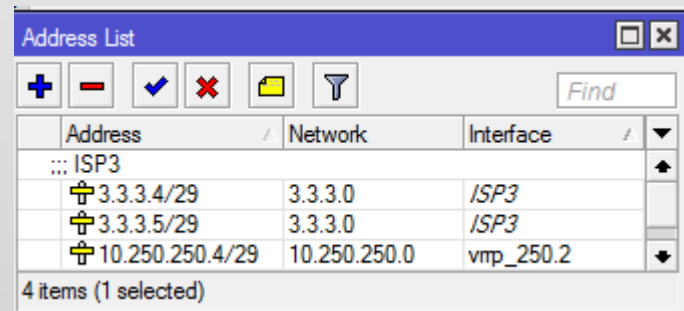
- Добавляем в таблицу маршрутизации новые записи

## R2 и R3 (slave)



Address List window showing configuration for R2. The table lists 7 items, with 1 selected. The selected item is 10.250.250.3/29 on interface vrrp\_250.3. Other items are IP addresses from the 2.2.2.0/28 range on interface ISP2.

Address	Network	Interface
::: ISP2		
2.2.2.7/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.8/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.9/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.10/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.11/28	2.2.2.0	ISP2
10.250.250.3/...	10.250.250.0	vrrp_250.3



Address List window showing configuration for R3. The table lists 4 items, with 1 selected. The selected item is 10.250.250.4/29 on interface vrrp\_250.2. Other items are IP addresses from the 3.3.3.0/29 range on interface ISP3.

Address	Network	Interface
::: ISP3		
3.3.3.4/29	3.3.3.0	ISP3
3.3.3.5/29	3.3.3.0	ISP3
10.250.250.4/29	10.250.250.0	vrrp_250.2

R2

/ip address

```
add address=2.2.2.7/28 comment=ISP2 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.8/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.9/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.10/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.11/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=10.250.250.3/29 interface=vrrp_250.3 network=10.250.250.0
```

R3

/ip address

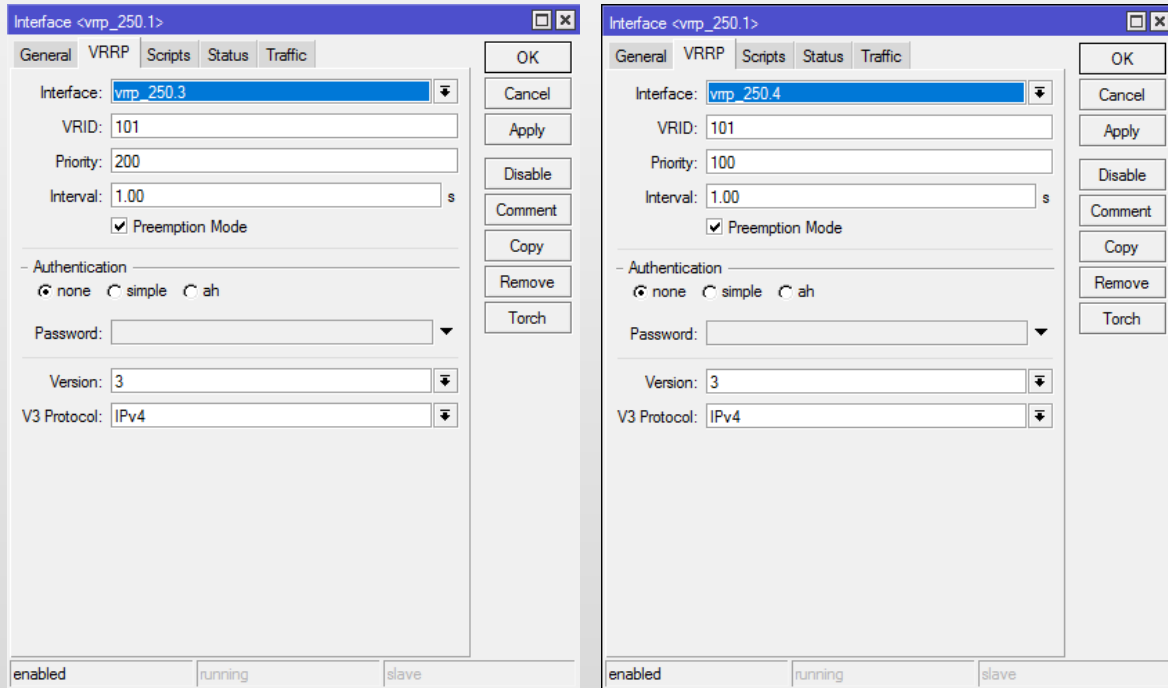
```
add address=3.3.3.4/29 comment=ISP3 interface=ISP3 network=3.3.3.0
```

```
add address=3.3.3.5/29 interface=ISP3 network=3.3.3.0
```

```
add address=10.250.250.4/29 interface=vrrp_250.4 network=10.250.250.0
```

- Назначаем несколько IP-адресов из пула подключенного провайдера: 2.2.2.0/28, 3.3.3.0/29 на внешние интерфейсы R2 и R3
- На R2 добавляем IP-адрес 10.250.250.3 на внутренний интерфейс «vrrp\_250.3»
- На R3 добавляем IP-адрес 10.250.250.4 на внутренний интерфейс «vrrp\_250.4»

## R2 и R3 (slave)



R2

```
/interface vrrp
```

```
add interface=vrrp_250.3 name=vrrp_250.1 priority=200 vrid=101
```

```
/ip address
```

```
add address=10.250.250.1/29 interface=vrrp_250.1 network=10.250.250.0
```

R3

```
/interface vrrp
```

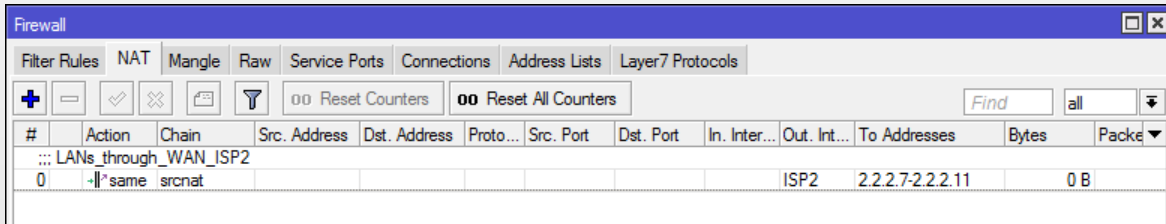
```
add interface=vrrp_250.4 name=vrrp_250.1 priority=100 vrid=101
```

```
/ip address
```

```
add address=10.250.250.1/29 interface=vrrp_250.1 network=10.250.250.0
```

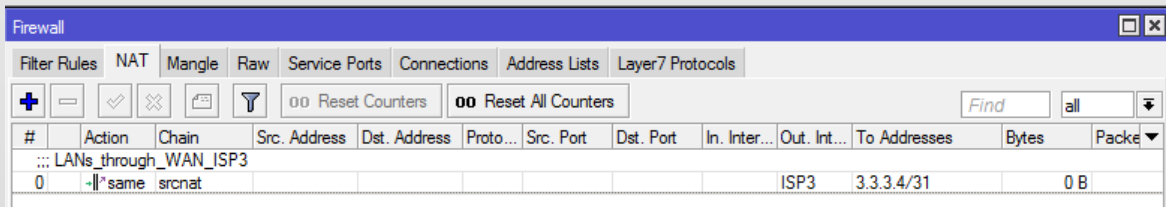
- На R2 создаем виртуальный VRRP интерфейс VRRP\_250.1 с приоритетом 200, и VRID 101. Применяем его к внутреннему интерфейсу «vrrp\_250.3».
- На R3 создаем виртуальный VRRP интерфейс VRRP\_250.1 с приоритетом 100, и VRID 101. Применяем его к внутреннему интерфейсу «vrrp\_250.4».
- Назначаем новому интерфейсу vrrp\_250.1 IP-адрес 10.250.250.1

## R2 и R3 (slave)



Firewall configuration for R2 showing a rule named "LANs\_through\_WAN\_ISP2". The rule is enabled and has the action "same srcnat". The "To Addresses" field is set to "2.2.2.7-2.2.2.11".

