

# Приоритизация трафика на оборудовании MikroTik, обзор возможностей и примеры применения

Алексей Чудин  
Иркутск, Владивосток, МУМ 2016



# Обо мне

## Алексей Чудин

Опыт работы с сетями более 10 лет

Сертифицированный тренер MikroTik с 2014 г.

Сертификаты:

**MikroTik:** MTCNA, MTCRE, MTCWE, MTCTSE, MTCUME, MTCINE, Trainer

**Microsoft:** MCP, MCSA

**Cisco:** CCNA, CCNP (R&S)

# Обо мне

## MikroTik-Courses.ru: ведущий тренинг-центр MikroTik в России и СНГ

За 2 года работы:

- обучено 286 специалистов ( из них 28 в Иркутске, 26 во Владивостоке )
- выдано 428 сертификатов ( из них 43 в Иркутске, 41 во Владивостоке)
- 4 страны СНГ
- 14 городов
- География от Калининграда до Владивостока

# Цель презентации

Показать возможности оборудования **MikroTik** в области ограничения пропускной способности и приоритизации трафика. Будут рассмотрены возможности RouterOS, WMM на беспроводных линках, а также возможности switch-chip на коммутаторах серии CRS и RB260

# Немного теории

Часто в повседневной работе сетевого или системного администратора встает вопрос об ограничении скорости либо приоритизации определенных типов трафика в условиях ограниченной полосы пропускания:

- трафик, чувствительный к времени задержки (delay):
- трафик, чувствительный к колебаниям времени задержки (jitter)
- трафик, чувствительный к потерям (packet loss)
- также требуется выделять гарантированную полосу пропускания

# Немного теории

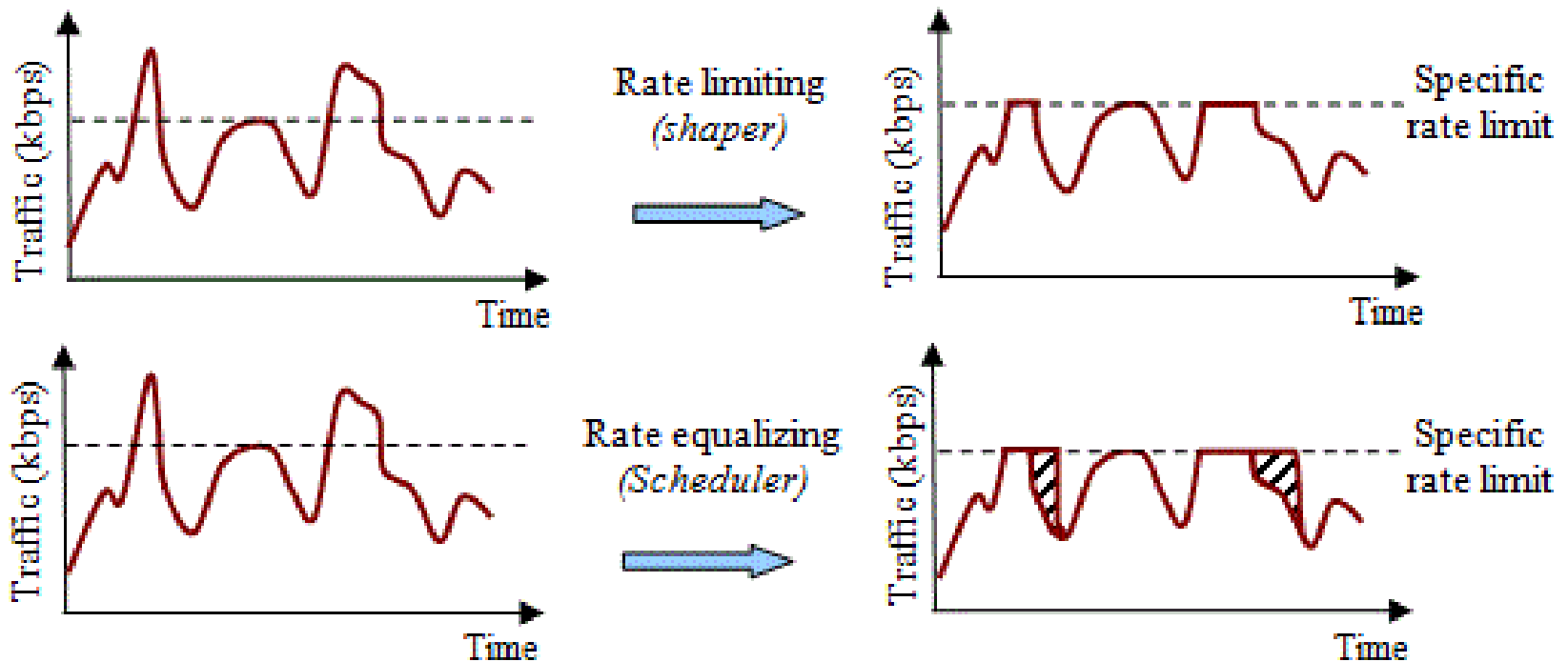
- Какой трафик мы можем приоритизировать?
- Только исходящий, на входящий мы повлиять не можем 😊

# Немного теории

- Приоритизация – это буферизация трафика с отбрасыванием (drop) тех пакетов/кадров, которые имеют низкий приоритет
- То есть мы не переставляем порядок следования пакетов/кадров!
- Задержка при прохождении пакета/кадра через буфер зависит от его размера: чем больше размер буфера, тем меньше мы отбрасываем трафика, но тем больше задержка, и наоборот. Подбирается экспериментально

# Немного теории

## Shaping vs Scheduling



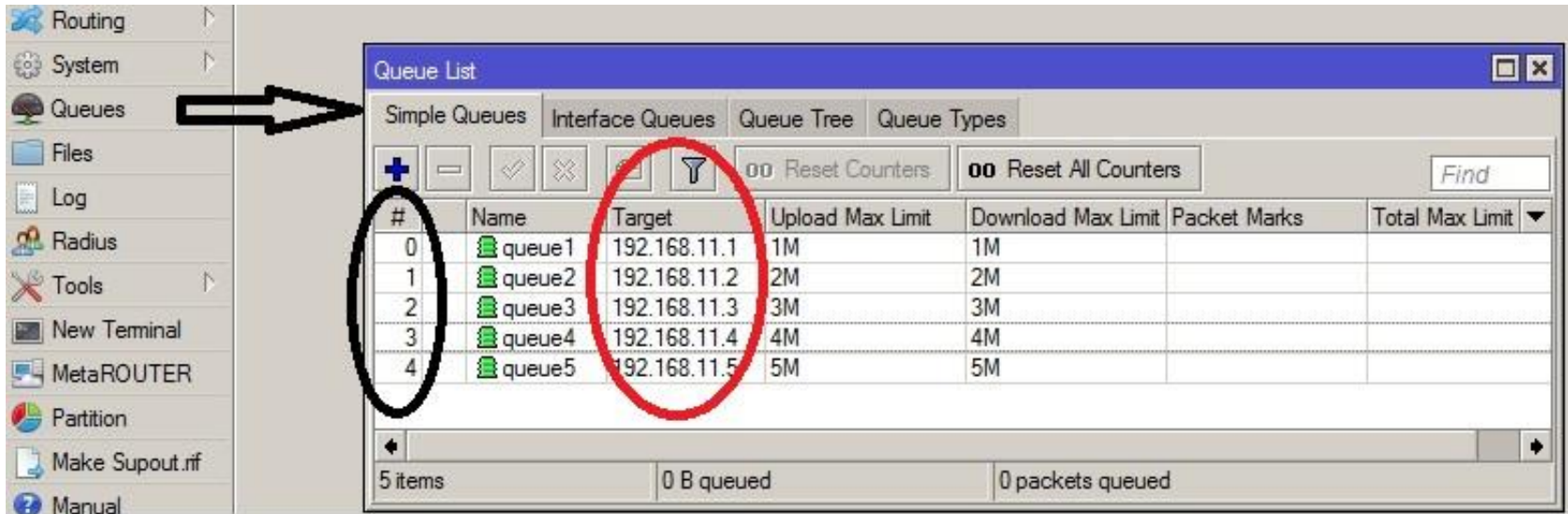


# QoS в RouterOS

- В MikroTik RouterOS существует 2 подхода к реализации QoS:
- **Simple queues** ( простые очереди )
- **Queue tree** ( дерево очередей )

# QoS в RouterOS

- **Simple queues ( простые очереди )**



The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface. On the left is a sidebar menu with items: Routing, System, Queues, Files, Log, Radius, Tools, New Terminal, MetaROUTER, Partition, Make Supout.rif, and Manual. An arrow points from the 'Queues' menu item to the 'Queue List' window. The 'Queue List' window has tabs for 'Simple Queues', 'Interface Queues', 'Queue Tree', and 'Queue Types'. Below the tabs are buttons for adding (+), deleting (-), and filtering (funnel), along with 'Reset Counters' and 'Reset All Counters' buttons, and a 'Find' search box. A table displays the configuration for five simple queues. The first column (ID) is circled in black, and the 'Target' column is circled in red. The status bar at the bottom shows '5 items', '0 B queued', and '0 packets queued'.

#	Name	Target	Upload Max Limit	Download Max Limit	Packet Marks	Total Max Limit
0	queue1	192.168.11.1	1M	1M		
1	queue2	192.168.11.2	2M	2M		
2	queue3	192.168.11.3	3M	3M		
3	queue4	192.168.11.4	4M	4M		
4	queue5	192.168.11.5	5M	5M		

# QoS в RouterOS

- **Simple queues** ( простые очереди ):
- Обработка в порядке следования
- Простота, удобство конфигурирования
- Возможность обойтись без **packet mark** ( target )
- Хорошо обрабатываются многоядерными процессорами (семейство роутеров CCR)
- Типичное применение: ограничение скорости для конкретных пользователей по их IP-адресу

# QoS в RouterOS

The screenshot displays the Mikrotik WinBox interface for configuring PPP. The main window shows a table of PPP Authentication & Accounting entries:

Name	Password	Service	Caller ID	Profile	Local Address	Remote Address	Last Logged Out
user	*****	any		10M	10.0.0.1	10.0.0.2	

Below the table, two configuration dialogs are open:

- PPP Secret <user>**: The 'Profile' dropdown is set to '10M' and is circled in black.
- PPP Profile <10M>**: The 'Limits' tab is selected. The 'Rate Limit (rx/tx)' field is set to '10m/10m' and is circled in black.

