Механизмы обеспечение качества оказываемых услуг

Что такое QoS?

Quality of Service (QoS) — качество обслуживания.

Цели, которые преследует QoS:

- бесшовное качество передачи сервиса между клиентами;
- гарантированный сервис для выбранных IP/Ethernet пакетов;
- поддержка различных типов приложений и специфичных бизнес требований.

Традиционная передача пакетов:

- Политика использования максимально возможного канала передачи без гарантии доставки и какой-либо классификации передаваемых пакетов.

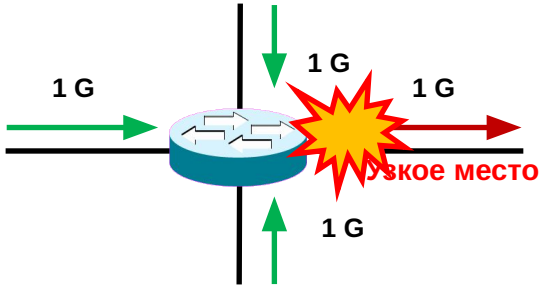
Новые приложения, используемые в сетях передачи данных и требующие обеспечение QoS: Video-on-Demand (VOD), VOIP, видеоконференции.

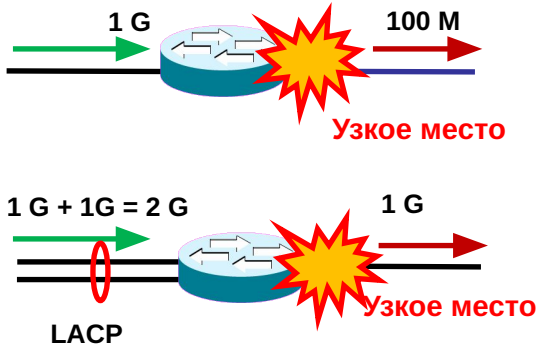
D-Link
Building Networks for People

Проблемы требующие QoS

Проблемы перегрузки:

- Перегрузка сети является ключевым фактором, снижающий скорость передачи информации
- Увеличивается задержка передачи, появляются потери пакетов. Клиенты, видя потерю пакетов, начинают слать информацию заново, тем самым еще увеличивая поток данных.





Решения :

- Увеличение пропускной способности сети
- QoS.

D-Link
Building Networks for People

Модели реализации QoS в сети

Можно выделить три модели реализации QoS в сети:

- **Негарантированная доставка данных (Best Effort Service, BE)** – обеспечивает связь между узлами, но не гарантирует надежную доставку данных, время доставки, пропускную способность и приоритет.
- **Интегрированные услуги (Integrated Services, IntServ)** – эта модель RFC 1633, предполагает предварительное резервирование сетевых ресурсов с целью обеспечения предсказуемого поведения сети для приложений, требующих для нормального функционирования гарантированной выделенной полосы пропускания на всем пути следования трафика. Эту модель также часто называют *жестким QoS (hard QoS)* в связи с предъявлением строгих требований к ресурсам сети.
- **Дифференцированное обслуживание (Differentiated Service, DiffServ)** – эта модель RFC 2474, RFC 2475, предполагает разделение трафика на классы на основе требований к качеству обслуживания. Модель DiffServ занимает промежуточное положение между моделью BE и моделью IntServ и сама по себе не предполагает обеспечение гарантий предоставляемых услуг, поэтому ее называют *мягким QoS (soft QoS).*

D-Link® Building Networks for People

D-Link
Building Networks for People

Качество обслуживания на L2 (IEEE 802.1p)

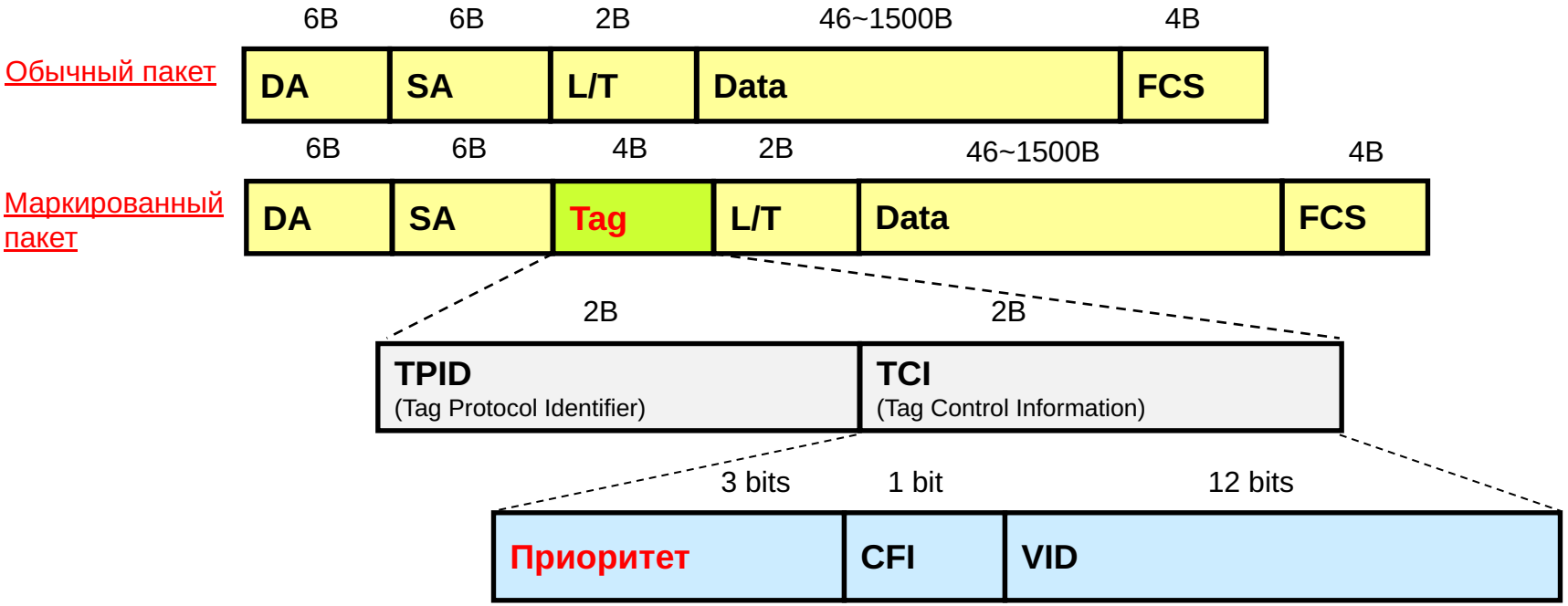
Приоритет 802.1p

Особенности приоритета пакетов на L2:

- Для обеспечения QoS на канальном уровне модели OSI коммутаторы поддерживают стандарт IEEE 802.1p.
- Приоритет пакета на L2 также известен как Класс обслуживания (Class of Service).
- Стандарт IEEE 802.1p позволяет задать до 8 уровней приоритетов (от 0 до 7, или как еще принято обозначать от CS0 до CS7, где 7 – наивысший), определяющих способ обработки кадра, используя 3 бита поля приоритета тега IEEE 802.1Q.
- Поле приоритета 802.1p содержится в двухбайтном поле TCI заголовка 802.1Q.
- Разным типам трафика назначаются разные значения CoS.