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	To Addresses	Bytes	Package
0	same	srcnat							ISP2	2.2.2.7-2.2.2.11	0 B	



Firewall configuration for R3 showing a rule named "LANs\_through\_WAN\_ISP3". The rule is enabled and has the action "same srcnat". The "To Addresses" field is set to "3.3.3.4/31".

#	Action	Chain	Src. Address	Dst. Address	Proto...	Src. Port	Dst. Port	In. Inter...	Out. Int...	To Addresses	Bytes	Package
0	same	srcnat							ISP3	3.3.3.4/31	0 B	

R2

```
/ip firewall nat
```

```
add action=same chain=srcnat comment=LANs_through_WAN_ISP2 out-interface=ISP2 \  
same-not-by-dst=no to-addresses=2.2.2.7-2.2.2.11
```

R2

```
/ip route
```

```
add check-gateway=arp distance=2 gateway=2.2.2.1
```

R3

```
add action=same chain=srcnat comment=LANs_through_WAN_ISP3 out-interface=ISP3 \  
same-not-by-dst=no to-addresses=3.3.3.4-3.3.3.5
```

R3

```
/ip route
```

```
add check-gateway=arp distance=3 gateway=3.3.3.1
```

- Для распределения исходящих соединений при настройке SRC-NAT в поле Action выбираем «same», а в поле «To Addresses» вносим назначенные на внешние интерфейсы IP-адреса: R2 2.2.2.7-2.2.2.11, R3 3.3.3.4-3.3.3.5
- Добавляем маршрутизацию по умолчанию

## Развертывание сети **WiFi**

### Радиообследование

На любом строящемся а так же эксплуатируемом объекте, где предполагается использование корпоративных беспроводных Wi-Fi сетей необходимо еще на стадии проектирования проводить радиообследование объекта.

Радиообследование поможет получить информацию по распространению, а так же затуханию сигнала внутри помещения с учетом всех особенностей объекта.

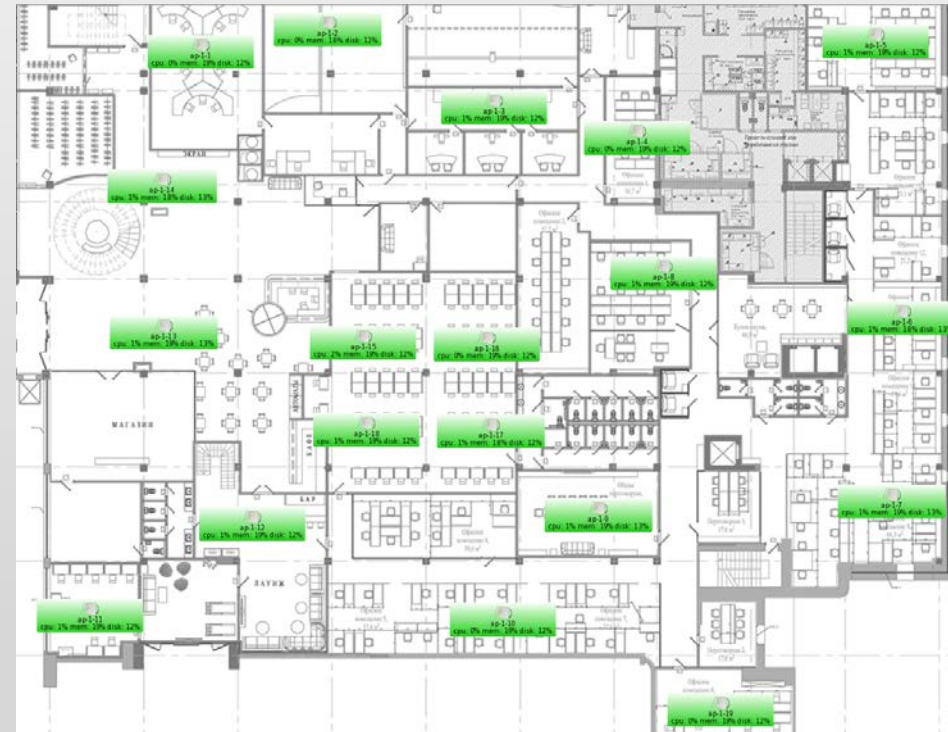
Проведение обследования поможет выявить места источников шумов и помех, которые в дальнейшем при эксплуатации могут мешать правильному функционированию сети.

На основании полученного результата можно добиться оптимальной расстановки Wi-Fi точек на объекте и после правильной настройки, получить эффективную работоспособную сеть, которая будет соответствовать требуемым характеристикам.

Проектные и фактические места установки точек WiFi



- Проектные места установки (после радиообследования)

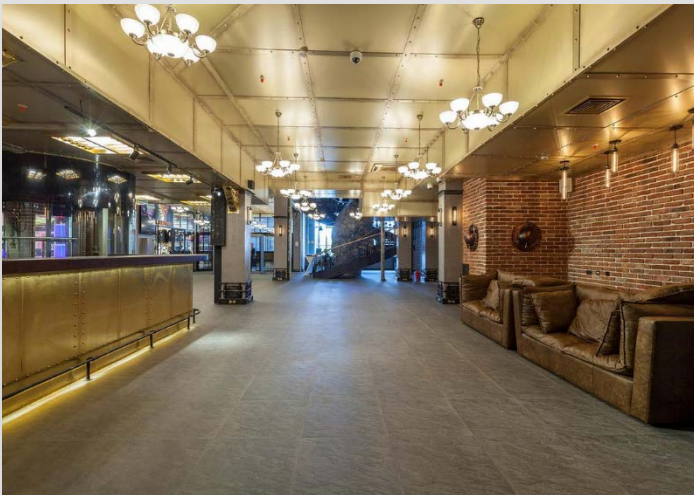


- Фактические места установки



«Подводные камни»

- Места с большой плотностью клиентов



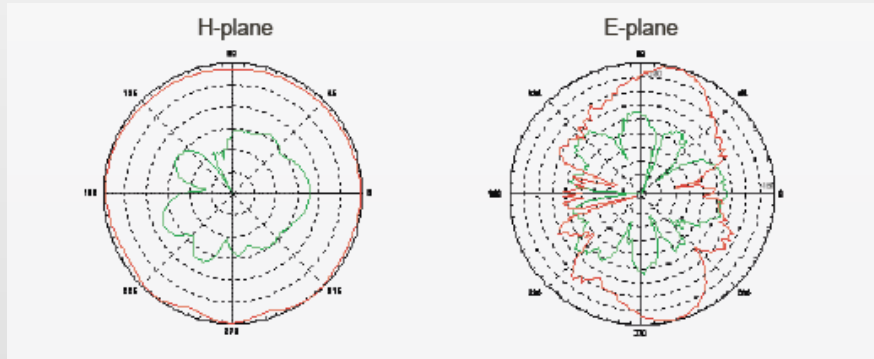
- Стены и потолок выполнены из радиоотражающего материала (латунь)