# QoS в RouterOS

- Queue Tree ( дерево очередей )

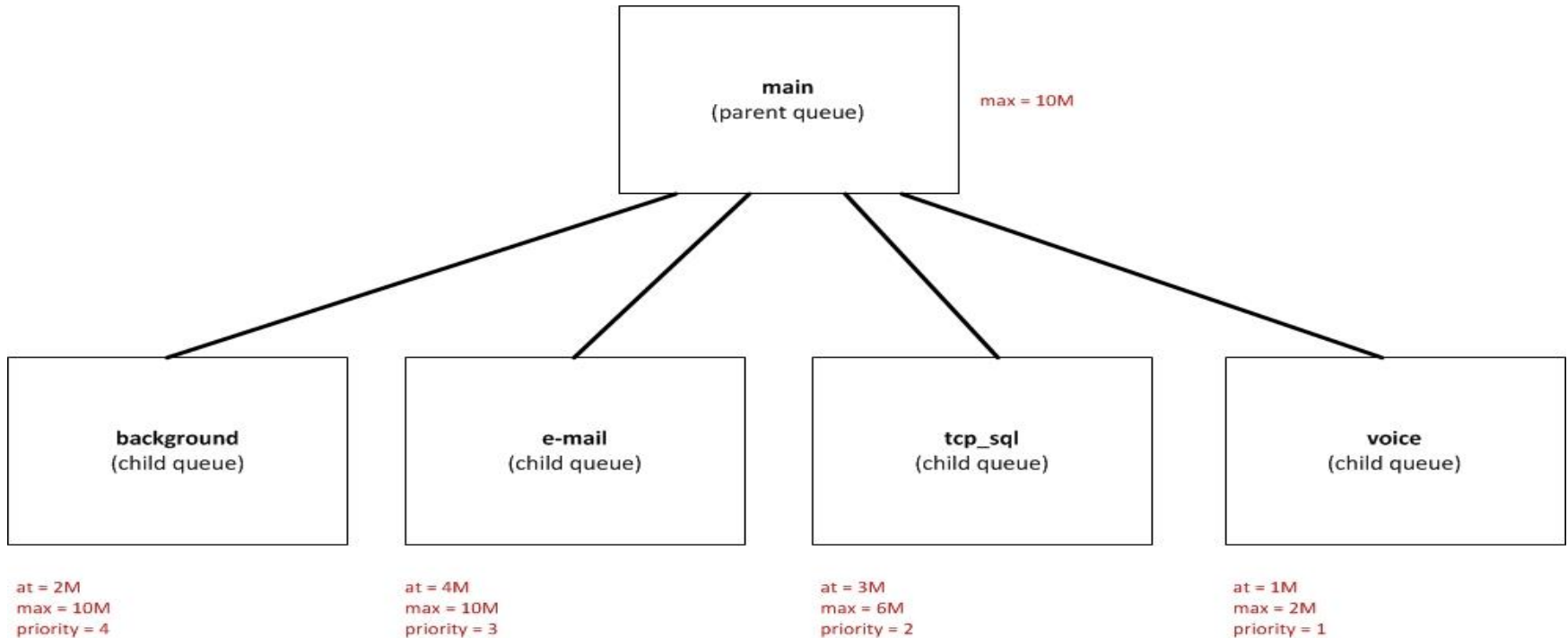
The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface with the 'Queue List' window open. The window has tabs for 'Queues', 'Queue Tree', and 'Queue Types'. The 'Queue Tree' tab is selected, displaying a table of queue configurations. A black circle highlights the 'Packet Marks' column, and three colored ovals (red, green, blue) highlight the 'Limit At (b...', 'Max Limit', and 'Avg. R...' columns respectively. A black arrow points to the 'Queues' tab.

Name	Parent	Packet Marks	Priority	Limit At (b...	Max Limit	Avg. R...	Queued Bytes	Bytes	Pack
main	global		8	10M	10M	0 bps	0 B	0 B	
background	main	background	8	2M	10M	0 bps	0 B	0 B	
e-mail	main	e-mail	3	4M	10M	0 bps	0 B	0 B	
tcp_sql	main	tcp_sql	2	3M	6M	0 bps	0 B	0 B	
voice	main	voice	1	1M	3M	0 bps	0 B	0 B	

5 items      0 B queued      0 packets queued

# QoS в RouterOS

- Queue Tree ( дерево очередей )



**Limit at** = CIR (committed information rate) = гарантированная скорость

**Max limit** = MIR (maximum information rate) = максимальная скорость

# Классификация и маркировка

- Для того, чтобы трафик попал в очередь, нужно его выделить и промаркировать специальной меткой
- В RouterOS есть 3 типа виртуальных меток, которые существуют только внутри ОС, не выходя за пределы роутера:
  - mark connection
  - mark routing (policy routing)
  - mark packet (QoS)
- Маркируем трафик мы в таблице Mangle:  
**`/ip firewall mangle`**

# Классификация и маркировка

- Классифицируем

New Mangle Rule

General | Advanced | Extra | Action | Statistics

Chain: forward

Src. Address:

Dst. Address:

Protocol:  6 (tcp)

Src. Port:

Dst. Port:  80

Any. Port:

P2P:

In. Interface:  ether1-master-local

Out. Interface:

Packet Mark:

Connection Mark:

Routing Mark:

Routing Table:

Connection Type:

Connection State:

Connection NAT State:

OK

Cancel

Apply

Disable

Comment

Copy

Remove

Reset Counters

Reset All Counters

enabled

- Маркируем

New Mangle Rule

General | Advanced | Extra | Action | Statistics

Action: mark packet

Log

Log Prefix:

New Packet Mark: http

Passthrough

OK

Cancel

Apply

Disable

Comment

Copy

Remove

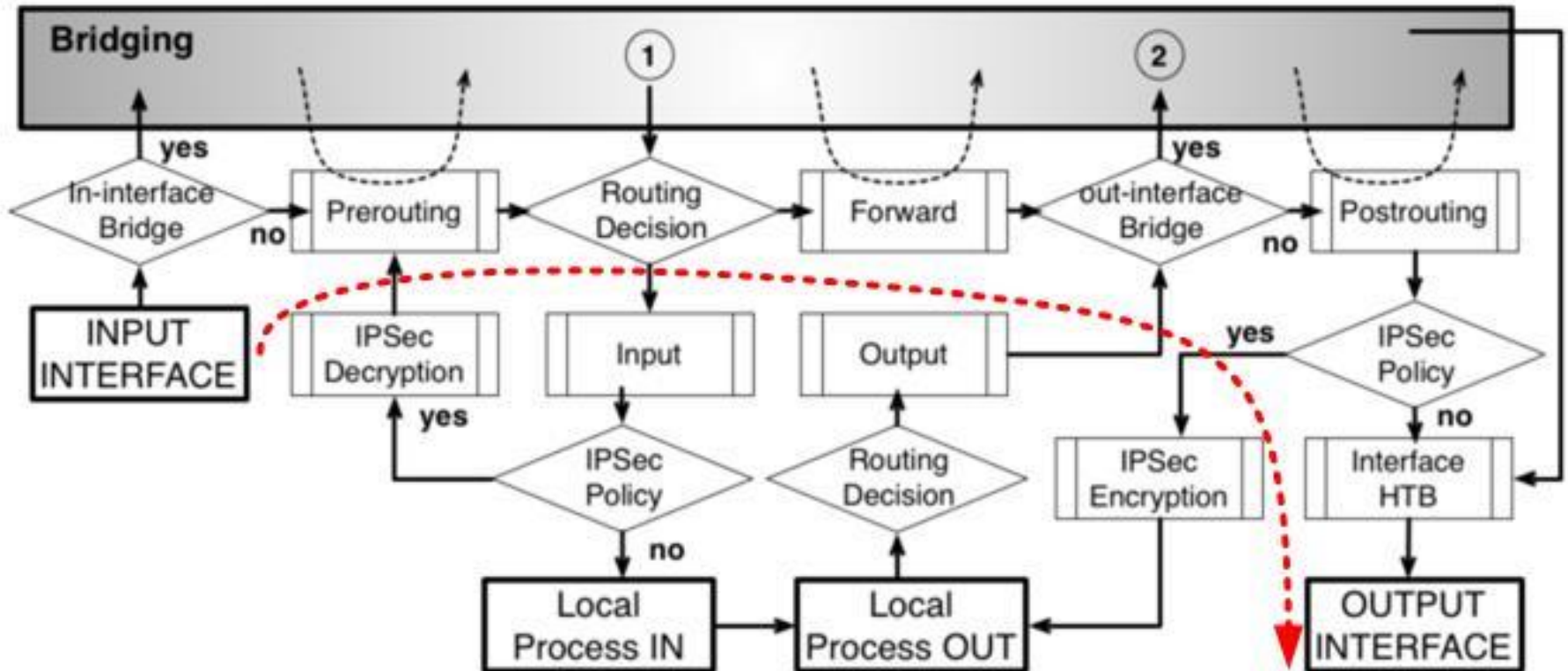
Reset Counters

Reset All Counters

enabled



# Fasttrack



# Fasttrack

New Firewall Rule

General Advanced Extra Action Statistics

Chain: forward

Src. Address:

Dst. Address:

Protocol:  udp

Src. Port:

Dst. Port: 5060,5061

Any. Port:

P2P:

In. Interface:

Out. Interface:

Packet Mark:

Connection Mark:

Routing Mark:

Routing Table:

Connection Type:

Connection State:

Connection NAT State:

enabled

OK Cancel Apply Disable Comment Copy Remove Reset Counters Reset All Counters

New Firewall Rule

General Advanced Extra Action Statistics

Action: fasttrack connection

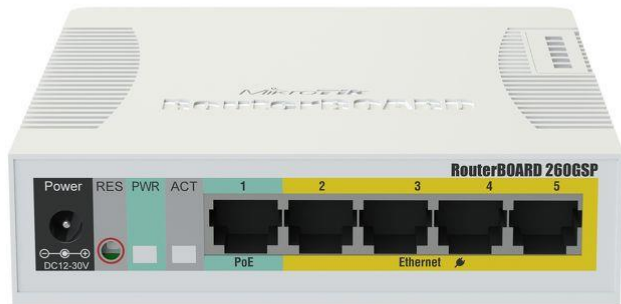
Log

Log Prefix:

enabled

OK Cancel Apply Disable Comment Copy Remove Reset Counters Reset All Counters

# QoS в SwOS



# QoS в SwOS

Ingress Shaping ( ограничение входящей скорости на порту ) делается через ACL

MikroTik SwOS Logout

Link SFP Forwarding Statistics VLAN VLANs Static Hosts Hosts SNMP ACL System

From: 1 2 3 4 5 SFP

MAC Src:  MAC Dst:  **Условия** Clear Cut Insert

VLAN: any  VLAN ID:  Ethertype:  hex

IP Src:  IP Dst:  Priority:  Protocol:  DSCP: 46

Redirect To 1 2 3 4 5 SFP  Mirror Rate: 500k **Действия** Set VLAN ID:  Priority:

From: 1 2 3 4 5 SFP Clear Cut Insert

MAC Src:  MAC Dst:  Ethertype:  hex

VLAN: any  VLAN ID:  Priority:

IP Src:  IP Dst:  Protocol:  DSCP:

Redirect To 1 2 3 4 5 SFP  Mirror Rate: 200k Set VLAN ID:  Priority:

Порядок следования правил имеет значение!

# QoS в SwOS

	Port1	Port2
<b>Forwarding</b>		
From Port 1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
From Port 2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
From Port 3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
From Port 4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
From Port 5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
From SFP	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Port Lock</b>		
Port Lock	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lock On First	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Port Mirroring</b>		
Mirror Ingress	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mirror Egress	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mirror To	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>Bandwidth Limit</b>		
Egress Rate	<input type="text"/>	<input type="text" value="30m"/>

Чтобы ограничить скорость исходящего (egress) трафика, заходим на закладку Forwarding

Тем самым можно делать простые политики QoS средствами коммутатора, не нагружая маршрутизатор очередями simple queuee или queue tree!