D-Link®
Building Networks for People

Расположение приоритета 802.1p



- **TPID:** Tag Protocol Identifier, 802.1Q TPID = 0x8100.
- **CFI:** Canonical Format Indicator, всегда 0 для Ethernet.
- **VID:** VLAN ID, 4096 VLAN используется 802.1Q для VLAN идентификации.

D-Link®
Building Networks for People

QoS в MAN сетях

Рекомендации:

- **VoIP –** QoS 5
- **IPTV –** QoS 4
- **Data:**
  - Management – QoS 7
  - Internet – QoS 3
  - Intranet (Local) – QoS 0

Типовое использование:

Приоритет	Типовые приложения
111 (7)	Зарезервировано (управ. трафик)
110 (6)	Зарезервировано (управ. трафик)
101 (5)	Голосовые потоки
100 (4)	Видеоконференции
011 (3)	Телефонная сигнализация (SIP)
010 (2)	Высокоприоритетный трафик
001 (1)	Трафик со средним приоритетом
000 (0)	Обычный трафик

Примечание:

Несмотря на рекомендованную раскраску трафика приоритетом QoS, администратор сети может сам выбрать оптимальный вариант для своей сети.

D-Link
Building Networks for People

Приоритет по умолчанию

Используется для того, чтобы добавить тег 802.1p/1q к нетегированному входящему кадру. Приоритет по умолчанию для каждого порта равен 0.

```
DGS-3620-28TC:4#show 802.1p default_priority
Command: show 802.1p default_priority
Port    Priority
------  -------------
 1          0
 2          0
 3          0
 4          0
 …
 26         0
```

Поменять приоритет по умолчанию на портах:

config 802.1p default_priority [<portlist> | all] <priority 0-7>

D-Link® Building Networks for People

CoS Mapping

CoS Mapping – это привязка QoS (IEEE 802.1p) к CoS (очередям обработки). Используется для ассоциации пользовательского приоритета 802.1p входящего кадра с одной из аппаратных очередей приоритетов на коммутаторе.

Приоритет кадра внутри коммутатора определяется тем, к какой очереди он приписан, а не приоритетом 802.1p.

В коммутаторах D-Link используются следующие варианты привязок:

```
DGS-3620# show 802.1p user_priority
QoS Class of Traffic

Priority-0 -> <Class-2>
Priority-1 -> <Class-0>
Priority-2 -> <Class-1>
Priority-3 -> <Class-3>
Priority-4 -> <Class-4>
Priority-5 -> <Class-5>
Priority-6 -> <Class-6>
Priority-7 -> <Class-7>
```

```
DES-3200-28# show 802.1p user_priority
COS Class of Traffic

Priority-0 -> <Class-1>
Priority-1 -> <Class-0>
Priority-2 -> <Class-0>
Priority-3 -> <Class-1>
Priority-4 -> <Class-2>
Priority-5 -> <Class-2>
Priority-6 -> <Class-3>
Priority-7 -> <Class-3>
```

Настроить CoS mapping:

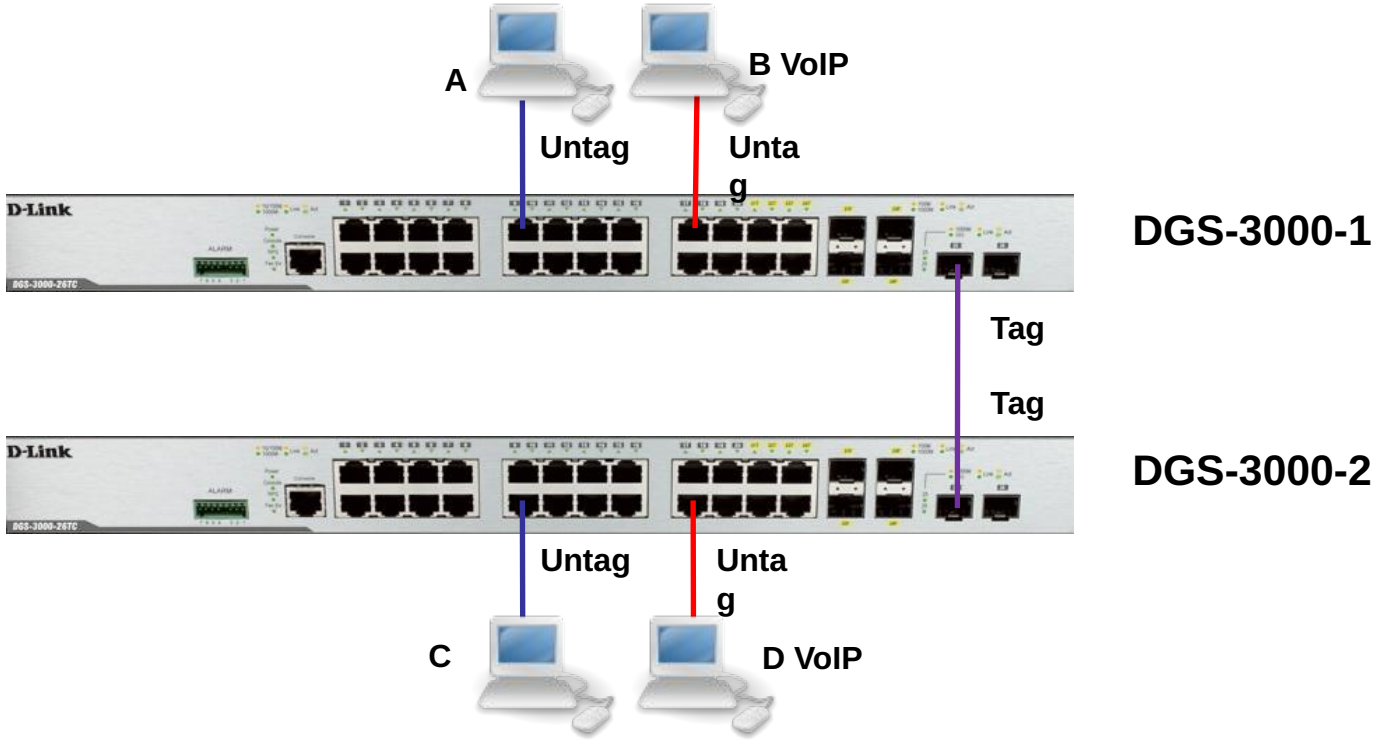
config 802.1p user_priority <priority 0-7> <class_id 0-7>

D-Link Building Networks for People

Пример использования L2 QoS

Задача:

На компьютерах B и D запущены приложения VoIP, и им необходимо более высокое качество обслуживания (QoS) чем другим станциям с обычными приложениями.