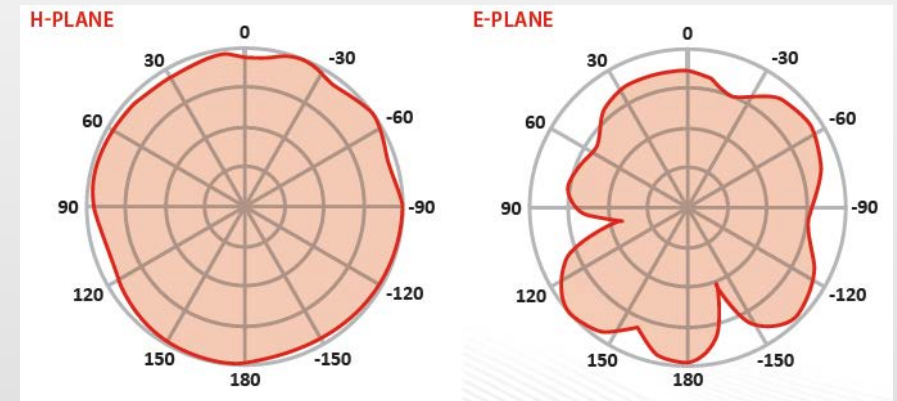
- Большое количество помех на пути прохождения радиосигнала
- Требуется стабильная работа WiFi в двух диапазонах 2.4Ггц и 5 Ггц на всем объекте
- Одновременная работа до 600 клиентов



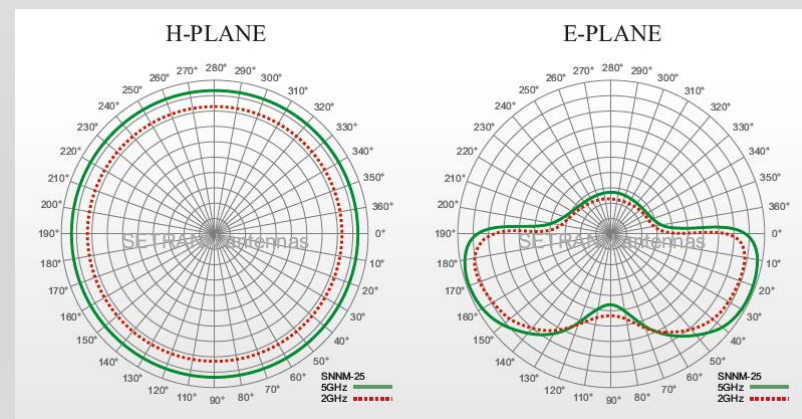
Диаграмма направленности распространения радиосигнала антенн



Mikrotik 2.4Ghz 5dBi Dipole antenna

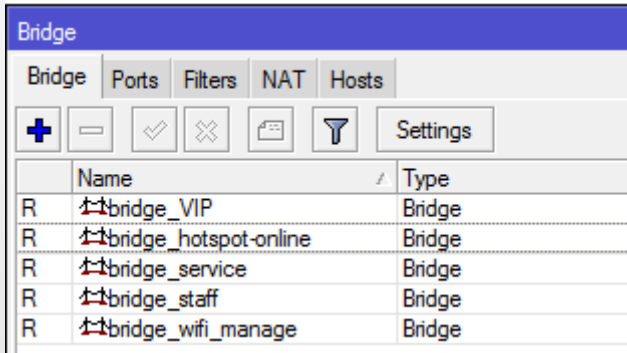


RF elements Omni Antenna 2.4/5 Ghz 2/3dBi



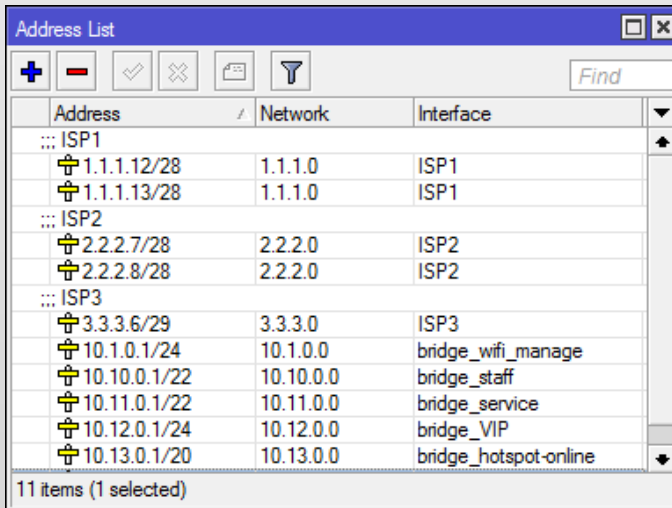
Antenna STYX 2.4/5 Ghz 3/5dBi  
(используемая в CAP)

## Настройка CAPsMAN



Bridge configuration window showing a list of bridges:

	Name	Type
R	bridge_VIP	Bridge
R	bridge_hotspot-online	Bridge
R	bridge_service	Bridge
R	bridge_staff	Bridge
R	bridge_wifi_manage	Bridge



Address List window showing IP addresses assigned to various interfaces:

Address	Network	Interface
ISP1		
1.1.1.12/28	1.1.1.0	ISP1
1.1.1.13/28	1.1.1.0	ISP1
ISP2		
2.2.2.7/28	2.2.2.0	ISP2
2.2.2.8/28	2.2.2.0	ISP2
ISP3		
3.3.3.6/29	3.3.3.0	ISP3
10.1.0.1/24	10.1.0.0	bridge_wifi_manage
10.10.0.1/22	10.10.0.0	bridge_staff
10.11.0.1/22	10.11.0.0	bridge_service
10.12.0.1/24	10.12.0.0	bridge_VIP
10.13.0.1/20	10.13.0.0	bridge_hotspot-online

```
/interface bridge
```

```
add arp=reply-only fast-forward=no name=bridge_VIP
```

```
add arp=reply-only fast-forward=no name=bridge_hotspot-online protocol-mode=none
```

```
add arp=reply-only fast-forward=no name=bridge_service
```

```
add arp=reply-only fast-forward=no name=bridge_staff
```

```
/ip address
```

```
add address=1.1.1.12/28 comment=ISP1 interface=ISP1 network=1.1.1.0
```

```
add address=1.1.1.13/28 interface=ISP1 network=1.1.1.0
```

```
add address=2.2.2.7/28 comment=ISP2 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=2.2.2.8/28 interface=ISP2 network=2.2.2.0
```

```
add address=3.3.3.6/29 comment=ISP3 interface=ISP3 network=3.3.3.0
```

```
add address=10.1.0.1/24 interface=bridge_wifi_manage network=10.1.0.0
```

```
add address=10.10.0.1/22 interface=bridge_staff network=10.10.0.0
```

```
add address=10.11.0.1/22 interface=bridge_service network=10.11.0.0
```

```
add address=10.12.0.1/24 interface=bridge_VIP network=10.12.0.0
```

```
add address=10.13.0.1/20 interface=bridge_hotspot-online network=10.13.0.0
```

- Создаем необходимое количество Bridge-интерфейсов
- Добавляем режим работы `arp=reply-only`, чтобы у клиента не было возможности работать в WiFi сети с IP-адресом введенным вручную.
- Назначаем несколько IP-адресов из пула подключенного провайдера: 1.1.1.0/29, 2.2.2.0/28, 3.3.3.0/29 на внешние интерфейсы CAP
- Назначаем IP-адреса на внутренних Bridge-интерфейсах

### Настройка CAPsMAN

Interface <vlanM\_eth1>

General | Loop Protect | Status | Traffic

Name:

Type:

MTU:

Actual MTU:

L2 MTU:

MAC Address:

ARP:

ARP Timeout:

VLAN ID:

Interface:

Use Service Tag

OK  
Cancel  
Apply  
Disable  
Comment  
Copy  
Remove  
Torch

Interface List

Interface	Interface List	Ethernet	EoIP Tunnel	IP Tunnel	GRE Tunnel	VLAN
R	vlanM_eth1	VLAN	1500	1500	1596	
	vlanM_eth2	VLAN	1500			
	vlanM_eth3	VLAN	1500			