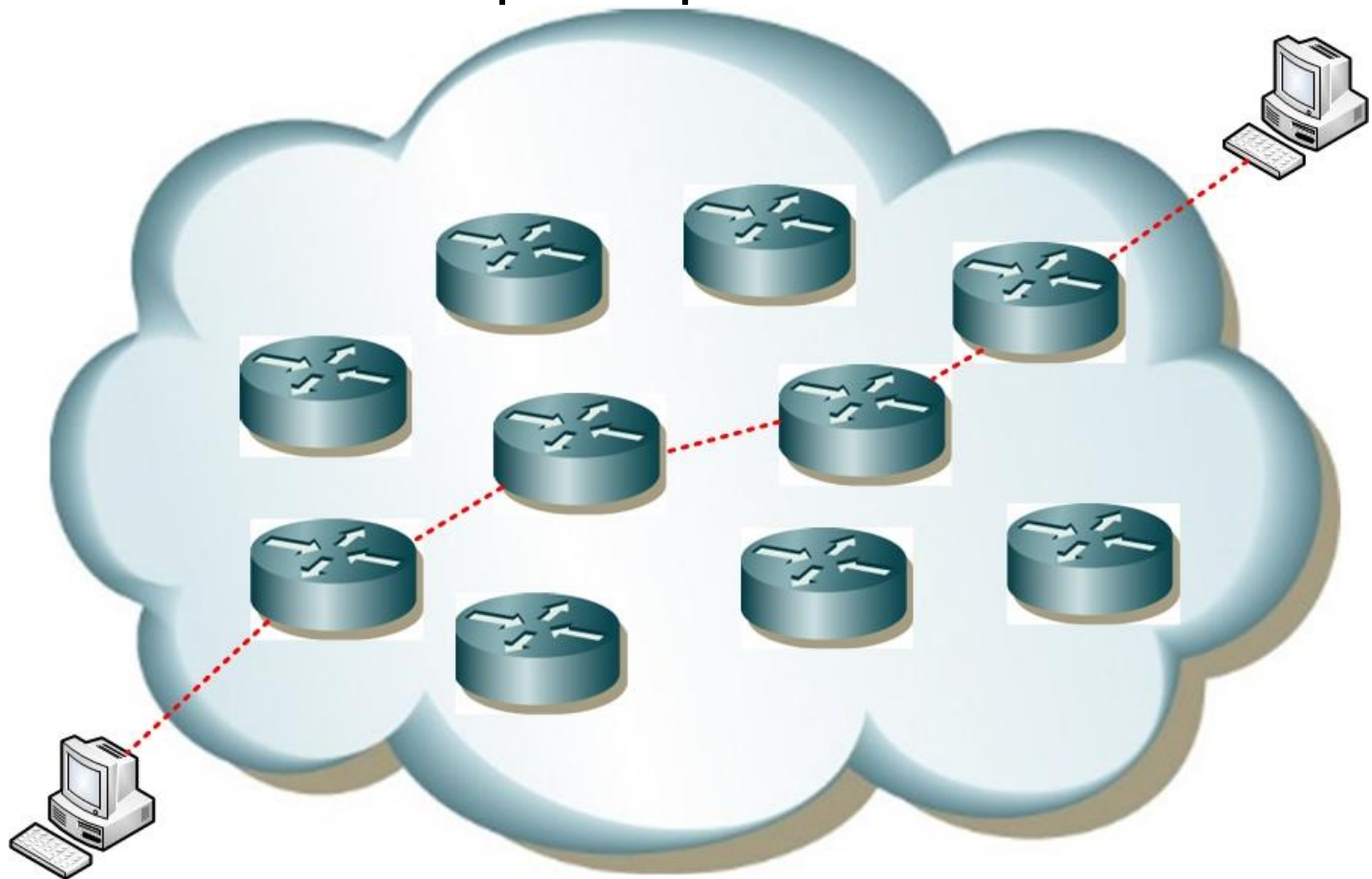
Еще один плюс использования ACL на коммутаторе – коммутатор применяет политики к трафику на скорости порта!

# VLAN Priority и поле DSCP

- Как приоритезировать трафик в сети? На основании каких параметров?
- На 2-м уровне в Ethernet-кадре может присутствовать VLAN tag, а в этом tag'е, помимо VLAN ID, есть поле Priority ( 0-7 ). Обработывается данное поле коммутаторами
- На 3-м уровне в заголовках IP-пакета есть поле DSCP (0-63), обрабатывается преимущественно маршрутизаторами, но и коммутаторы тоже могут его считывать

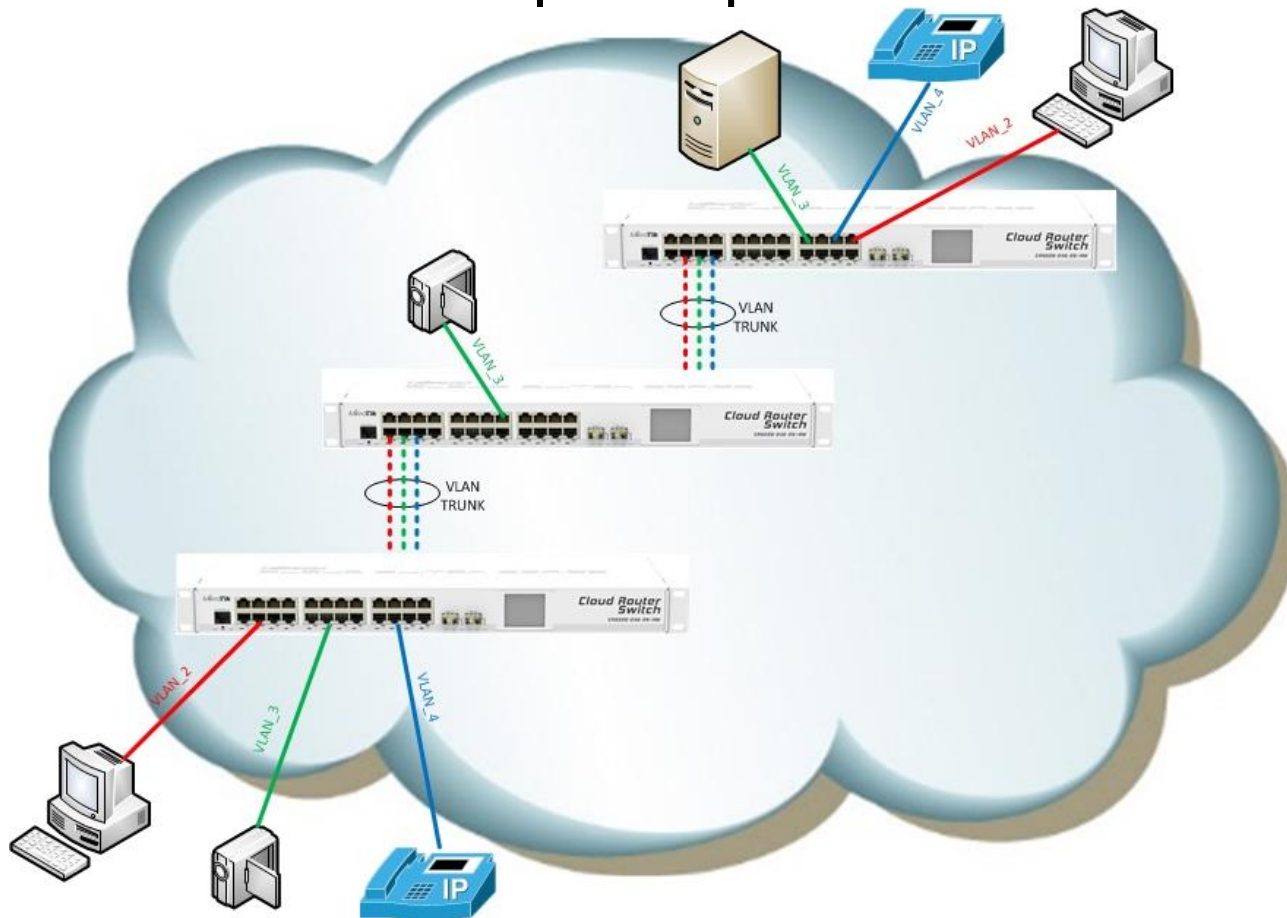
# Приоритизация трафика End-to-end

- Как приоритизировать трафик через всю сеть? На основании каких параметров?



# Приоритизация трафика End-to-end

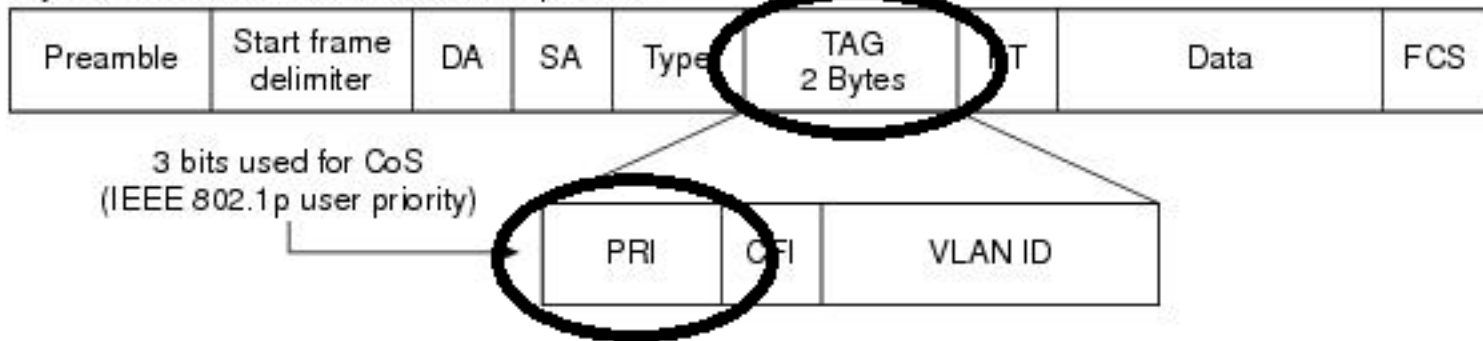
- Как приоритизировать трафик через всю сеть? На основании каких параметров?