D-Link
Building Networks for People

Пример использования L2 QoS

Конфигурация DGS-3000-1:

1. Перевести порт, соединяющий DGS-3000-1 и DGS-3000-2 из “untag” в “tag” так, чтобы приоритеты смогли быть переданы между коммутаторами.

```
config vlan default delete 25
config vlan default add tagged 25
```

2. Поменять приоритет по умолчанию порта 17, к которому подключёно устройство VoIP, с 0 на 7.

```
config 802.1p default_priority ports 17 7
```

3. Пользовательский приоритет и метод обработки остаются по умолчанию.

Конфигурация DGS-3000-2:

Аналогична DGS-3000-1, за исключеним пункта 2, где вместо 17 порта, указываем 18.

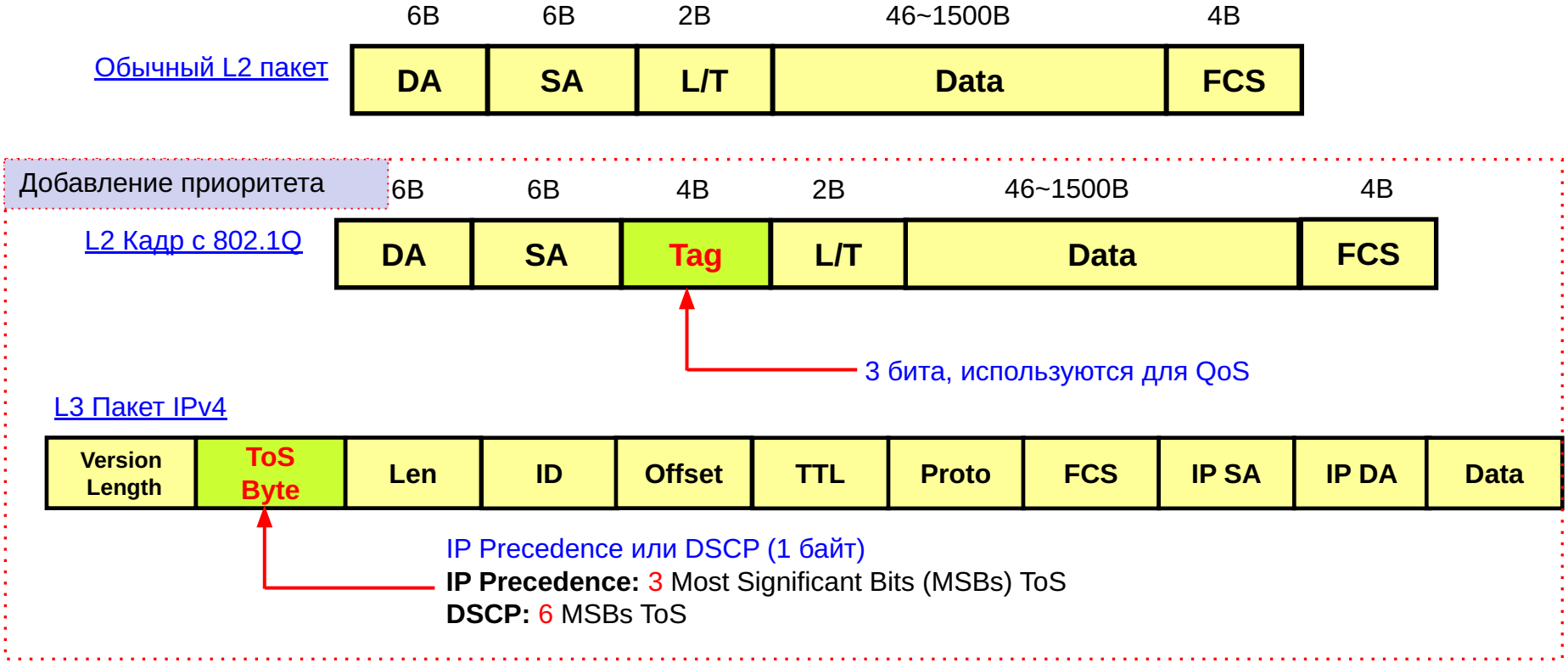
D-Link®
Building Networks for People

D-Link
Building Networks for People

Качество обслуживания на L3 (Type of service)

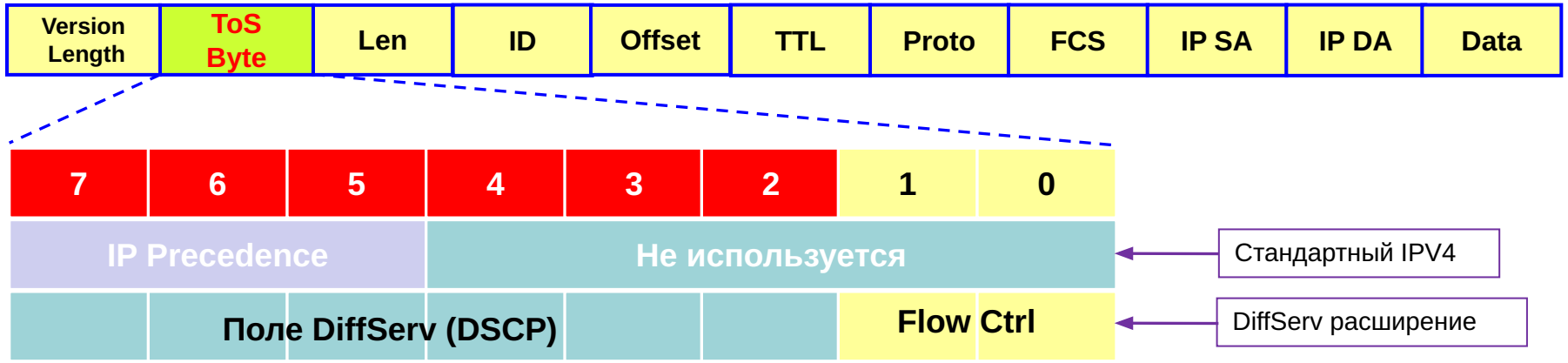
QoS на L2 и L3

В случае снятия тега теряется информация о приоритете 802.1p. Следовательно, для передачи приоритета в нетегированном трафике, необходимо располагать информацию не в L2 кадре, а в L3 пакете.