Bridge

Interface	Bridge	Priority (h...	Path Cost	Horizon	Role
vlanM_eth1	bridge_wifi_manage	80	10		designated port
vlanM_eth2	bridge_wifi_manage	80	10		
vlanM_eth3	bridge_wifi_manage	80	10		

```

/interface vlan
add interface=ether1 name=vlanM_eth1 vlan-id=11
add interface=ether2 name=vlanM_eth2 vlan-id=11
add interface=ether3 name=vlanM_eth3 vlan-id=11

```

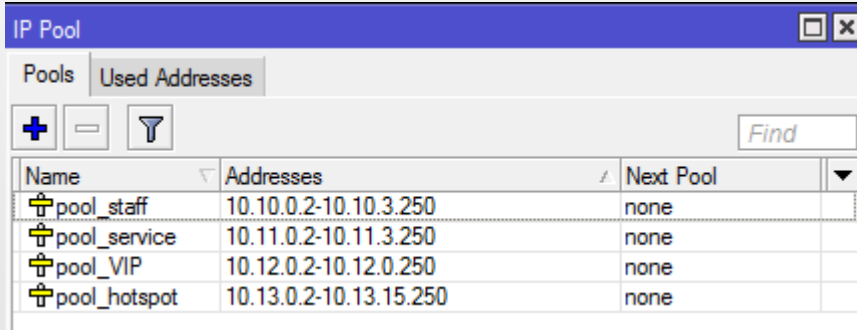
```

/interface bridge port
add bridge=bridge_wifi_manage interface=vlanM_eth1
add bridge=bridge_wifi_manage interface=vlanM_eth2
add bridge=bridge_wifi_manage interface=vlanM_eth3

```

- Для изоляции служебного сетевого трафика от AP к CAP, создаем VLAN 11 «Management LAN»
- Добавляем VLAN интерфейсы к физическим интерфейсам внутренней сети
- Объединяем интерфейсы Management LAN в Bridge\_wifi\_manage

### Настройка CAPsMAN



Name	Addresses	Next Pool
pool_staff	10.10.0.2-10.10.3.250	none
pool_service	10.11.0.2-10.11.3.250	none
pool_VIP	10.12.0.2-10.12.0.250	none
pool_hotspot	10.13.0.2-10.13.15.250	none

```
/ip pool
```

```
add name=pool_staff ranges=10.10.0.2-10.10.3.250
```

```
add name=pool_hotspot ranges=10.13.0.2-10.13.15.250
```

```
add name=pool_service ranges=10.11.0.2-10.11.3.250
```

```
add name=pool_VIP ranges=10.12.0.2-10.12.0.250
```

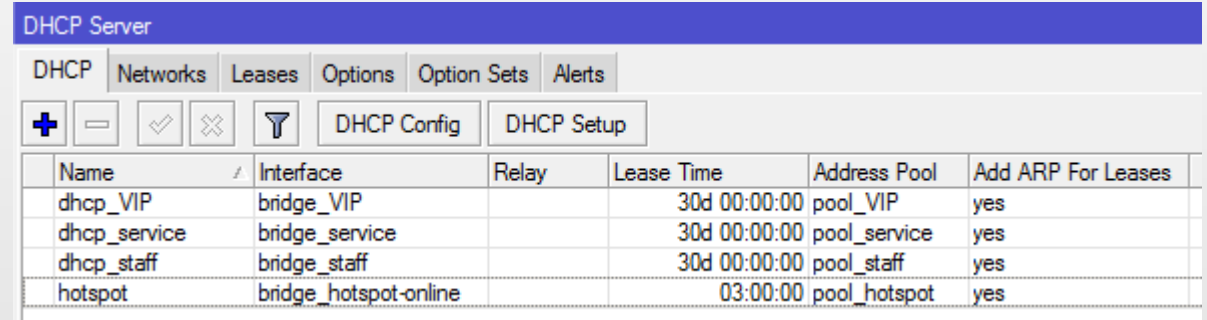
```
/ip dhcp-server
```

```
add add-arp=yes address-pool=pool_staff disabled=no interface=bridge_staff lease-time=4w2d name=dhcp_staff
```

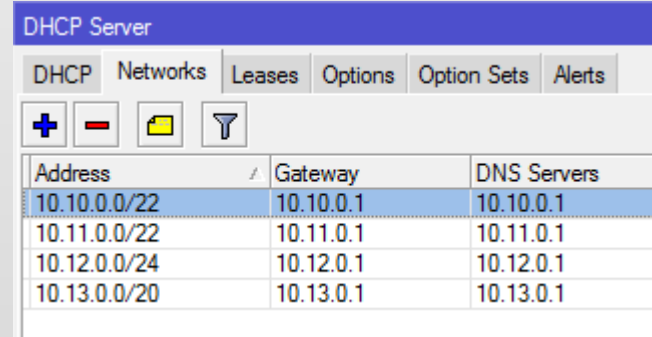
```
add add-arp=yes address-pool=pool_service disabled=no interface=bridge_service lease-time=4w2d name=dhcp_service
```

```
add add-arp=yes address-pool=pool_VIP disabled=no interface=bridge_VIP lease-time=4w2d name=dhcp_VIP
```

```
add add-arp=yes address-pool=pool_hotspot disabled=no interface=bridge_hotspot-online lease-time=3h name=hotspot
```



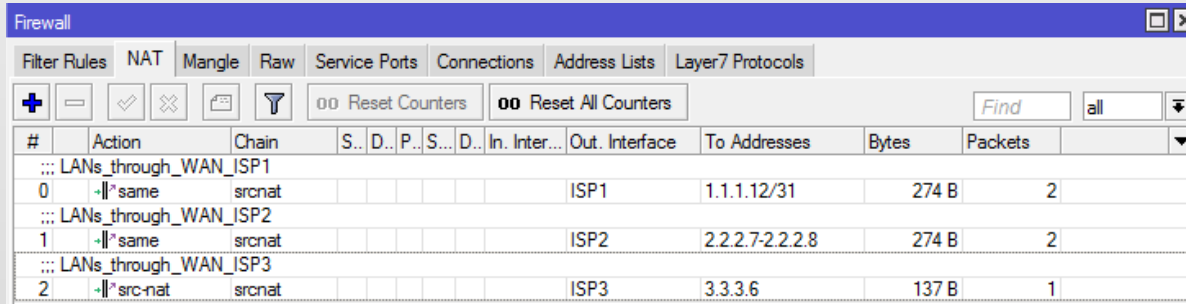
Name	Interface	Relay	Lease Time	Address Pool	Add ARP For Leases
dhcp_VIP	bridge_VIP		30d 00:00:00	pool_VIP	yes
dhcp_service	bridge_service		30d 00:00:00	pool_service	yes
dhcp_staff	bridge_staff		30d 00:00:00	pool_staff	yes
hotspot	bridge_hotspot-online		03:00:00	pool_hotspot	yes



Address	Gateway	DNS Servers
10.10.0.0/22	10.10.0.1	10.10.0.1
10.11.0.0/22	10.11.0.1	10.11.0.1
10.12.0.0/24	10.12.0.1	10.12.0.1
10.13.0.0/20	10.13.0.1	10.13.0.1

- Создаем DHCP сервера и пулы для клиентов WiFi, при создании не забываем установить флажок на «Add ARP For Leases», для того, чтобы клиенты прописались в таблицу ARP и получили доступ к сети.