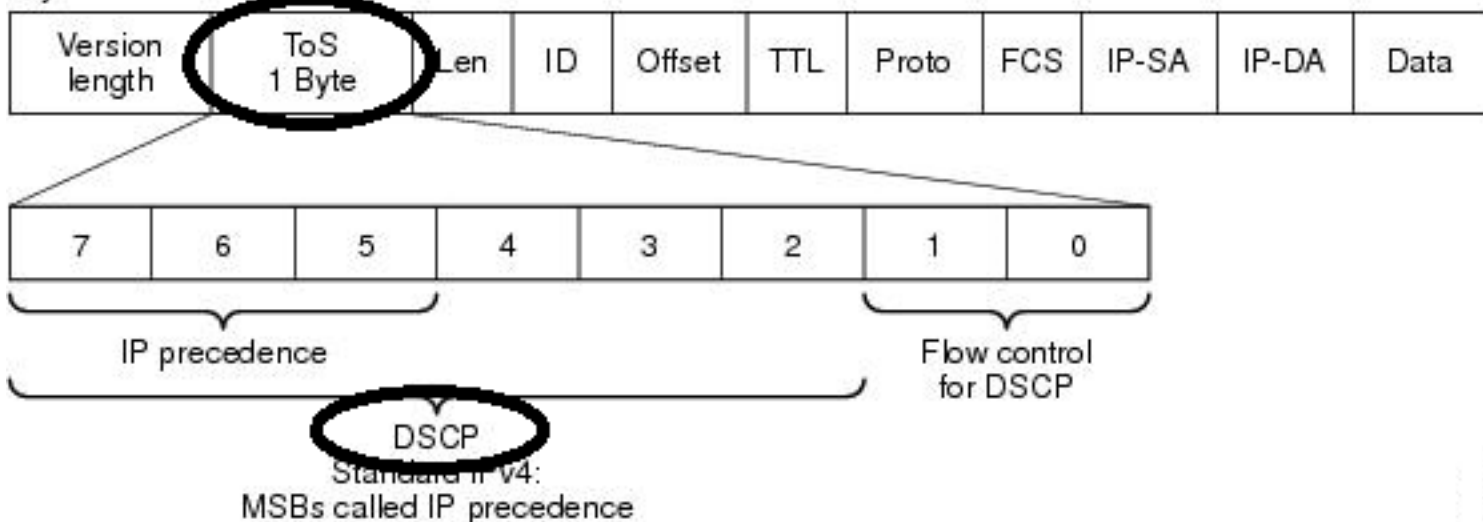


# VLAN Priority и поле DSCP

Layer 2 IEEE 802.1Q and IEEE 802.1p Frame



Layer 3 IPv4 Packet

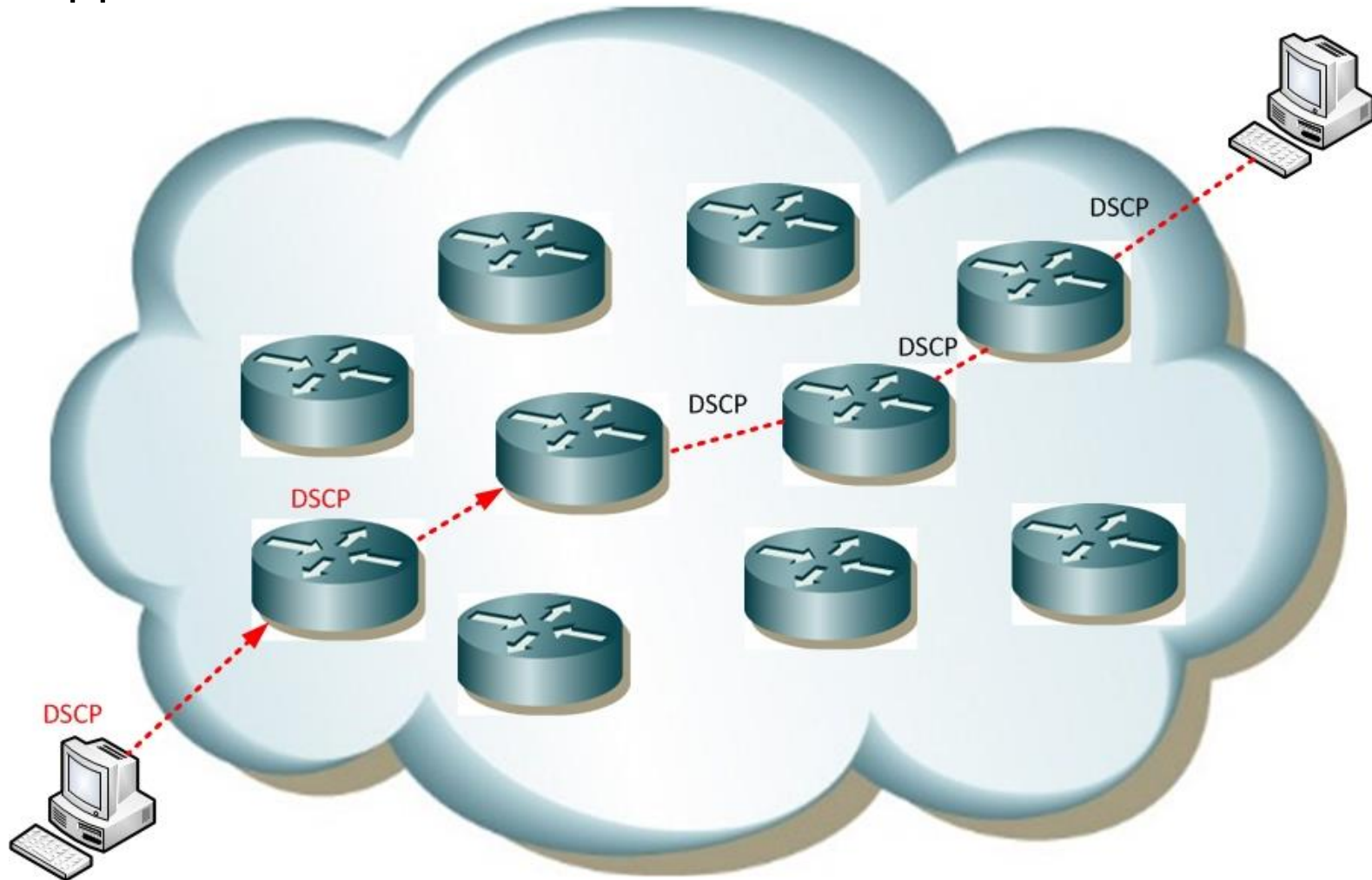


# VLAN Priority и поле DSCP

- Как помечать ( “красить” ) трафик, подлежащий приоритизации? Ближе к источнику.
- На 2-м уровне мы можем на коммутаторе изменить VLAN Priority для трафика, входящего в порт, дальше этот трафик пойдет по сети тэгированным ( это надо учитывать )
- На 3-м уровне можно изменить поле DSCP, в MS Windows это делается гибко через “QoS на основе политик” ( если компьютер не в домене, то нужно править реестр 😊 )

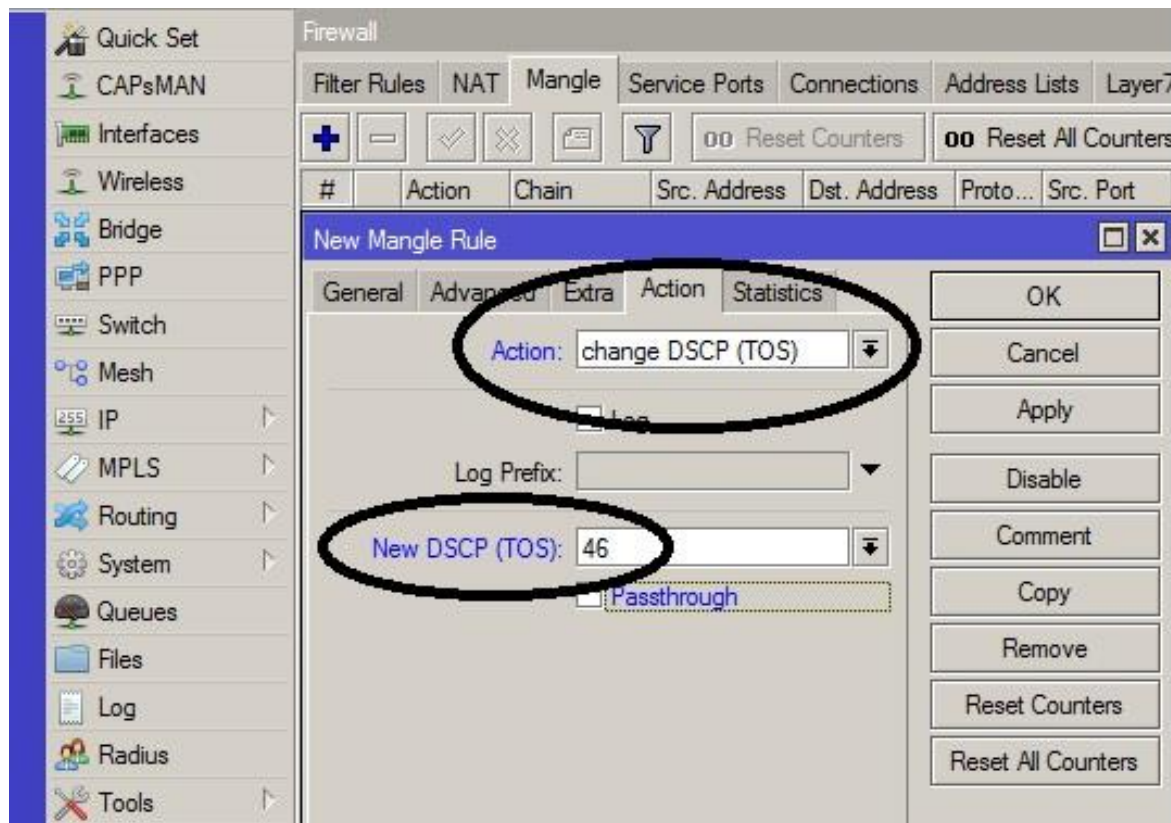
# VLAN Priority и поле DSCP

- Где можно изменить поле DSCP в пакете?

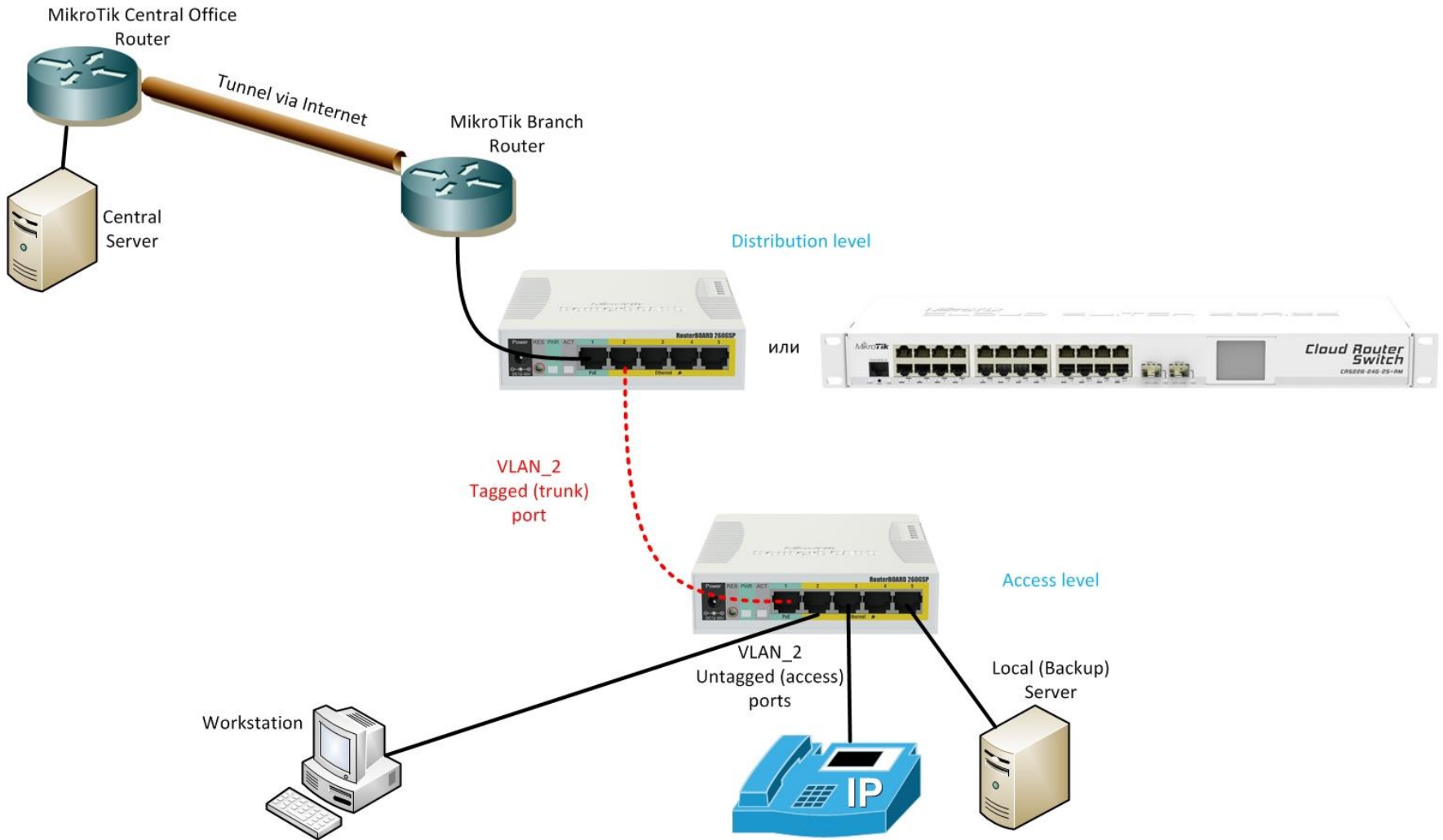


# VLAN Priority и поле DSCP

- Где можно изменить поле DSCP в пакете?
- В таблице `/ip firewall mangle`:



# VLAN Priority и поле DSCP



# Коммутаторы серии CRS



# QoS на коммутаторах серии CRS

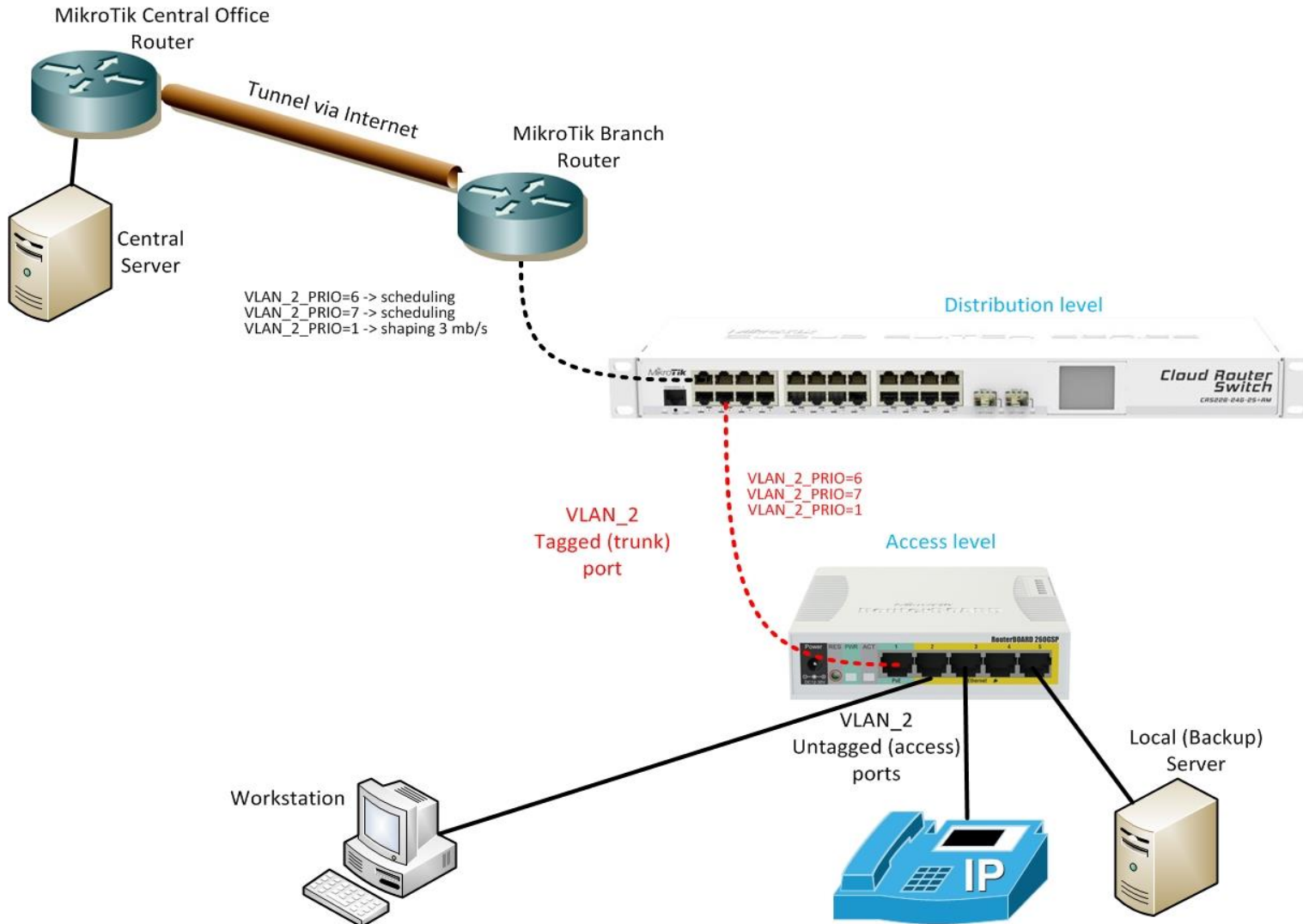
- Коммутаторы серии CRS обладают огромными возможностями и работают под управлением RouterOS
- Каждый порт можно отвязать от switch-chip'а и сделать независимым (маршрутизирующим)
- Доступны разные модели для разных задач ( только с SFP-портами, комбинированные SFP/Gigabit Ethernet, с WLAN )
- В плане QoS коммутаторы CRS позволяют делать политики более гибкими, чем в SwOS

# QoS на коммутаторах серии CRS

- На каждом порту коммутатора есть 8 очередей: queue7 имеет высший приоритет, queue0 – низший. Очереди применяются к трафику, выходящему из порта ( egress ).
- Как уже говорилось выше, существует 2 подхода к QoS: shaping и scheduling. Shaping жестко ограничивает скорость трафика, Scheduling приоритизирует трафик



# QoS на коммутаторах серии CRS



# QoS на коммутаторах серии CRS

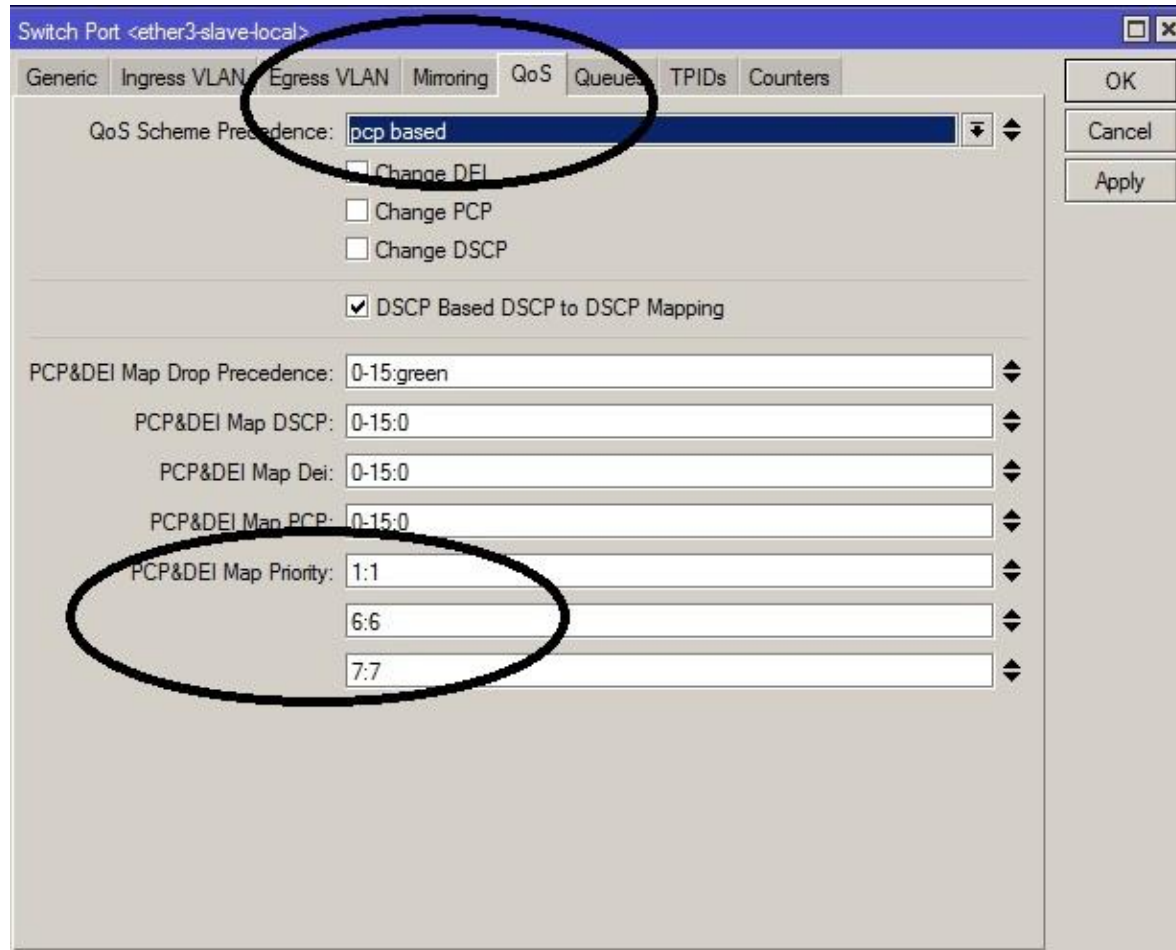
Настройка ingress-порта (опускаем настройку VLAN 😊):

The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface. The left sidebar contains a menu with categories like Quick Set, CAPsMAN, Interfaces, Wireless, Bridge, PPP, Switch, Mesh, IP, MPLS, Routing, System, Queues, Files, Log, Radius, Tools, New Terminal, LCD, MetaROUTER, Partition, and Make Supout.rif. The main area is divided into three panes. The top pane shows 'Safe Mode' and 'Session: 192.168.88.111'. The middle pane shows 'Switch Ports' with sub-tabs for 'Ports', 'Trunk', 'Port Isolation', and 'Port Leakage'. The 'Ports' sub-tab is active, displaying a table of ports. The 'ether3-slave-local' port is selected. The bottom pane shows '11 items (1 selected)'.

Name	VLAN Type	Isolation Profile	MAC Based V...	Egress VLAN Mode
ether1-master-local	network port		29 no	unmodified
ether2-slave-local	network port		29 no	unmodified
ether3-slave-local	network port		29 no	unmodified
ether4-slave-local	network port		29 no	unmodified
ether5-slave-local	network port		29 no	unmodified
ether6-slave-local	network port		29 no	unmodified
ether7-slave-local	network port		29 no	unmodified
ether8-slave-local	network port		29 no	unmodified
sfp-sfpplus 1-slave...	network port		29 no	unmodified
sfpplus2-slave-local	network port		29 no	unmodified
switch1-cpu	network port		31 no	unmodified

# QoS на коммутаторах серии CRS

Настройка ingress-порта:



# QoS на коммутаторах серии CRS

Настройка egress-порта (scheduling):

Switch Port <ether2-slave-local>

Generic Ingress VLAN Egress VLAN Mirroring QoS Queues TPIDs Counters

Priority To Queue:

1	:	1	↕
6	:	6	↕
7	:	7	↕

Per Queue Scheduling:

strict priority	▼	:		▼	↕
strict priority	▼	:		▼	↕
strict priority	▼	:		▼	↕
strict priority	▼	:		▼	↕
strict priority	▼	:		▼	↕
strict priority	▼	:		▼	↕
strict priority	▼	:		▼	↕
strict priority	▼	:		▼	↕

OK Cancel Apply

# QoS на коммутаторах серии CRS

## Настройка shaper'a:

The screenshot shows the Mikrotik WinBox interface. The left sidebar contains a tree view with categories like Quick Set, CAPsMAN, Interfaces, Wireless, Bridge, PPP, Switch, Mesh, IP, MPLS, Routing, System, Queues, Files, Log, Radius, Tools, New Terminal, LCD, MetaROUTER, Partition, and Make Supout.rif. The main window displays the 'Switch QoS' configuration page, with the 'Shaper' tab selected. A table lists the configured shapers:

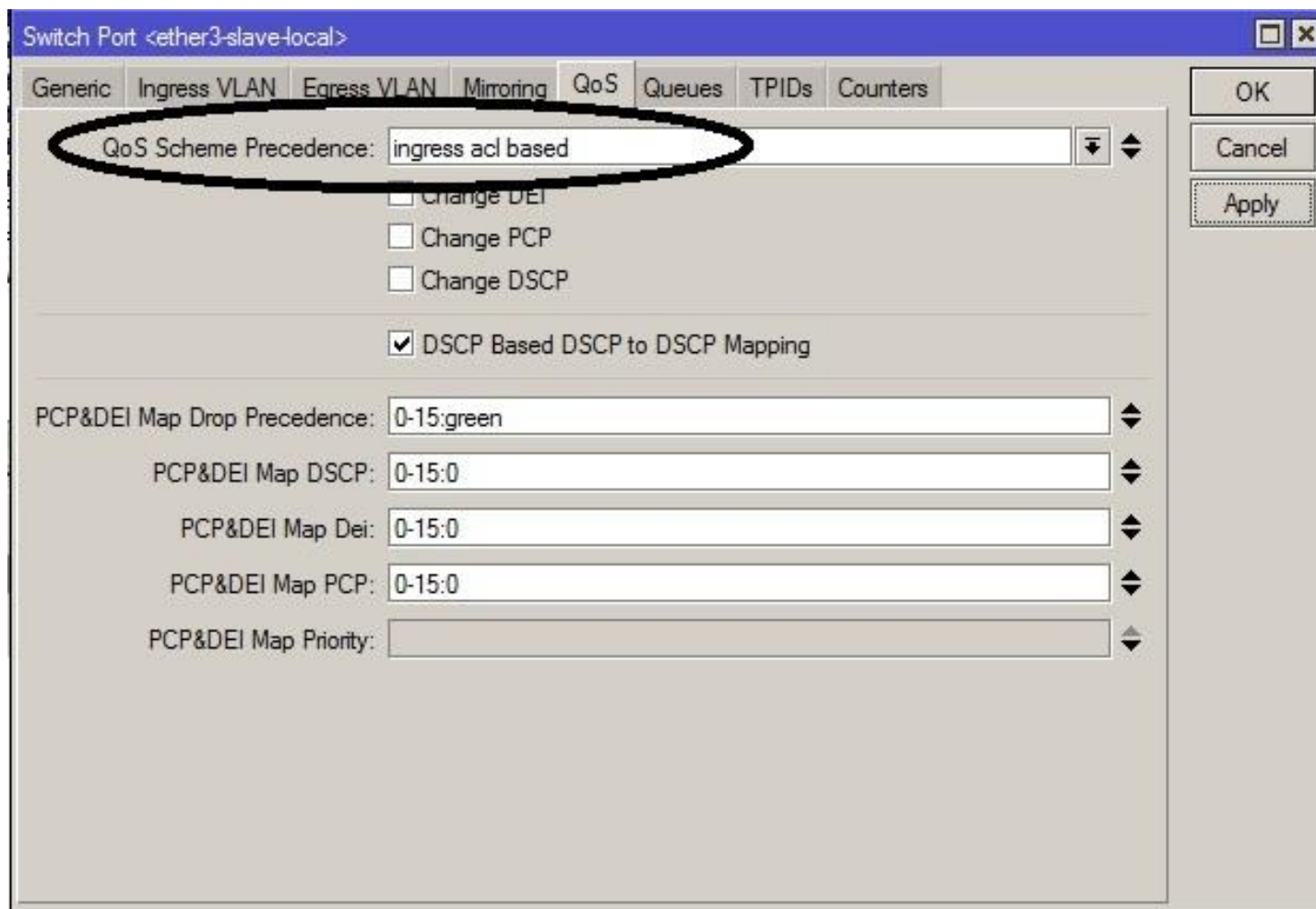
Port	Target	Meter Unit	Rate	Burst
ether2-slave-local	queue 1	bit	3M	

A dialog box titled 'Switch Shaper <ether2-slave-local>' is open, showing the configuration for the selected shaper. The fields are: Port: ether2-slave-local, Target: queue 1, Meter Unit: bit (selected), Rate: 3M, and Burst: 0. Buttons for OK, Cancel, Apply, Disable, Copy, and Remove are visible.