D-Link
Building Networks for People

Layer 3: IP ToS байт



Поле IP Precedence:

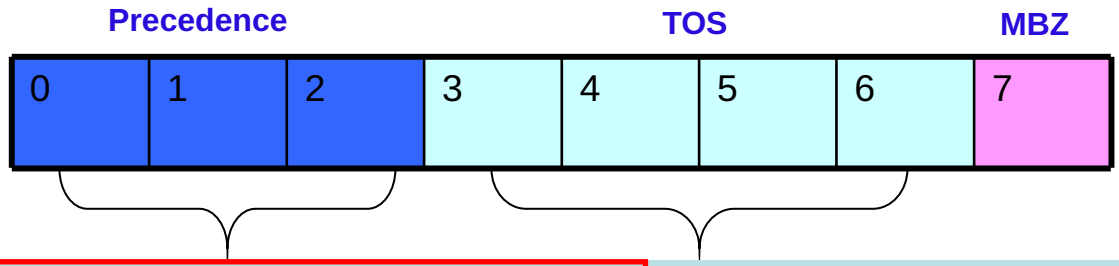
Имеет размерность 3 бита и может принимать значения от 0 до 7. Оно используется для указания относительного приоритета обработки пакета на сетевом уровне. Другие биты не используются.

DiffServ код (DSCP):

Было стандартизировано IETF с появлением модели DiffServ. Оно занимает 6 старших бит байта ToS и позволяют задать до 64 уровней приоритетов (от 0 до 63). По сути, код DSCP является расширением 3-битового поля IP Precedence и обладает обратной совместимостью с IP-приоритетом.

D-Link
Building Networks for People

ToS - оригинальная версия



MBZ: Зарезервировано

Высокий

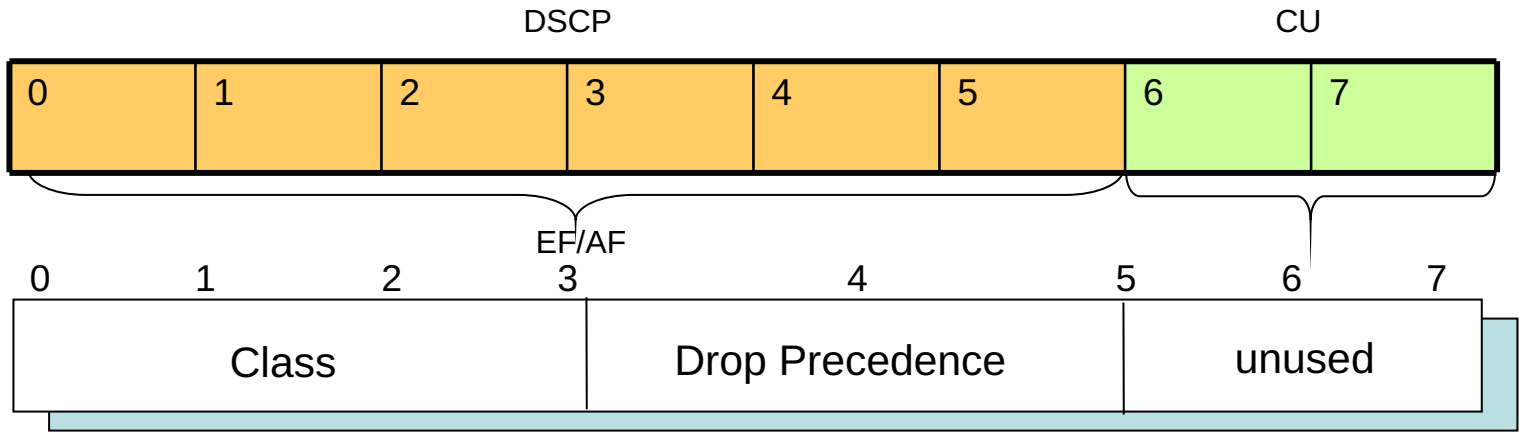
Приоритет

Низкий

IP Precedence	IP Precedence	TOS: Указывает на тип сервиса	Типичные приложения
111 (7)	Network control	1000	Минимальные задержки
110 (6)	Internetwork control	0100	Максимальная полоса
101 (5)	Critical	0010	Максимальная надёжность
100 (4)	Flash Override	0001	Минимальная стоимость
011 (3)	Flash	0000	Обычное обслуживание
010 (2)	Immediate		
001 (1)	Priority		
000 (0)	Routine		

D-Link
Building Networks for People

ToS тип 2 – DiffServ Code Point (DSCP)



Ex: 001010

001 □ определяет класс
01 □ возможность отброса
0 □ всегда 0

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Низкие потери	**001010 (DSCP 10) AF 11**	**010010 (DSCP 18) AF 21**	**011010 (DSCP 26) AF 31**	**100010 (DSCP 34) AF 41**
Средние потери	**001100 (DSCP 12) AF 12**	**010100 (DSCP 20) AF 22**	**011100 (DSCP 28) AF 32**	**100100 (DSCP 36) AF 42**
Высокие потери	**001110 (DSCP 14) AF 13**	**010110 (DSCP 22) AF 23**	**011110 (DSCP 30) AF 33**	**100110 (DSCP 38) AF 43**

D-Link® Building Networks for People

Привязка CoS и IP Precedence к DSCP

IP Precedence and DSCP Values

3-bit IP Precedence	6 MSb[1] of ToS						6-bit DSCP
	8	7	6	5	4	3	
0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	1	1
	0	0	0	0	1	0	2
	0	0	0	0	1	1	3
	0	0	0	1	0	0	4
	0	0	0	1	0	1	5
	0	0	0	1	1	0	6
	0	0	0	1	1	1	7
1	0	0	1	0	0	0	8
	0	0	1	0	0	1	9
	0	0	1	0	1	0	10
	0	0	1	0	1	1	11
	0	0	1	1	0	0	12
	0	0	1	1	0	1	13
	0	0	1	1	1	0	14
	0	0	1	1	1	1	15

3-bit IP Precedence	6 MSb[1] of ToS						6-bit DSCP
	8	7	6	5	4	3	
4	1	0	0	0	0	0	32
	1	0	0	0	0	1	33
	1	0	0	0	1	0	34
	1	0	0	0	1	1	35
	1	0	0	1	0	0	36
	1	0	0	1	0	1	37
	1	0	0	1	1	0	38
	1	0	0	1	1	1	39
5	1	0	1	0	0	0	40
	1	0	1	0	0	1	41
	1	0	1	0	1	0	42
	1	0	1	0	1	1	43
	1	0	1	1	0	0	44
	1	0	1	1	0	1	45
	1	0	1	1	1	0	46
	1	0	1	1	1	1	47