## Настройка CAPsMAN



#	Action	Chain	S..	D..	P..	S...	D..	In. Inter...	Out. Interface	To Addresses	Bytes	Packets
0	srcnat	srcnat							ISP1	1.1.1.12/31	274 B	2
1	srcnat	srcnat							ISP2	2.2.2.7-2.2.2.8	274 B	2
2	src-nat	srcnat							ISP3	3.3.3.6	137 B	1

```
/ip firewall nat
```

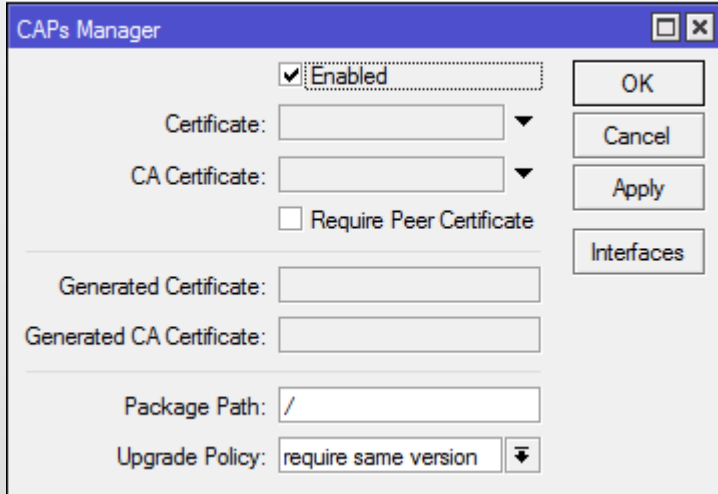
```
add action=same chain=srcnat comment=LANs_through_WAN_ISP1 out-interface=ISP1 \  
same-not-by-dst=no to-addresses=1.1.1.12-1.1.1.13
```

```
add action=same chain=srcnat comment=LANs_through_WAN_ISP2 out-interface=ISP2 \  
same-not-by-dst=no to-addresses=2.2.2.7-2.2.2.8
```

```
add action=src-nat chain=srcnat comment=LANs_through_WAN_ISP3 out-interface=ISP3 \  
to-addresses=3.3.3.6
```

- Для распределения исходящих соединений при настройке SRC-NAT в поле Action выбираем «same», а в поле «To Addresses» вносим назначенные на внешние интерфейсы IP-адреса R1-R2: 1.1.1.12-1.1.1.13, 2.2.2.7-2.2.2.8
- Т.к. ISP3 только один IP-адрес, выбираем в Action выбрать «src-nat». В поле «To Address» вносим IP-адрес 3.3.3.6

## Настройка CAPsMAN



```
/caps-man manager
```

```
set enabled=yes package-path=/ upgrade-policy=require-same-version
```

- Переходим в раздел CAPsMAN и включаем управление AP на контроллере WiFi
- В поле «Package Path» прописываем директорию, откуда при необходимости AP будут брать обновленные прошивки
- Для автоматического обновления AP после обновления CAP, в поле «Upgrade Policy» выбираем режим «suggest same version» или «require same version» (советовать или требовать обновления AP)

### Настройка CAPsMAN

CAPsMAN

CAP Interface Provisioning Configurations Channels Datapaths Security Cfg.

+ - [icon] [icon]

Name	Frequency	Control Channel ...	Band
channel1	2412	20Mhz	2ghz-onlyn
channel4	2427	20Mhz	2ghz-onlyn
channel5	2432	20Mhz	2ghz-onlyn
channel8	2447	20Mhz	2ghz-onlyn
channel9	2452	20Mhz	2ghz-onlyn
channel11	2437	20Mhz	2ghz-onlyn
channel13	2472	20Mhz	2ghz-onlyn
channel36	5180	20Mhz	5ghz-a/n/ac
channel40	5200	20Mhz	5ghz-a/n/ac
channel44	5220	20Mhz	5ghz-a/n/ac
channel48	5240	20Mhz	5ghz-a/n/ac
channel52	5260	20Mhz	5ghz-a/n/ac
channel56	5280	20Mhz	5ghz-a/n/ac
channel60	5300	20Mhz	5ghz-a/n/ac
channel64	5320	20Mhz	5ghz-a/n/ac

CAPsMAN

CAP Interface Provisioning Configurations Channels Datapaths Security Cfg. A

+ - [icon] [icon]

Name	Bridge	Bridge Horizon	Local For...	Client To ...
datapath_hotspot	bridge_hotspot-online	10	no	no
datapath_service	bridge_service		no	no
datapath_staff	bridge_staff		no	yes
datapath_vip	bridge_VIP		no	no

CAPsMAN

CAP Interface Provisioning Configurations Channels Datapaths Security Cfg. Access List Rates Remote CAP Ra

+ - [icon] [icon]

Name	Authentication Type	Encryption	Group Encryption	Group Key Update	Passphrase
security_service	WPA PSK WPA2 ...	aes ccm tkip	aes ccm		12312312
security_staff	WPA PSK WPA2 ...	aes ccm	aes ccm		1234567800
security_vip	WPA PSK WPA2 ...	aes ccm tkip	aes ccm		11112222

CAP Interface Provisioning Configurations Channels Datapaths Security Cfg. Access List Rates Remote CAP

+ - [icon] [icon] [icon] [icon]

#	MAC Address	MAC Mask	Interface	SSID Regexp	Signal Ra...	Action
0	[icon]				-80...-30	accept
1	[icon]				-120...-81	reject

- Во вкладке **Channels** создаем каналы 2,4 и 5Ггц на которых будет работать наша WiFi сеть. Указываем в каком стандарте 802.11 будут работать созданные каналы
- Во вкладке **Datapaths** указываем необходимый Bridge, отключаем «Local forwarding», чтобы маршрутизацией занимался только CAP, для гостевых сетей отключаем передачу от клиента к клиенту «Client To Client Forwarding». Для изоляции гостевых клиентов устанавливаем в поле «Bridge Horizon» цифровое значение «10»
- В **Security** добавляем способы авторизации, алгоритмы шифрования и пароли к сети.
- В **Access List** добавляем два правила для отключения клиентов со слабым сигналом

## Настройка CAPsMAN

```
/caps-man channel
```

```
add band=2ghz-onlyn control-channel-width=20mhz frequency=2412 name=channel1
add band=2ghz-onlyn control-channel-width=20mhz frequency=2432 name=channel5
add band=2ghz-onlyn control-channel-width=20mhz frequency=2452 name=channel9
add band=5ghz-a/n/ac control-channel-width=20mhz frequency=5180 name=channel36
add band=5ghz-a/n/ac control-channel-width=20mhz frequency=5200 name=channel40
add band=2ghz-onlyn control-channel-width=20mhz frequency=2472 name=channel13
add band=5ghz-a/n/ac control-channel-width=20mhz frequency=5220 name=channel44
add band=5ghz-a/n/ac control-channel-width=20mhz frequency=5240 name=channel48
add band=5ghz-a/n/ac control-channel-width=20mhz frequency=5260 name=channel52
add band=5ghz-a/n/ac control-channel-width=20mhz frequency=5280 name=channel56
add band=5ghz-a/n/ac control-channel-width=20mhz frequency=5300 name=channel60
add band=2ghz-onlyn control-channel-width=20mhz frequency=2437 name=channel11
add band=2ghz-onlyn control-channel-width=20mhz frequency=2427 name=channel4
add band=2ghz-onlyn control-channel-width=20mhz frequency=2447 name=channel8
add band=5ghz-a/n/ac control-channel-width=20mhz frequency=5320 name=channel64
```

```
/caps-man datapath
```

```
add bridge=bridge_staff client-to-client-forwarding=yes local-forwarding=no name=datapath_staff
add bridge=bridge_hotspot-online bridge-horizon=10 client-to-client-forwarding=no local-forwarding=no name=datapath_free
add bridge=bridge_service client-to-client-forwarding=yes local-forwarding=no name=datapath_service
add bridge=bridge_VIP bridge-horizon=20 client-to-client-forwarding=no local-forwarding=no name=datapath_vip
```

```
/caps-man security
```

```
add authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk encryption=aes-ccm group-encryption=aes-ccm name=security_staff passphrase=1234567800
add authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk encryption=aes-ccm,tkip group-encryption=aes-ccm name=security_service passphrase=12312312
add authentication-types=wpa-psk,wpa2-psk encryption=aes-ccm,tkip group-encryption=aes-ccm name=security_vip passphrase=11112222
```