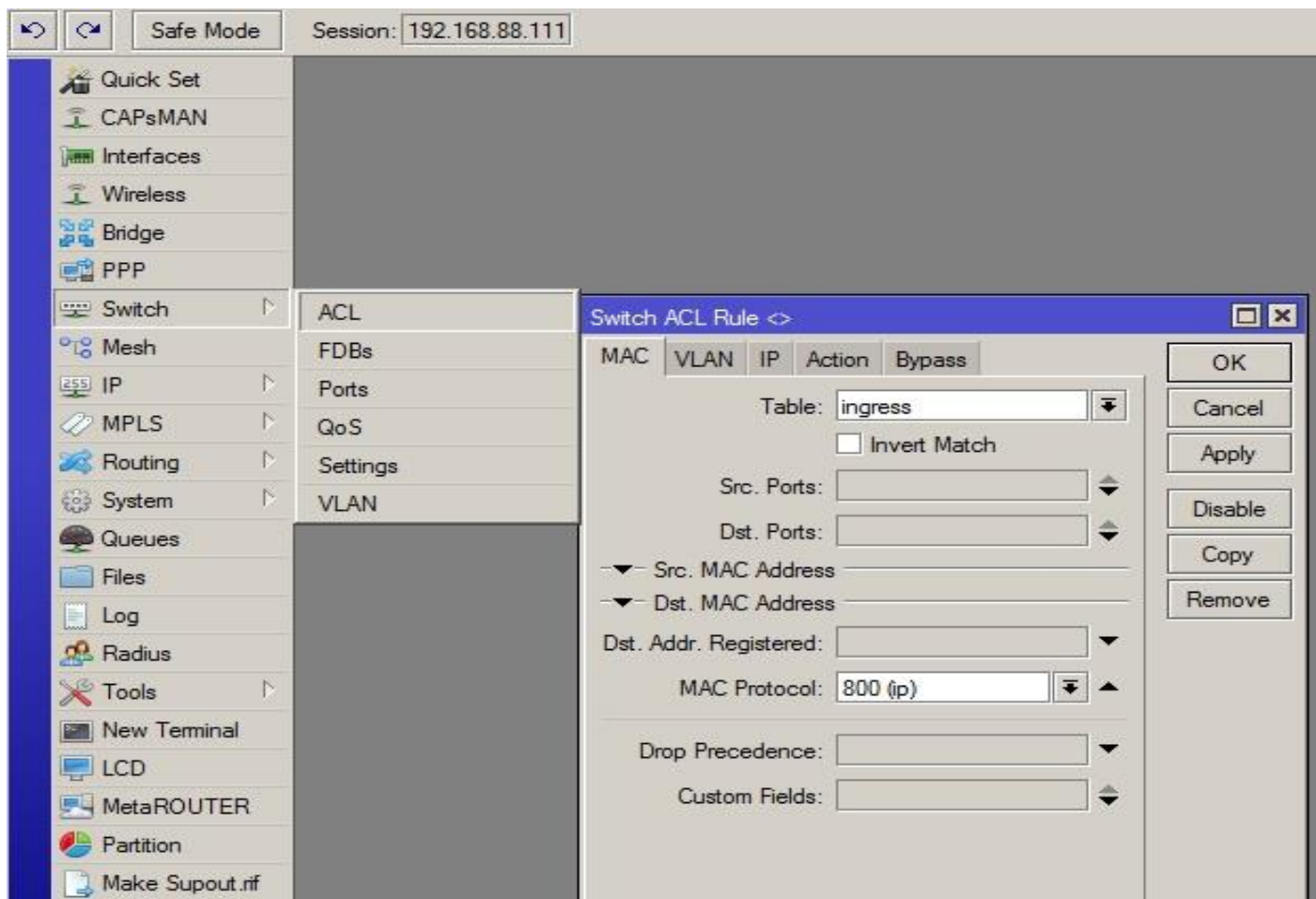
# QoS на коммутаторах серии CRS

- На коммутаторах серии CRS2xx, а также в модели CRS112-8G-4S есть мощнейший инструмент: **ACL**, позволяющий, помимо прочего, более просто и гибко создавать политики QoS.

# QoS на коммутаторах серии CRS: Настройка ingress-порта

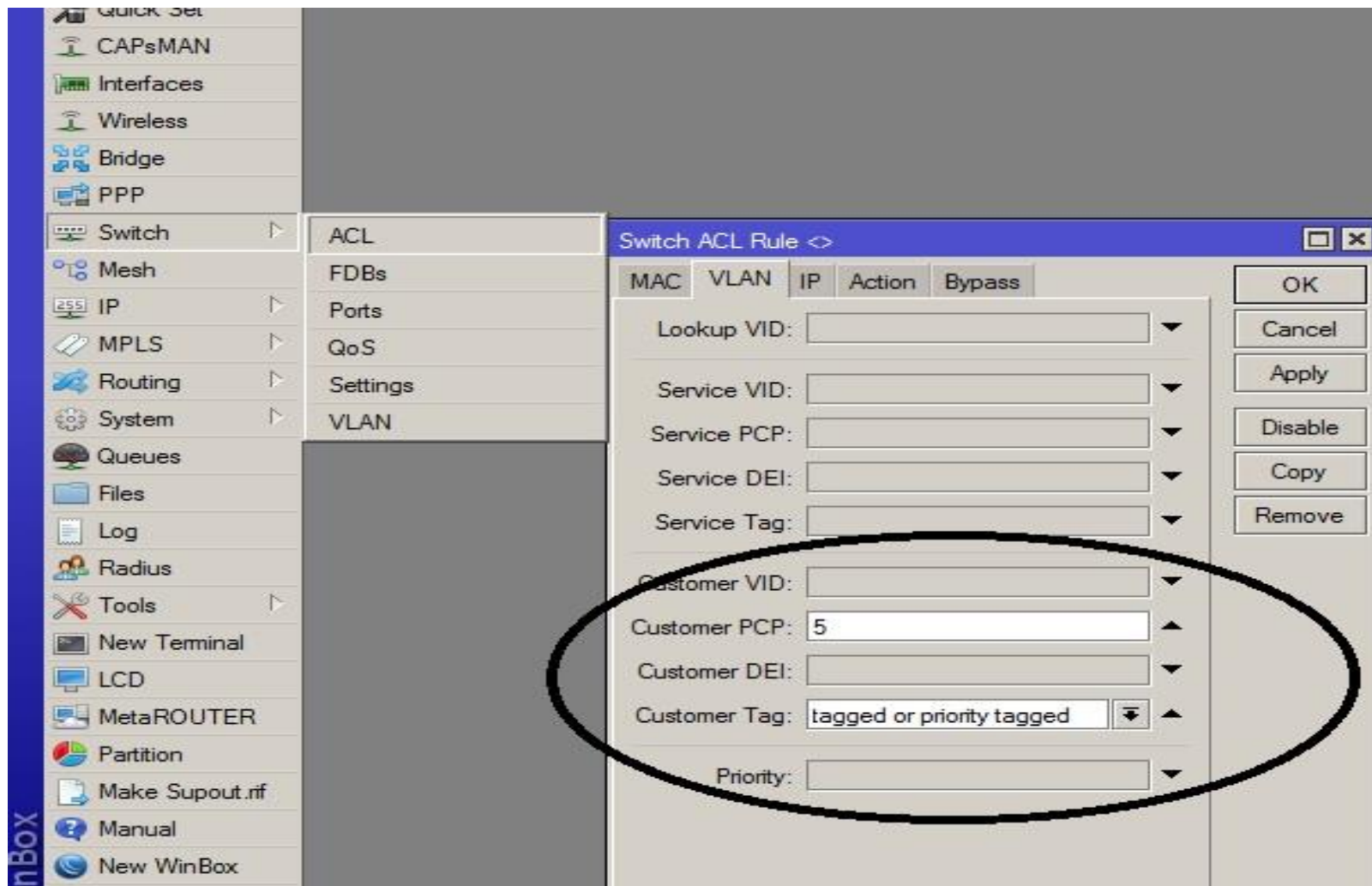


# QoS на коммутаторах серии CRS: Настройка ACL





# QoS на коммутаторах серии CRS: Настройка ACL



# QoS на коммутаторах серии CRS:

## Настройка ACL

The screenshot displays the Mikrotik WinBox interface for configuring an ACL rule. The left sidebar shows the navigation tree with 'Switch' selected. The main window is titled 'Switch ACL Rule' and has tabs for 'MAC', 'VLAN', 'IP', 'Action', and 'Bypass'. The 'IP' tab is active. The 'Action' dropdown menu is set to 'forward'. Below it, there are fields for 'Mirror To:', 'Policer:', and 'Learn SA:'. Further down, there are fields for 'New Service VID:', 'New Service PCP:', and 'New Service DEI:'. Below these are fields for 'New Customer VID:', 'New Customer PCP:', and 'New Customer DEI:'. At the bottom, there are fields for 'New DSCP:', 'New Priority:' (set to 0), and 'New Drop Precedence:'. The 'New Priority:' field is circled in black. On the right side of the window, there are buttons for 'OK', 'Cancel', 'Apply', 'Disable', 'Copy', and 'Remove'.

# QoS на коммутаторах серии CRS: Настройка ACL

The screenshot displays the Mikrotik WinBox interface for configuring QoS on a switch. The left sidebar shows the navigation menu with 'QoS' highlighted. The main window shows the 'Switch QoS' configuration page with a table of shapers. A dialog box for 'Switch Shaper <ether6-slave-local>' is open, showing the configuration for the selected shaper.