3-bit IP Precedence	6 MSb[1] of ToS						6-bit DSCP
	8	7	6	5	4	3	
2	0	1	0	0	0	0	16
	0	1	0	0	0	1	17
	0	1	0	0	1	0	18
	0	1	0	0	1	1	19
	0	1	0	1	0	0	20
	0	1	0	1	0	1	21
	0	1	0	1	1	0	22
	0	1	0	1	1	1	23
3	0	1	1	0	0	0	24
	0	1	1	0	0	1	25
	0	1	1	0	1	0	26
	0	1	1	0	1	1	27
	0	1	1	1	0	0	28
	0	1	1	1	0	1	29
	0	1	1	1	1	0	30
	0	1	1	1	1	1	31

3-bit IP Precedence	6 MSb[1] of ToS						6-bit DSCP
	8	7	6	5	4	3	
6	1	1	0	0	0	0	48
	1	1	0	0	0	1	49
	1	1	0	0	1	0	50
	1	1	0	0	1	1	51
	1	1	0	1	0	0	52
	1	1	0	1	0	1	53
	1	1	0	1	1	0	54
	1	1	0	1	1	1	55
7	1	1	1	0	0	0	56
	1	1	1	0	0	1	57
	1	1	1	0	1	0	58
	1	1	1	0	1	1	59
	1	1	1	1	0	0	60
	1	1	1	1	0	1	61
	1	1	1	1	1	0	62
	1	1	1	1	1	1	63

Привязка CoS и IP Precedence к DSCP

CoS/IP Precedence	0	1	2	3	4	5	6	7
DSCP	0	8	16	24	32	40	48	56

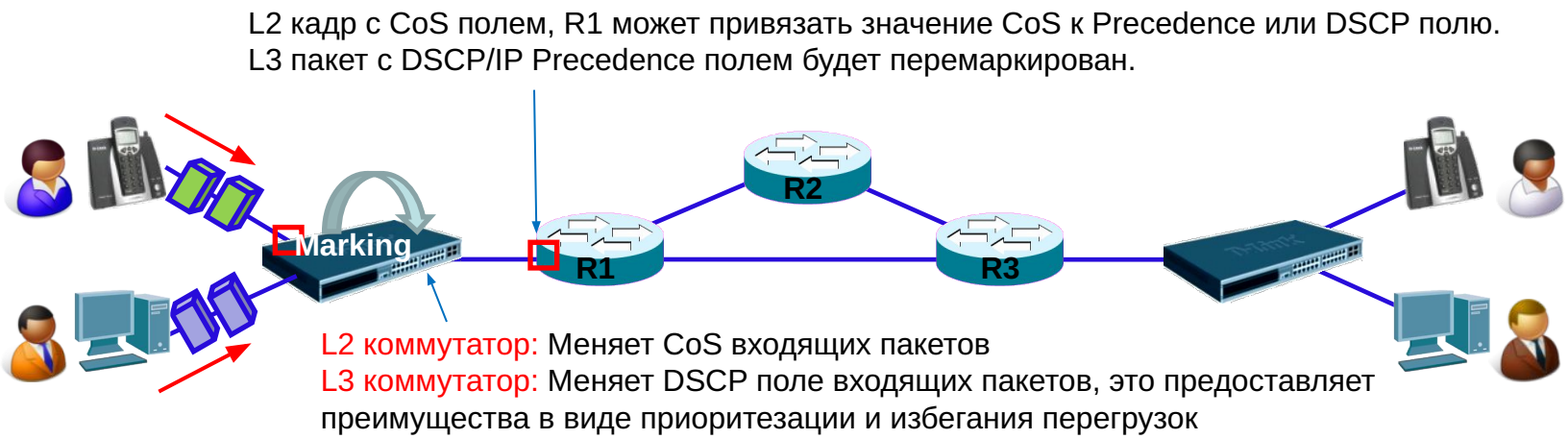
D-Link®
Building Networks for People

Маркировка пакетов приоритетом

- Маркировка даёт возможность изменить QoS биты (DSCP, CoS, или IP Precedence) входящих кадров.
- Позволяет изменить обработку коммутатором маркированных кадров
- В первую очередь следует определить в каком месте сети классифицировать и маркировать пакеты. Главное правило гласит:

Маркируйте пакеты как можно ближе к источнику

Пример: Маркировка голосового трафик значением 40 DSCP, после этого коммутатор будет обрабатывать трафик с высоким приоритетом.



D-Link Building Networks for People

DSCP маркировка

DSCP Mapping:

Используется для ассоциации приоритета DSCP с приоритетом кадра на коммутаторе. Приоритет кадра внутри коммутатора определяется тем, к какой очереди он приписан.

Настроить DSCP Mapping на коммутаторах D-Link:

config dscp map [<*portlist*>** | all] [dscp_priority** <*dscp_list*>** to** <*priority 0-7*>** | dscp_dscp** <*dscp_list*>** to** <*dscp 0-63*>**]**

По умолчанию в коммутаторах D-Link используются следующая схема привязки:

```
config dscp map all dscp_priority 0-7 to 0
config dscp map all dscp_priority 8-15 to 1
config dscp map all dscp_priority 16-23 to 2
config dscp map all dscp_priority 24-31 to 3
config dscp map all dscp_priority 32-39 to 4
config dscp map all dscp_priority 40-47 to 5
config dscp map all dscp_priority 48-55 to 6
config dscp map all dscp_priority 56-63 to 7
```