### Настройка CAPsMAN

CAPs Configuration <cfg\_service>

Wireless Channel Rates Datapath Security

Name:

Mode:

SSID:

Hide SSID:

Load Balancing Group:

Distance:  km

Hw. Retries:

Hw. Protection Mode:

Frame Lifetime:

Disconnect Timeout:

Keepalive Frames:

Country:

Max Station Count:

Multicast Helper:

HT Tx Chains:  0  1  2

HT Rx Chains:  0  1  2

HT Guard Interval:

OK Cancel Apply Comment Copy Remove

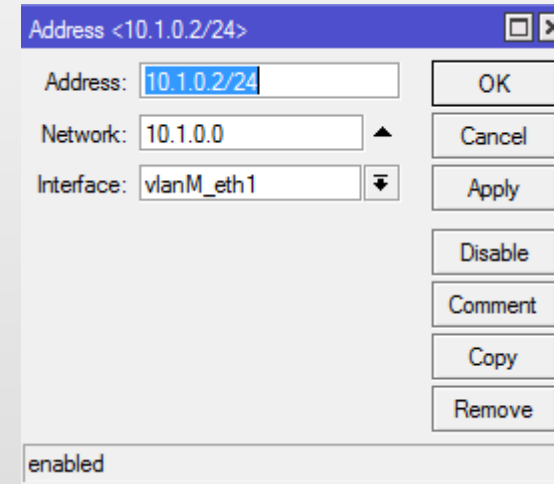
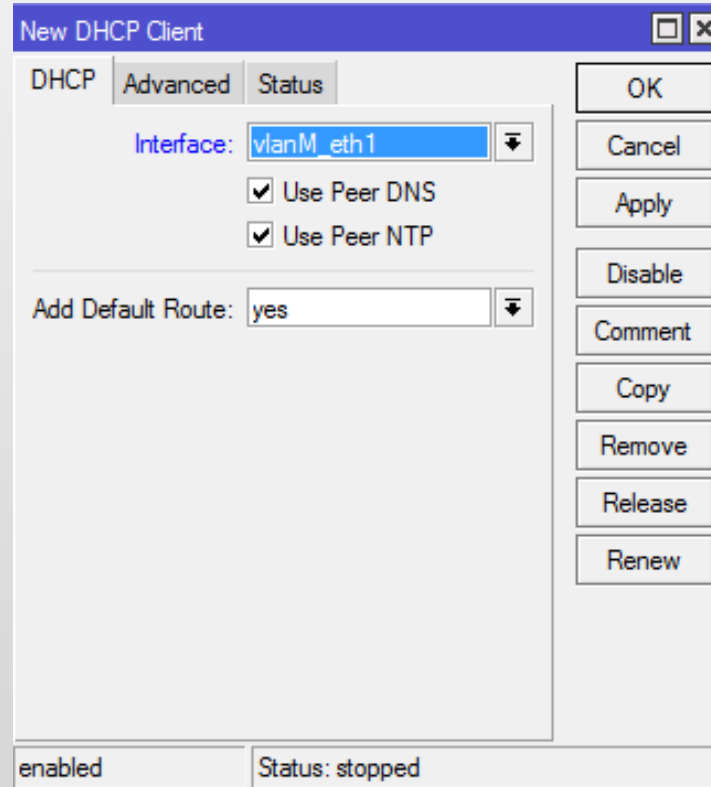
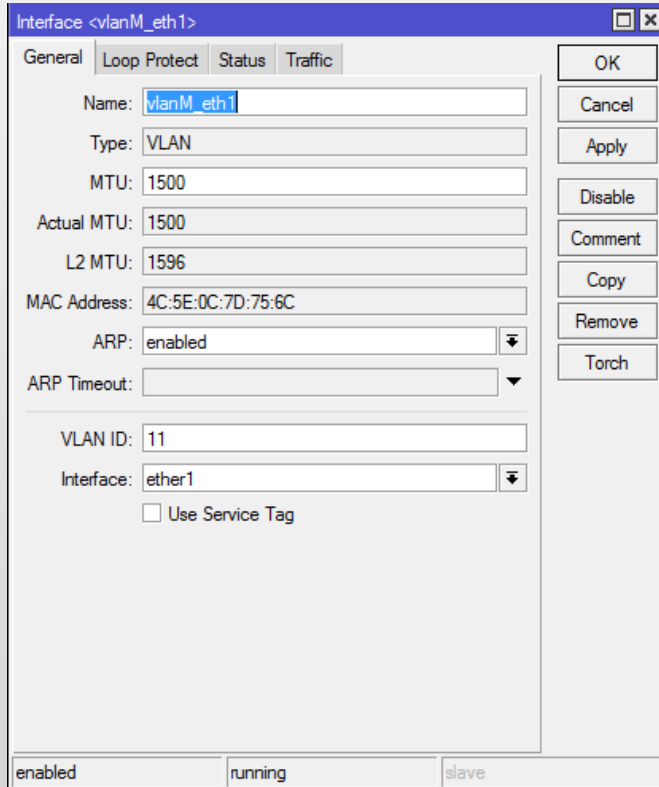
CAPsMAN

CAP Interface Provisioning Configurations Channels Datapaths Security Cfg. Access List Rates Remote CAP Radio Registration Table

Name	SSID	H...	L...	Country	C...	Fr...	B...	Extension Channel	Tx Power	Rate	Datapath	Bri...	V...	VL...	Security
cfg_VIP	Arena_VIP			romania							datapath_vip				security_vip
cfg_VIP_2.4G	Arena_VIP_2.4G			romania							datapath_vip				security_vip
cfg_guest	Arena_Free			romania							datapath_hotspot				
cfg_guest_2.4	Arena_Free_2.4G			romania							datapath_hotspot				
cfg_service	Arena_Service			romania				disabled	17		datapath_service				security_service
cfg_service_2.4G	Arena_Service_2....			romania				disabled	11		datapath_service				security_service
cfg_staff	Arena_Staff			romania							datapath_staff				security_staff
cfg_staff_2.4G	Arena_Staff_2.4G			romania							datapath_staff				security_staff

- Создаем конфигурации будущих WiFi-сетей, разделяя 2.4 и 5 Гц
- Из основных настроек:
- прописываем SSID
  - устанавливаем режим Hw.Protection Mode «rts cts», для защиты от «скрытого узла»
  - выбираем два канала 0 и 1 в HT Tx Chains и HT Rx Chains, чтобы точка работала в режиме MIMOx2
- Выбираем какая из конфигураций будет «основной» и прописываем в ней все необходимые настройки в закладке «Channel»
  - Выбираем Datapaths под создаваемую конфигурацию
  - Выбираем созданный ранее Security профиль авторизации SSID.