Port	Target	Meter Unit	Rate	Burst
ether6-slave-local	queue 0	bit	1M	0

Switch Shaper <ether6-slave-local> configuration:

- Port: ether6-slave-local
- Target: queue 0
- Meter Unit: bit
- Rate: 1M
- Burst: 0

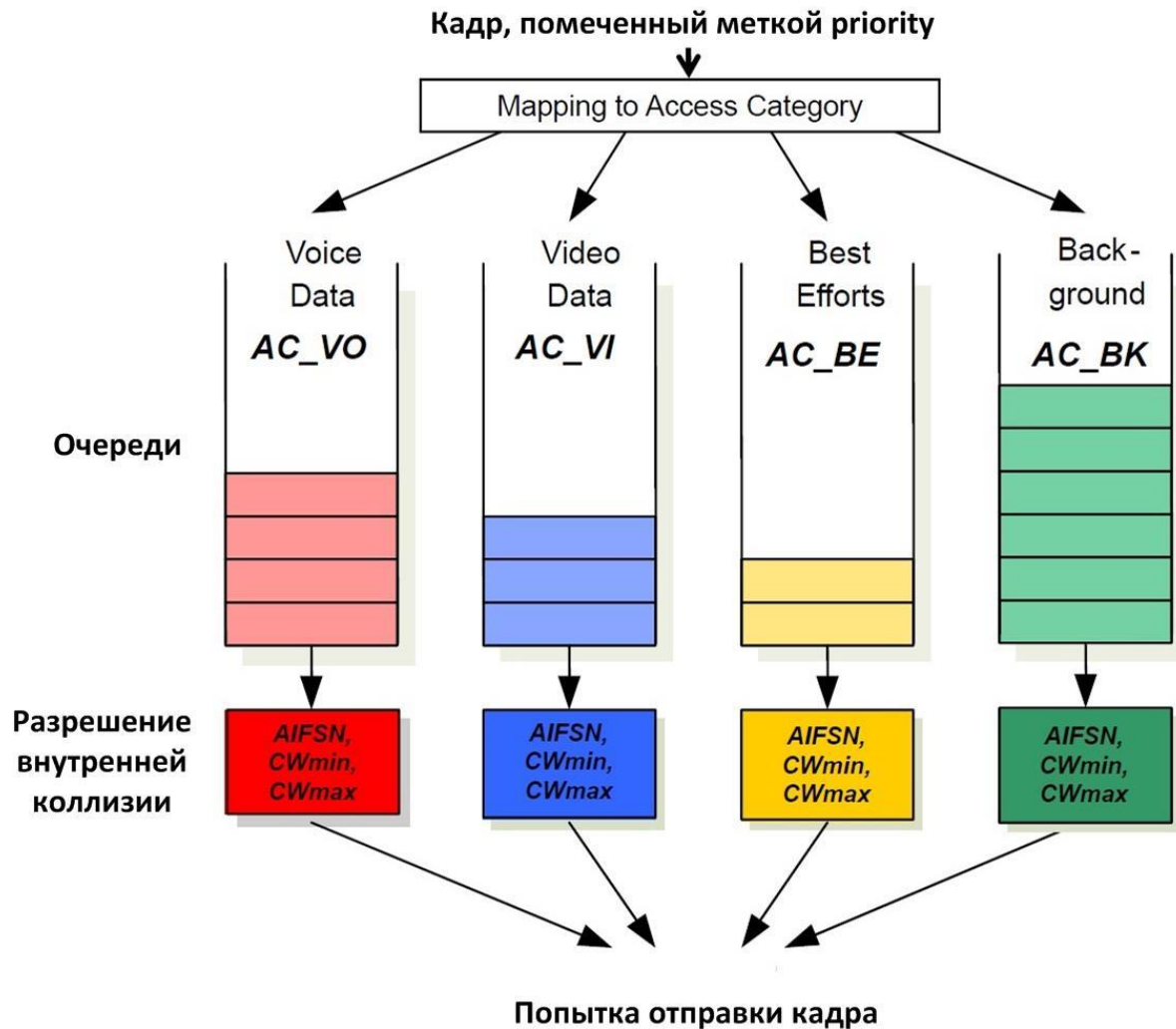
# WMM (Wireless Multimedia)

- В беспроводных сетях возможна приоритизация на уровне самого протокола 802.11
- WMM позволяет разделить трафик на 4 группы, кадры из которых будут посылаться беспроводным интерфейсом с разными задержками, повышая вероятность того, что раньше с интерфейса в среду будут уходить кадры их группы с наивысшим приоритетом
- WMM не обеспечивает гарантированную полосу пропускания!

# WMM (Wireless Multimedia)

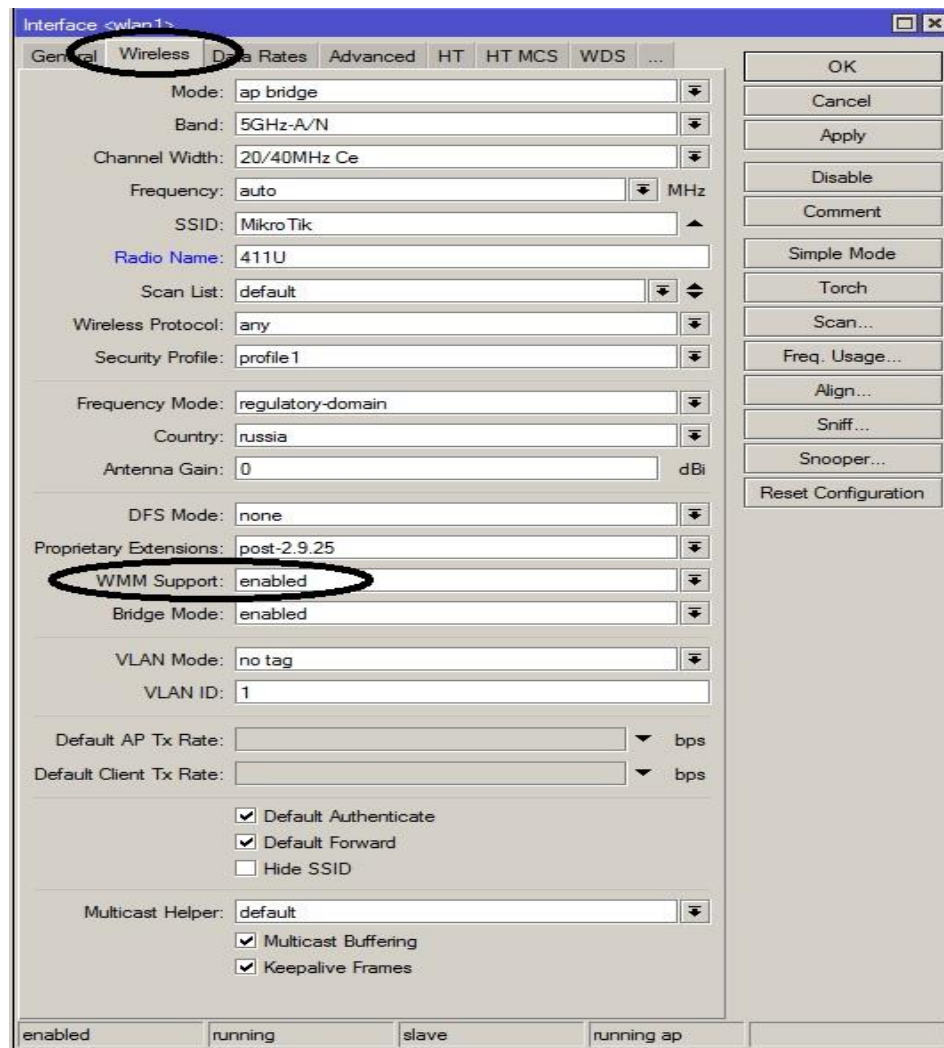
Priority	User Priority (same as 802.1D user priority)	802.1D Designation	Access category (AC)	Designation (Informative)
Lowest  ↓  highest	1	BK	AC_BK	Background
	2	-	AC_BK	Background
	0	BE	AC_BE	Best Effort
	3	EE	AC_BE	Best Effort
	4	CL	AC_VI	Video
	5	VI	AC_VI	Video
	6	VO	AC_VO	Voice
	7	NC	AC_VO	Voice

# WMM (Wireless Multimedia)



# WMM (Wireless Multimedia)

- Как включить WMM на MikroTik?

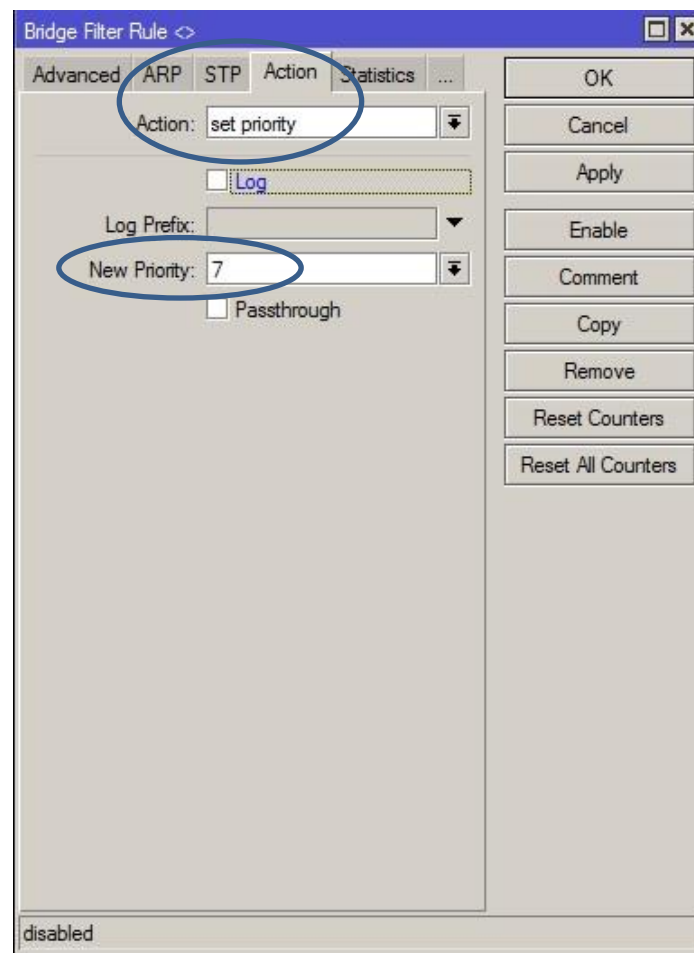
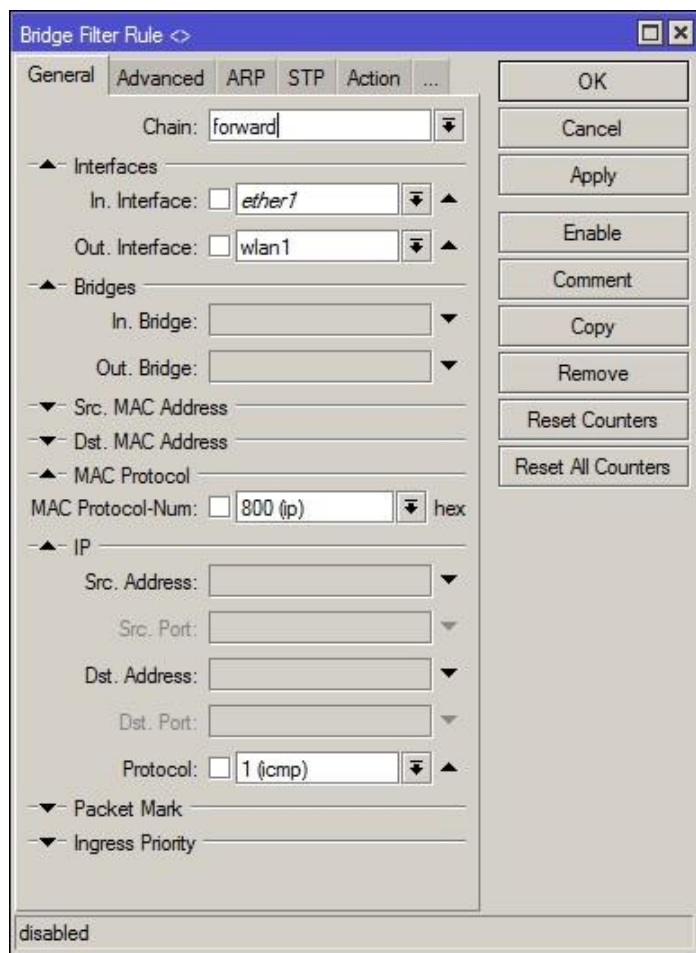