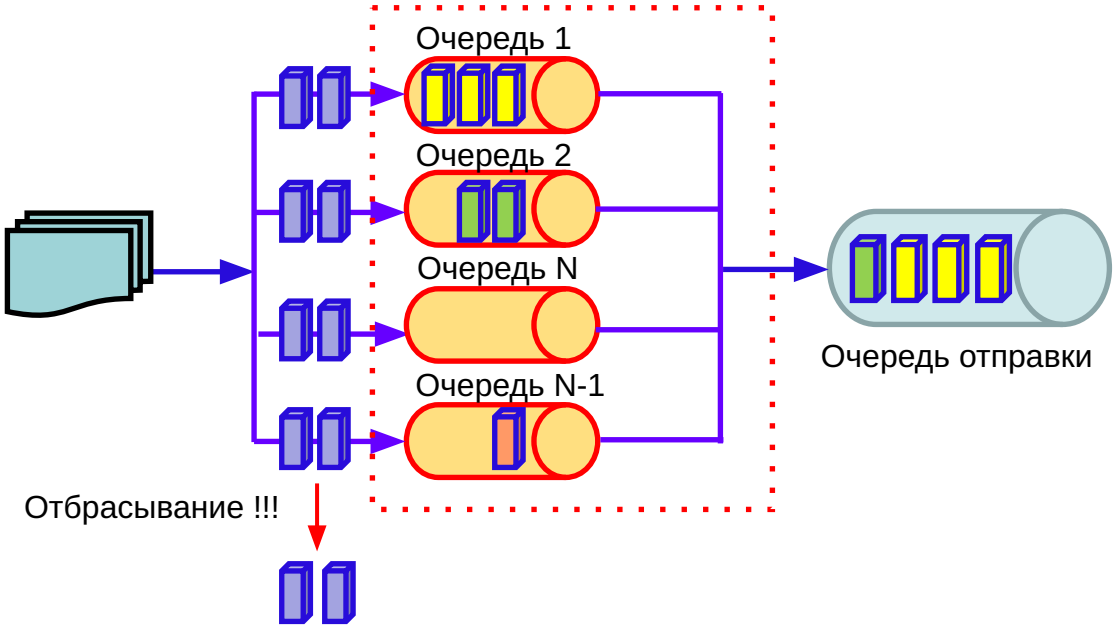

D-Link® Building Networks for People

D-Link
Building Networks for People

Решение проблемы перегрузки

Механизмы управления перегрузками

- Для управления перегрузками и их предотвращения используются множественные исходящие очереди
- Предотвращение перегрузки – это свойство очереди, поэтому каждая очередь может иметь свои собственные настройки
- Механизм предотвращения перегрузок в своём составе имеет несколько алгоритмов управления очередью.



D-Link
Building Networks for People

Алгоритмы управления очередями

FIFO (First Input First Output) – коммутатор отправляет пакеты в том порядке, в котором они приходят.

Priority queuing (Приоритетная очередь) – предполагают передачу трафика строго в соответствии с приоритетом выходных очередей.

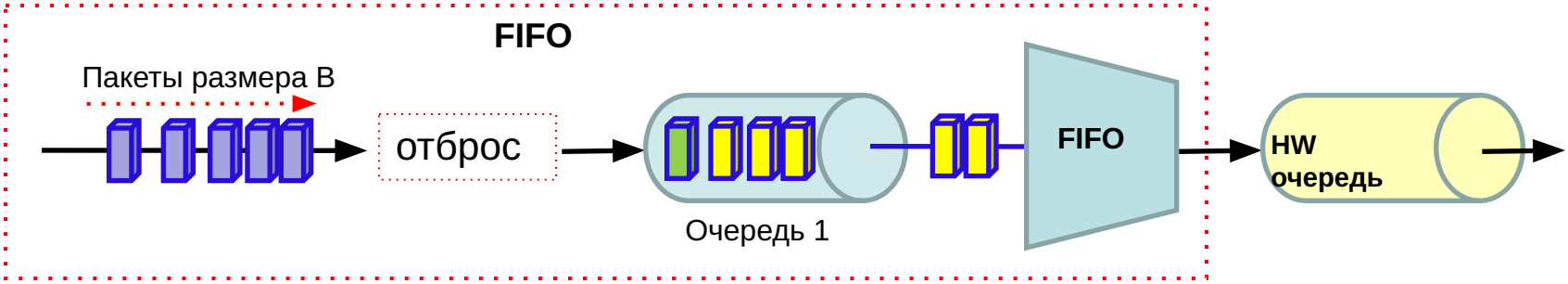
Weighted round robin (WRR) (Взвешенный круговой режим) – обработка начинается с очереди с наивысшим приоритетом, потом переходит к более низкому и так далее, а в конце возвращается к наивысшему приоритету, и всё повторяется опять.

Custom queuing (Очередь, настраиваемая пользователем) – обработка настраивается пользователем, для каждого приоритета отдельно (с возможностью комбинаций приоритетной очереди и взвешенного кругового режима).

D-Link
Building Networks for People

FIFO и приоритетная очередь

FIFO не использует классификацию, все поступающие пакеты будут попадать в один класс. Коммутатор отправляет пакеты в том порядке, в котором они приходят.



Priority queuing – если настроен строгий приоритет в одной из очередей, коммутатор обрабатывает пакеты из этой очереди до тех пор пока в ней есть пакеты.

Обработка других очередей приостанавливается.

Очередь с приоритетами полезна для передачи голосового трафика.

D-Link
Building Networks for People

Обработка приоритетов Strict Priority

Обработка приоритетов производится в соответствии с одним из методов, строгий или по весу.

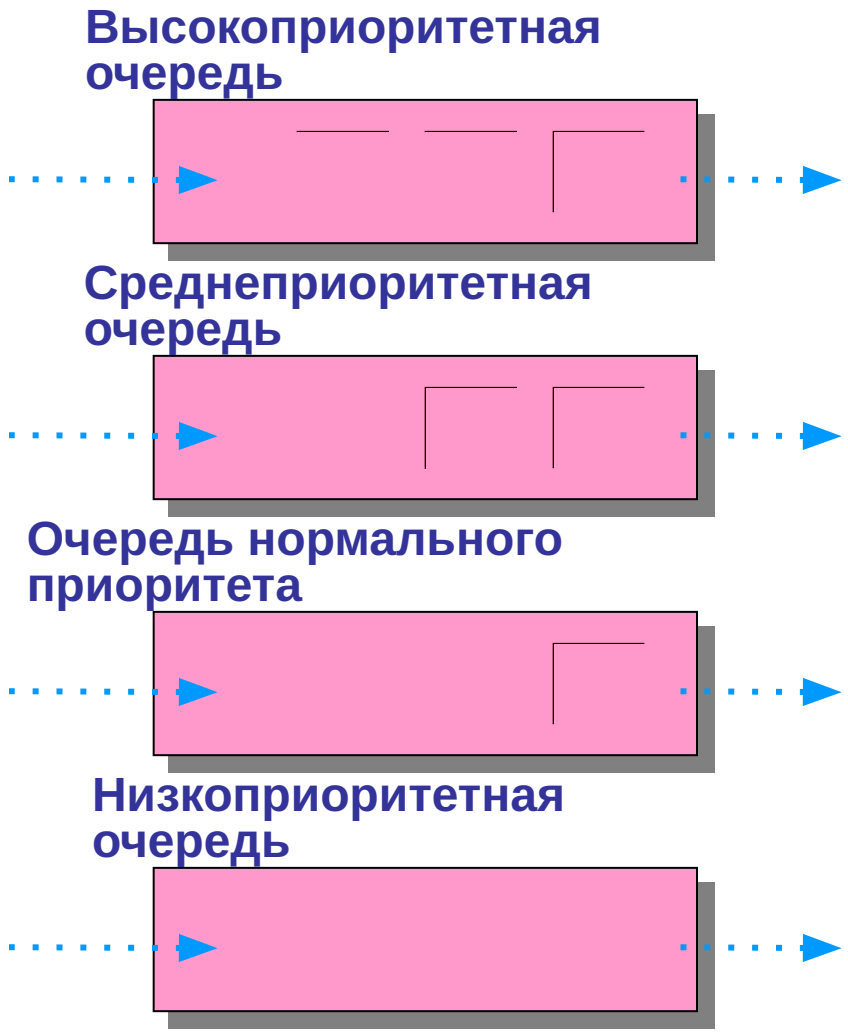
При строгом методе, кадры в очередях с высоким приоритетом обрабатываются первыми. Только тогда, когда эти очереди пусты, могут быть обработаны кадры с более низким приоритетом. Кадры с высоким приоритетом всегда получают предпочтение независимо от количества кадров в других очередях в буфере и времени, прошедшего с момента передачи последнего кадра с низким приоритетом. По умолчанию коммутатор настроен как раз на этот режим.