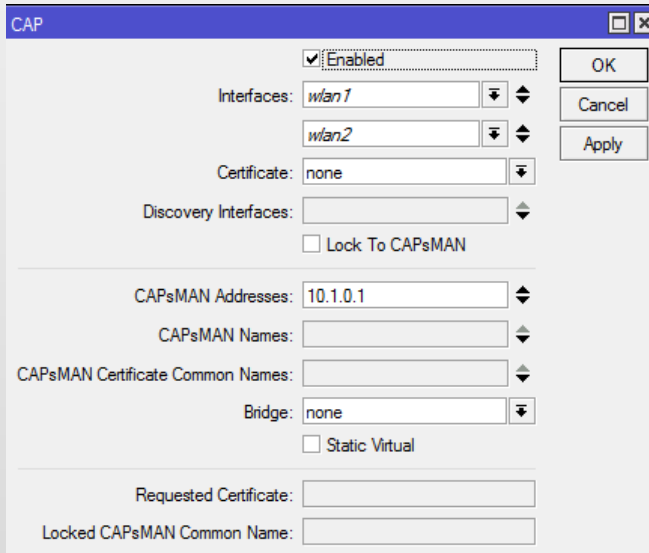
## Настройка CAP



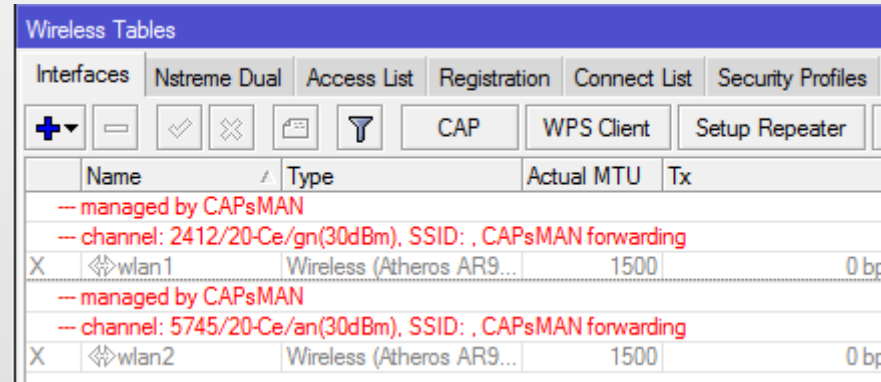
```
/interface vlan
add interface=ether1 name=vlanM_eth1 vlan-id=11
/ip address
add address=10.1.0.2/24 interface=vlanM_eth1 network=10.1.0.0
/ip dhcp-client
add dhcp-options=hostname,clientid disabled=no interface=vlanM_eth1
```

- Для подключения к CAP через Management LAN , создаем VLAN-интерфейс «vlanM\_eth1» и применяем его к интерфейсу «ether1».
- На VLAN интерфейсе «vlanM\_eth1» назначаем IP-адрес из Management LAN, либо получаем по DHCP

## Подключение CAP к CAPsMAN

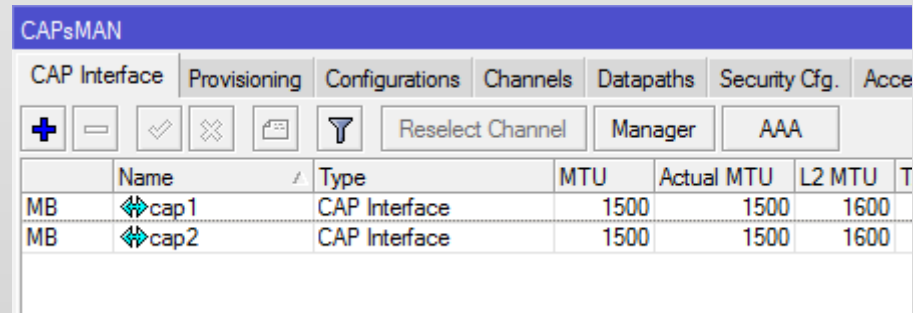


Configuration window for CAP (Client Access Point) showing settings for enabling and connecting to CAPsMAN. The 'Enabled' checkbox is checked. The 'Interfaces' field is set to 'wlan1' and 'wlan2'. The 'CAPsMAN Addresses' field is set to '10.1.0.1'. The 'Bridge' field is set to 'none'.



Name	Type	Actual MTU	Tx
-- managed by CAPsMAN			
-- channel: 2412/20-Ce/gn(30dBm), SSID: , CAPsMAN forwarding			
X wlan1	Wireless (Atheros AR9...	1500	0 bp
-- managed by CAPsMAN			
-- channel: 5745/20-Ce/an(30dBm), SSID: , CAPsMAN forwarding			
X wlan2	Wireless (Atheros AR9...	1500	0 bp

Успешное соединение с CAPsMAN со стороны CAP

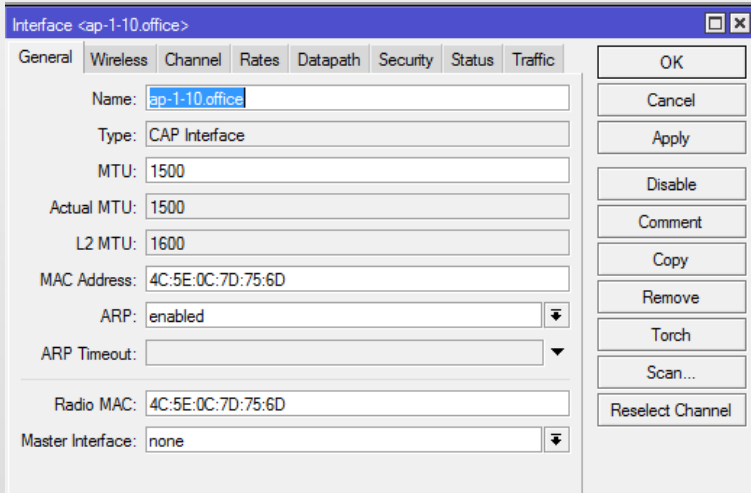


Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	T
MB cap1	CAP Interface	1500	1500	1600	
MB cap2	CAP Interface	1500	1500	1600	

Успешное соединение с CAP со стороны CAPsMAN

- В разделе Wireless на вкладке Interfaces заходим в CAPsMAN
- В Interfaces выбираем беспроводные интерфейсы, которые хотим подключить к CAPsMAN
- В CAPsMAN Addresses вписываем IP-адрес нашего CAP -10.1.0.1
- Ставим «галочку» Enable, для подключения CAP к CAPsMAN

## Подключение AP к CAP



Interface <ap-1-10.office>

General Wireless Channel Rates Datapath Security Status Traffic

Name: ap-1-10.office

Type: CAP Interface

MTU: 1500

Actual MTU: 1500

L2 MTU: 1600

MAC Address: 4C:5E:0C:7D:75:6D

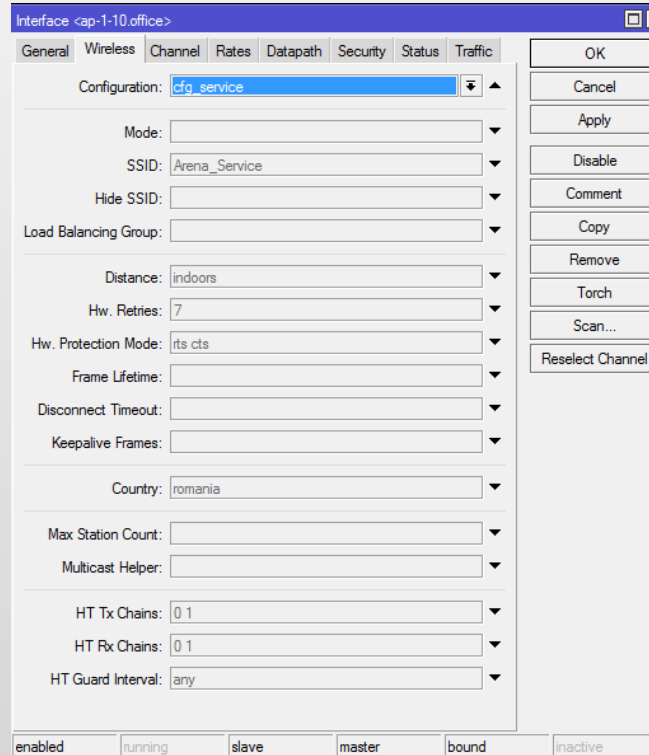
ARP: enabled

ARP Timeout:

Radio MAC: 4C:5E:0C:7D:75:6D

Master Interface: none

OK Cancel Apply Disable Comment Copy Remove Torch Scan... Reselect Channel



Interface <ap-1-10.office>

General Wireless Channel Rates Datapath Security Status Traffic

Configuration: cfg\_service

Mode:

SSID: Arena\_Service

Hide SSID:

Load Balancing Group:

Distance: indoors

Hw. Retries: 7

Hw. Protection Mode: rts cts

Frame Lifetime:

Disconnect Timeout:

Keepalive Frames:

Country: romania

Max Station Count:

Multicast Helper:

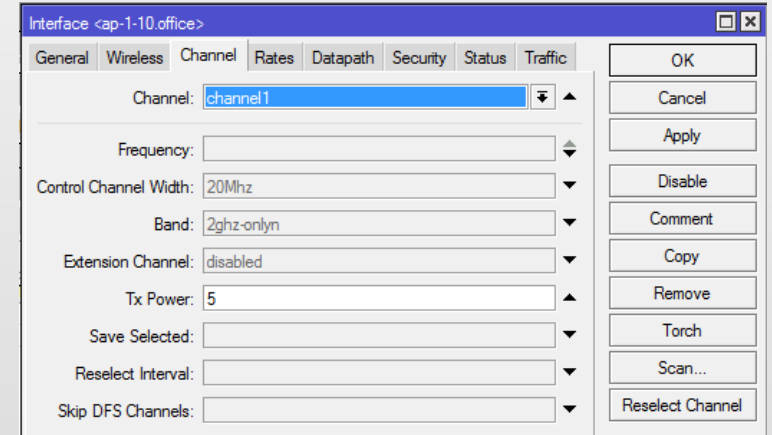
HT Tx Chains: 0 1

HT Rx Chains: 0 1

HT Guard Interval: any

enabled running slave master bound inactive

OK Cancel Apply Disable Comment Copy Remove Torch Scan... Reselect Channel



Interface <ap-1-10.office>

General Wireless Channel Rates Datapath Security Status Traffic

Channel: channel1

Frequency:

Control Channel Width: 20Mhz

Band: 2ghz-onlyn

Extension Channel: disabled

Tx Power: 5

Save Selected:

Reselect Interval:

Skip DFS Channels:

OK Cancel Apply Disable Comment Copy Remove Torch Scan... Reselect Channel

- Настраиваем на CAPsMAN подключившиеся физические интерфейсы AP:
  - На вкладке General указываем имя
  - На вкладке Wireless указываем основную конфигурацию
  - На вкладке Channel указываем частоту на которой будет работать AP

## Подключение AP к CAP

Interface <ap-1-10.staff>

General Wireless Channel Rates Datapath Security Status Traffic

Name:

Type: CAP Interface

MTU:

Actual MTU:

L2 MTU:

MAC Address:

ARP:

ARP Timeout:

Radio MAC:

Master Interface:

OK Cancel Apply Disable Comment Remove Torch Scan... Reselect Channel

Interface <ap-1-10.staff>

General Wireless Channel Rates Datapath Security Status Traffic

Configuration:

Mode:

SSID:

Hide SSID:

Load Balancing Group:

Distance:

Hw. Retries:

Hw. Protection Mode:

Frame Lifetime:

Disconnect Timeout:

Keepalive Frames:

Country:

Max Station Count:

Multicast Helper:

HT Tx Chains:

HT Rx Chains:

HT Guard Interval:

OK Cancel Apply Disable Comment Copy Remove Torch Scan... Reselect Channel

enabled running slave master bound inactive

CAPsMAN

CAP Interface Provisioning Configurations Channels Datapaths Security Cfg. Access

+ - ✓ ✕ 📄 🔍 Reselect Channel Manager AAA

	Name	Type	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx
SMB	ap-1-10.office	CAP Interface	1500	1500	1600	
SB	ap-1-10.staff	CAP Interface	1500	1500	1600	
MB	cap2	CAP Interface	1500	1500	1600	

- Для подключения более одного SSID, необходимо создать VirtualAP
- Создав VirtualAP в поле Master interface указываем физический интерфейс подключенной AP
- На вкладке Wireless указываем дополнительную конфигурацию
- Частоту канала можно не выставлять т.к. данный параметр, как и ряд других, на VirtualAP не работает. Дополнительные параметры VirtualAP берет от «родительской» конфигурации. 😊



### Конечный результат:

CAPsMAN																
CAP Interface Provisioning Configurations Channels Datapaths Security Cfg. Access List Rates Remote CAP Radio Registration Table																
+ - ✓ ✗ 📄 🔍 Reselect Channel Manager AAA Find																
Name	MTU	Actual MTU	L2 MTU	Tx	Rx	SSID	Load Bal...	Country	Channel	Band	Datapath	Bridge	V \ Security	Authentication Type	Cl	
... ap-1-10.office																
SMB	ap-1-10.service_5G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Service	romania	channel60	5ghz-a/n/ac	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
SB	ap-1-10.free_5	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Free	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
RSB	ap-1-10.staff_5	1500	1500	1600	14.4 kbps	0 bps	Arena_Staff	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
XBI	ap-1-10.vip_5	1500		1600	0 bps	0 bps	Arena_VIP	romania				bridge_VIP		WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-10.office																
SMB	ap-1-10.service_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Service_2...	romania	channel4	2ghz-onlyn	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
SB	ap-1-10.free_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Free_2.4G	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
SB	ap-1-10.staff_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Staff_2.4G	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-11.bootcamp																
SMB	ap-1-11.service_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Service_2...	romania	channel11	2ghz-onlyn	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
SB	ap-1-11.free_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Free_2.4G	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
RSB	ap-1-11.staff_2G	1500	1500	1600	14.6 kbps	0 bps	Arena_Staff_2.4G	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-11.bootcamp																
SMB	ap-1-11.service_5G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Service	romania	channel40	5ghz-a/n/ac	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
SB	ap-1-11.free_5	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Free	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
SB	ap-1-11.staff_5	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Staff	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
XBI	ap-1-11.vip_5	1500		1600	0 bps	0 bps	Arena_VIP	romania				bridge_VIP		WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-12.near_bootcamp																
SMB	ap-1-12.service_5G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Service	romania	channel52	5ghz-a/n/ac	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
SB	ap-1-12.free_5	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Free	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
SB	ap-1-12.staff_5	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Staff	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
XBI	ap-1-12.vip_5	1500		1600	0 bps	0 bps	Arena_VIP	romania				bridge_VIP		WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-12.near_bootcamp																
SMB	ap-1-12.service_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Service_2...	romania	channel8	2ghz-onlyn	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
SB	ap-1-12.free_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Free_2.4G	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
SB	ap-1-12.staff_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Staff_2.4G	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-13.enter_right																
RSMB	ap-1-13.service_2G	1500	1500	1600	1632 bps	0 bps	Arena_Service_2...	romania	channel1	2ghz-onlyn	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
RSB	ap-1-13.free_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Free_2.4G	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
SB	ap-1-13.staff_2G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Staff_2.4G	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-13.enter_right																
SMB	ap-1-13.service_5G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Service	romania	channel60	5ghz-a/n/ac	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
SB	ap-1-13.free_5	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Free	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
SB	ap-1-13.staff_5	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Staff	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
XBI	ap-1-13.vip_5	1500		1600	0 bps	0 bps	Arena_VIP	romania				bridge_VIP		WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-14.enter_left																
RSMB	ap-1-14.service_2G	1500	1500	1600	1648 bps	0 bps	Arena_Service_2...	romania	channel8	2ghz-onlyn	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		
RSB	ap-1-14.free_2G	1500	1500	1600	5.6 kbps	18.9 kbps	Arena_Free_2.4G	romania			datapath_free	bridge_hotspot-online				
RSB	ap-1-14.staff_2G	1500	1500	1600	14.6 kbps	0 bps	Arena_Staff_2.4G	romania			datapath_staff	bridge_staff	security_staff	WPA PSK WPA2 PSK		
... ap-1-14.enter_left																
SMB	ap-1-14.service_5G	1500	1500	1600	0 bps	0 bps	Arena_Service	romania	channel40	5ghz-a/n/ac	datapath_service	bridge_service	security_srv	WPA PSK WPA2 PSK		