# WMM (Wireless Multimedia)

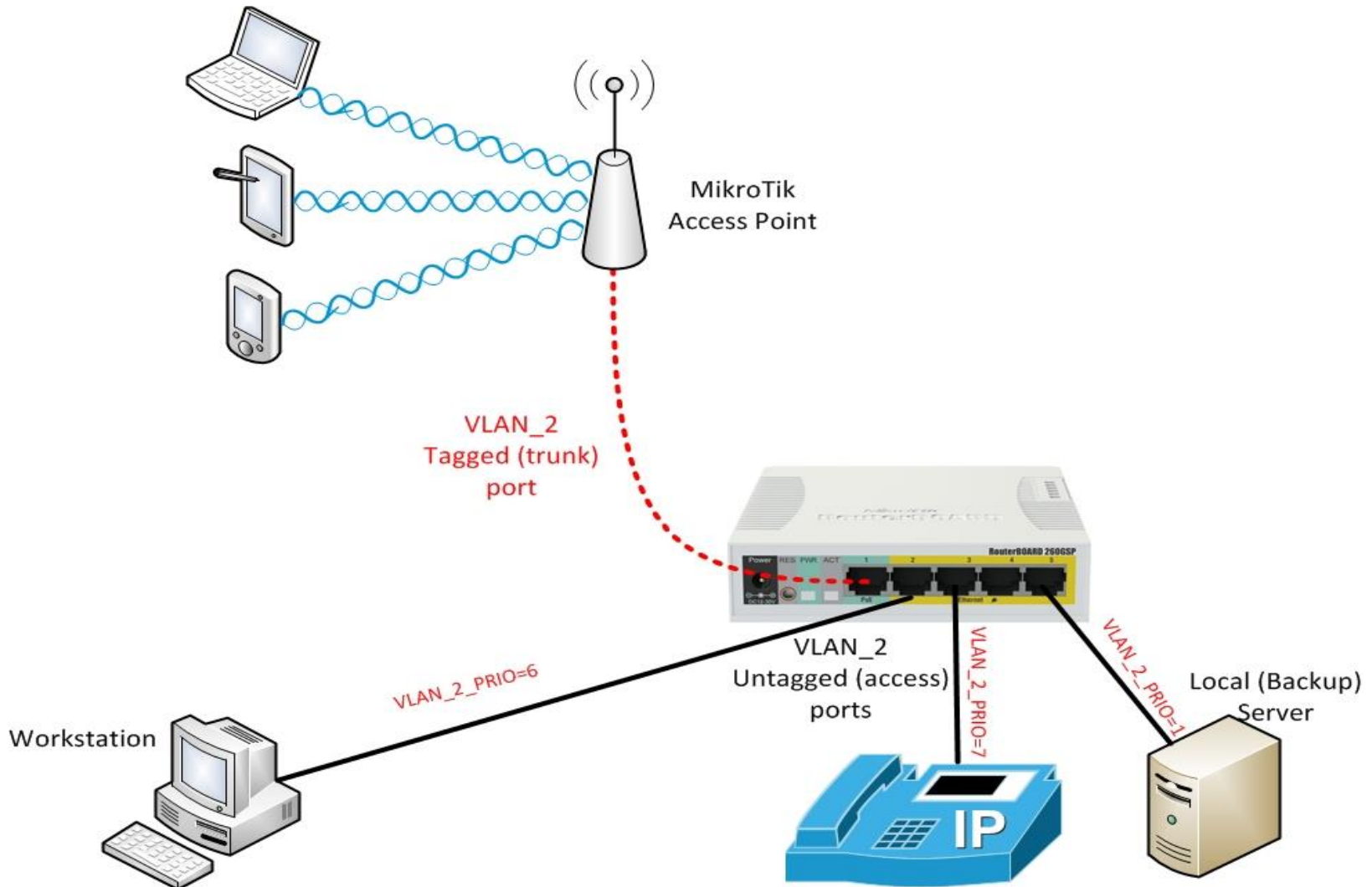
- Где мы ставим метку **Priority**?
- **/ip firewall mangle**
- **/interface bridge filter**
- Action в обоих случаях тот же: **set priority**



# WMM (Wireless Multimedia)



# VLAN Priority и Wireless Multimedia (WMM)



# VLAN Priority и поле DSCP

From: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 SFP	MAC Src: <input type="text"/>	MAC Dst: <input type="text"/>	Ethertype: <input type="text"/>	hex
VLAN: any	VLAN ID: <input type="text"/>	Priority: <input type="text"/>	DSCP: 45	
IP Src: <input type="text"/>	IP Dst: <input type="text"/>	Protocol: <input type="text"/>	Priority: 6	
<input type="checkbox"/> Redirect To <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 SFP	<input type="checkbox"/> Mirror	Rate: <input type="text"/>	Set VLAN ID: <input type="text"/>	
From: <input type="checkbox"/> 1 <input checked="" type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 SFP	MAC Src: <input type="text"/>	MAC Dst: <input type="text"/>	Ethertype: <input type="text"/>	hex
VLAN: any	VLAN ID: <input type="text"/>	Priority: <input type="text"/>	DSCP: <input type="text"/>	
IP Src: <input type="text"/>	IP Dst: <input type="text"/>	Protocol: <input type="text"/>	Priority: 7	
<input type="checkbox"/> Redirect To <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 SFP	<input type="checkbox"/> Mirror	Rate: <input type="text"/>	Set VLAN ID: <input type="text"/>	
From: <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input checked="" type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 SFP	MAC Src: <input type="text"/>	MAC Dst: <input type="text"/>	Ethertype: <input type="text"/>	hex
VLAN: any	VLAN ID: <input type="text"/>	Priority: <input type="text"/>	DSCP: <input type="text"/>	
IP Src: <input type="text"/>	IP Dst: <input type="text"/>	Protocol: <input type="text"/>	Priority: 1	
<input type="checkbox"/> Redirect To <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 SFP	<input type="checkbox"/> Mirror	Rate: <input type="text"/>	Set VLAN ID: <input type="text"/>	

# VLAN Priority и Wireless Multimedia (WMM)

Interface	Bridge	Priority (h...)	Path Cost	Horizon	Role	Root Pat...
ether3	bridge1	80	10		designated port	
wlan1	bridge1	80	10		disabled port	

Interface <wlan1>

General | **Wireless** | Data Rates | Advanced | HT | HT MCS | WDS | ...

Mode: ap bridge

Band: 2GHz-B/G/N

Channel Width: 20/40MHz Ce

Frequency: 2412 MHz

SSID: test

Radio Name: D4CA6DE847FA

Scan List: default

Wireless Protocol: any

Security Profile: profile1

Frequency Mode: manual-txpower

Country: no\_country\_set

Antenna Gain: 0 dBi

DFS Mode: none

Proprietary Extensions: post-2.9.25

WMM Support: enabled

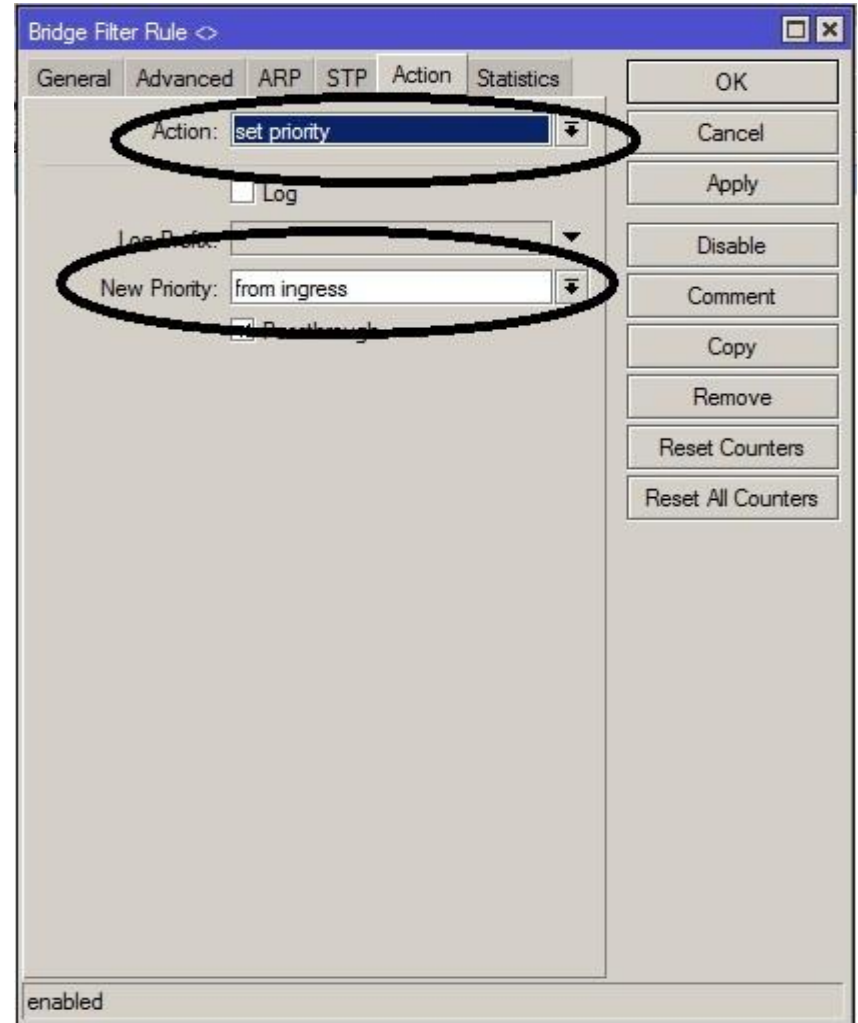
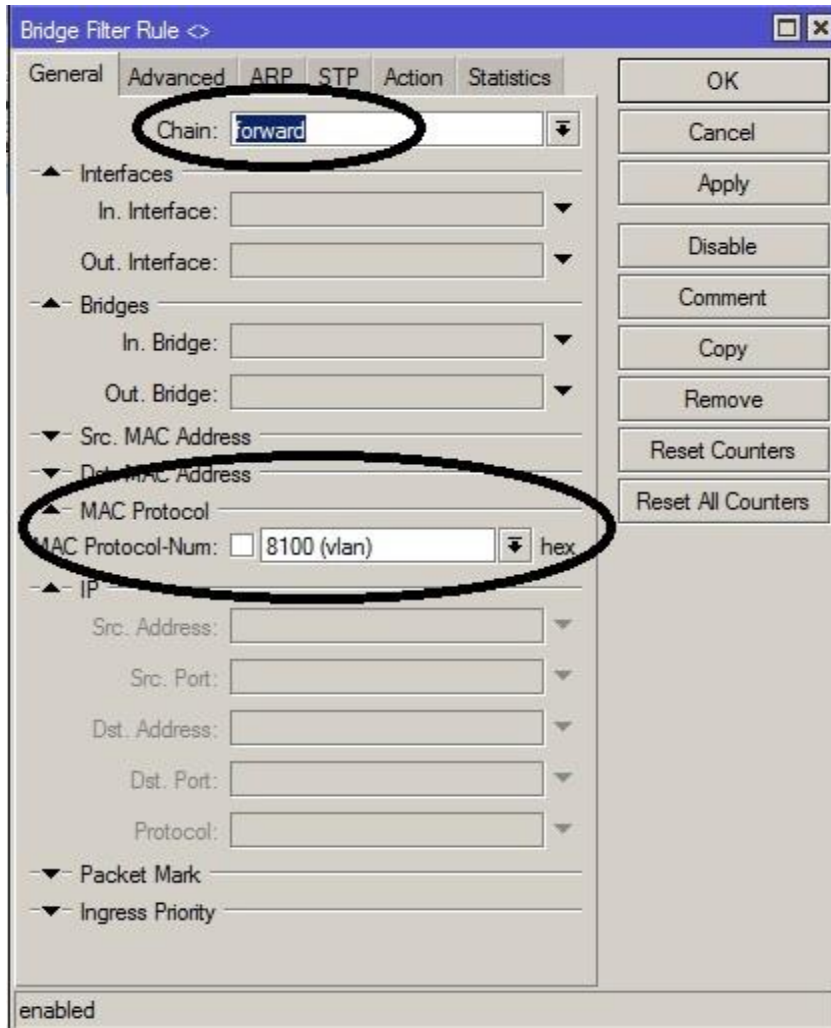
Bridge Mode: enabled

**VLAN Mode: use tag**

**VLAN ID: 2**

OK  
Cancel  
Apply  
Disable  
Comment  
Simple Mode  
Torch  
Scan...  
Freq. Usage...  
Align...  
Sniff...  
Snooper...  
Reset Configuration

# VLAN Priority и Wireless Multimedia (WMM)



# Вопросы?

Пишите на

[training@mikrotik-courses.ru](mailto:training@mikrotik-courses.ru)

# Приглашаю на тренинги MikroTik!

- **Иркутск:**
  - **МТСНА:** 28-30 марта
  - **МТСРЕ:** 31 марта-02 апреля

- **Владивосток:**
  - **МТСНА:** 06-08 апреля
  - **МТСТСЕ:** 11-13 апреля

<http://mikrotik-courses.ru>

**Спасибо за ваше  
внимание!**