config scheduling_mechanism ports *<portlist>* **{strict |wrr}**

Этот тип приоритезации может привести к “застою” пакетов в других, неприоритетных очередях

D-Link
Building Networks for People

Строгий приоритет Strict Priority



D-Link
Building Networks for People

Взвешенный круговой режим (WRR)

WRR – обработка начинается с очереди с наивысшим приоритетом, потом переходит к более низкому и т.д., а в конце возвращается к наивысшему приоритету, и всё повторяется по кругу.

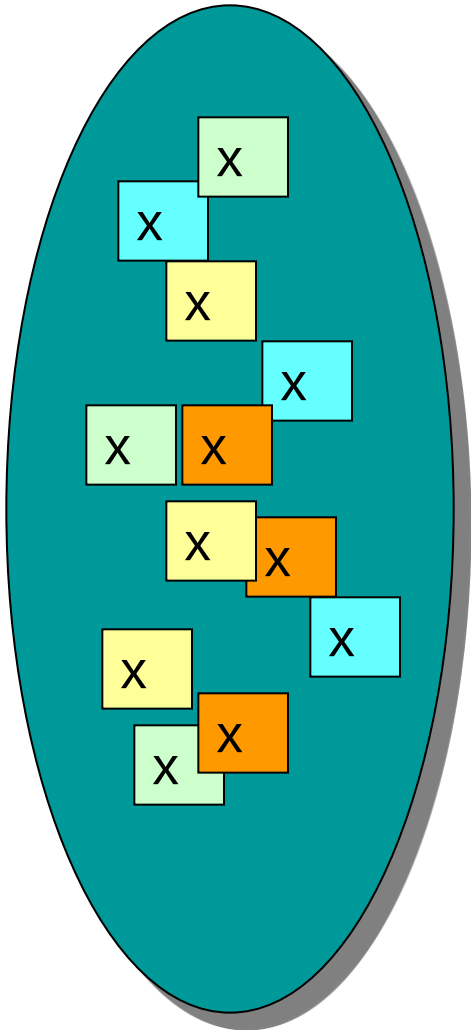
Такой режим исключает главный недостаток строгого режима. Очередь с минимальным приоритетом уже не страдают от переполнения, поскольку всем очередям предоставляется часть пропускной способности для передачи. Это достигается заданием максимального числа кадров, которые можно передать из данной очереди приоритетов, перед тем как перейти к следующей.

config scheduling <*class_id 0-6*> **{weight** <*value 1-127*>**}**

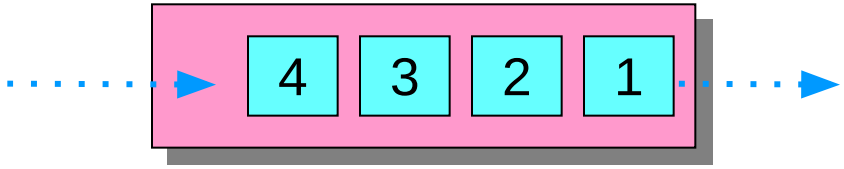
Для использования этой схемы, параметры weight не должны иметь значение 0. Он задаёт весовой коэффициент для количества кадров в определённой очереди, которое может быть передано за один раз (цикл). Это обеспечивает поддержку CoS, и также даёт возможность передавать кадры из всех очередей. Это значение можно изменять в диапазоне от 1 до 127 кадров для каждой очереди приоритетов.

D-Link®
Building Networks for People

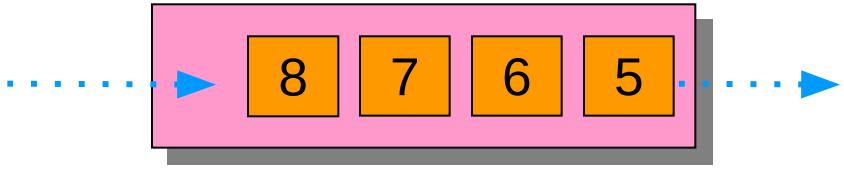
Взвешенный круговой режим (WRR)



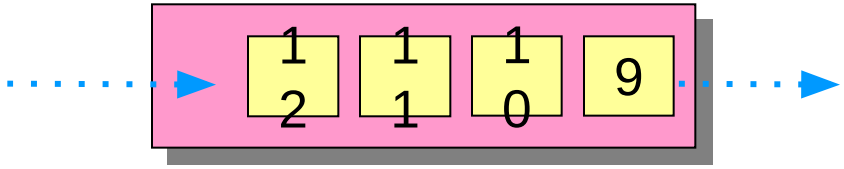
Высокоприоритетная очередь (40)



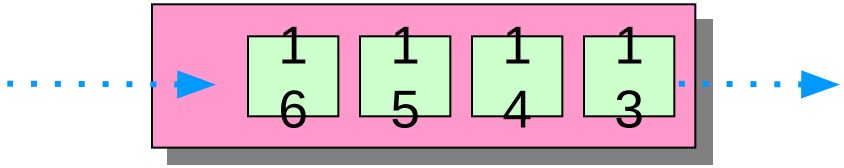
Среднеприоритетная очередь (30)

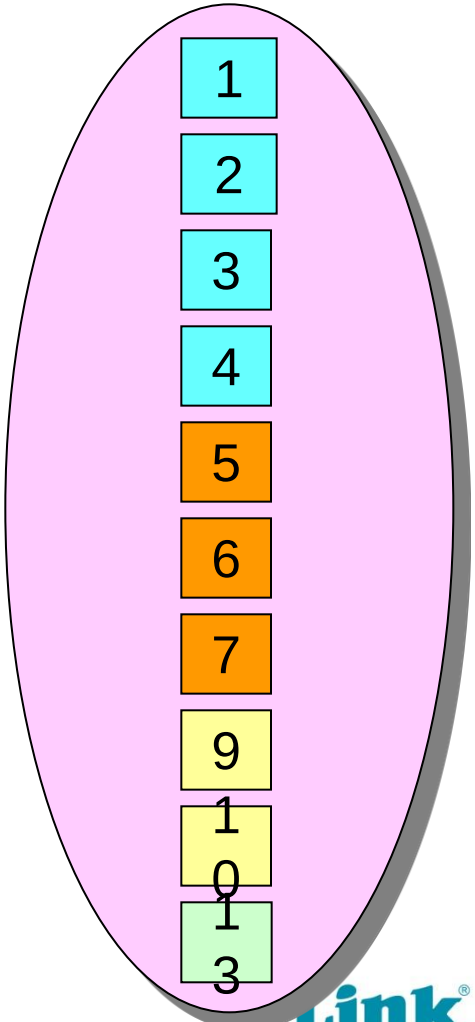


Очередь нормального приоритета (20)



Низкоприоритетная очередь (10)





Link
Building Networks for People

Механизм предотвращения перегрузок

Механизм предотвращения перегрузок (Congestion avoidance) – это процесс выборочного отбрасывания пакетов с целью избежания перегрузок в сети в случае достижения выходными очередями своей максимальной длины (в пакетах).

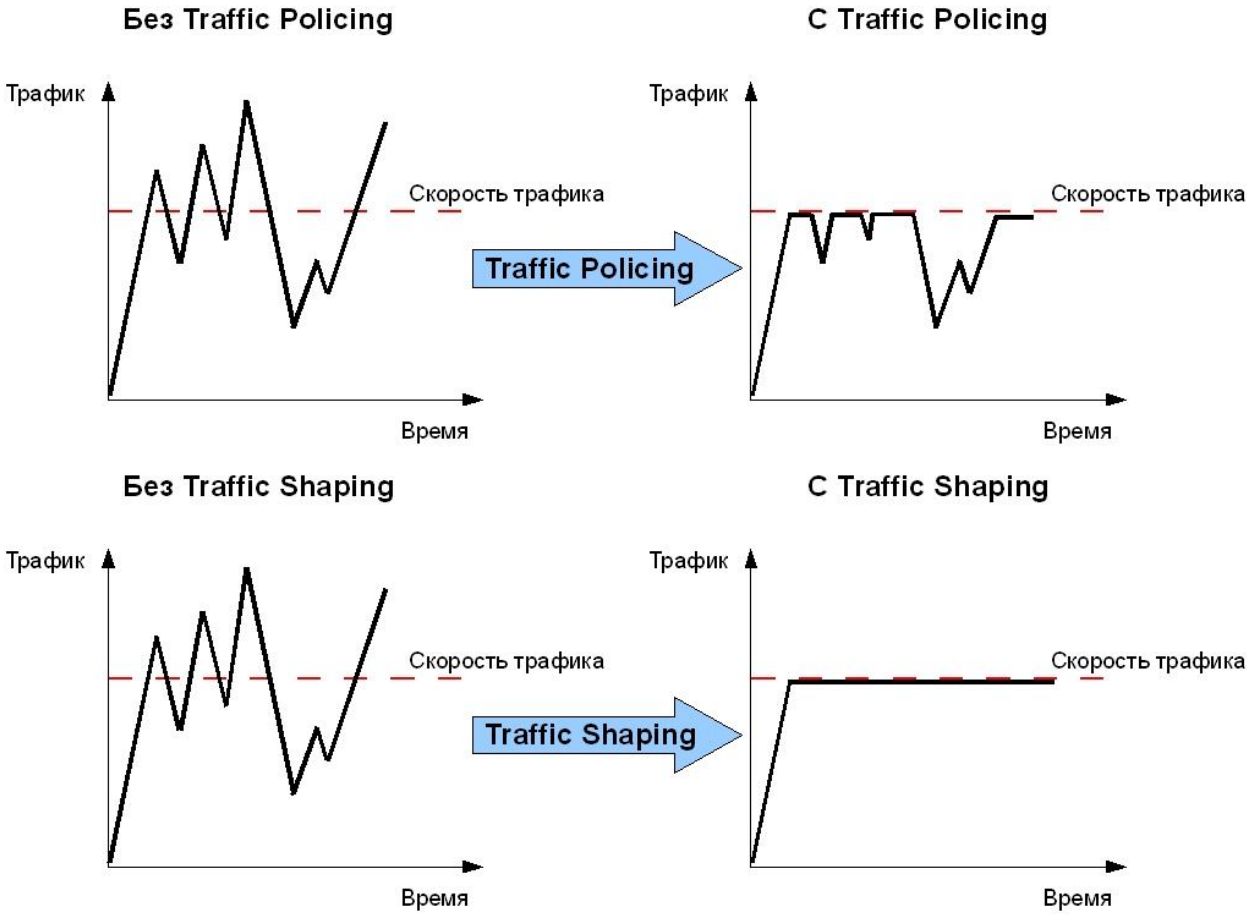
Алгоритмы предотвращения перегрузок:

- Алгоритм «отбрасывания хвоста» (Tail-Drop);
- Алгоритм произвольного раннего обнаружения (Random Early Detection, RED);
- Простой алгоритм произвольного раннего обнаружения (Simple Random Early Detection, SRED);
- Взвешенный алгоритм произвольного раннего обнаружения (Weighted Random Early Detection, WRED).

D-Link®
Building Networks for People

Контроль полосы пропускания

Механизмы **Traffic Policing** (ограничение трафика) и **Traffic Shaping** (выравнивание трафика) – позволяют регулировать интенсивность трафика с целью обеспечения функций качества обслуживания.



D-Link
Building Networks for People

Управление полосой пропускания

Bandwidth control – служит для управления полосой пропускания входящего и исходящего трафика на портах коммутаторов D-Link (использует для ограничения скорости механизм **Traffic Policing**).

Администратор может вручную устанавливать требуемую скорость соединения на порте с шагом от 8 Кбит/с.

config bandwidth_control [<*portlist*>** | all] {rx_rate [no_limit |** <*value 8-10240000*>**] | tx_rate [no_limit |** <*value 8-10240000*>**]}**

Per-flow bandwidth control – более гибкое решение, позволяет ограничивать полосу пропускания не всему трафику на интерфейсе, а конкретным потокам данных, определенным администратором сети.

Функция per-flow Bandwidth control использует механизм списков управления доступом (ACL) для просмотра определенного типа трафика и ограничения для него полосы пропускания.

D-Link
Building Networks for People

D-Link®
Building Networks for People