

# Реализация политик QoS с кодами DSCP

## Содержание

[Общие сведения](#)

[Предварительные условия](#)

[Требования](#)

[Используемые компоненты](#)

[Базовые сведения](#)

[Условные обозначения](#)

[Код DSCP](#)

[Гарантированная переадресация](#)

[Срочная переадресация](#)

[Использование поля кода DSCP](#)

[Классификация пакетов](#)

[Маркировка](#)

[Использование согласованной скорости доступа или применение политики на основе класса](#)

[Взвешенное случайное раннее обнаружение \(WRED\), согласующееся с кодом DSCP](#)

[Устранение известных ошибок в операционной системе Cisco IOS Release 12.2](#)

[Дополнительные сведения](#)

## [Общие сведения](#)

В данном документе описывается процедура установки значений кода DSCP в настройках качества обслуживания (QoS) маршрутизаторов Cisco, а также анализируются связи между приоритетом IP и DSCP.

## [Предварительные условия](#)

### [Требования](#)

Необходимо обладать знаниями о заголовках IP-пакетов и об интерфейсе командной строки операционной системы Cisco IOS<sup>®</sup>

### [Используемые компоненты](#)

Сведения, содержащиеся в данном документе, не ограничены определенными версиями программного и аппаратного обеспечения.

Сведения, представленные в данном документе, были получены на тестовом оборудовании в специально созданных лабораторных условиях. При написании данного документа использовались только устройства с пустой (стандартной) конфигурацией. При работе с реально функционирующей сетью необходимо полностью осознавать возможные результаты использования всех команд.

### [Базовые сведения](#)

Дифференцированные службы (DiffServ) — это новая модель, в которой трафик обрабатывается в промежуточных системах с учетом его относительной приоритетности, основанной на значении поля типа обслуживания (ToS). Описание модели DiffServ, которая заменяет исходные спецификации для определения приоритетности пакета (см. стандарт [RFC 791](#)), содержится в стандартах [RFC 2474](#) и [RFC 2475](#). DiffServ увеличивает количество уровней приоритета, поддающихся определению путем перераспределения битов IP-пакета для маркировки приоритета.

Архитектура DiffServ подразумевает определение поля DiffServ (DS), которое заменяет поле типа обслуживания в протоколе IPv4, используемое при принятии решений о пересылке данных через каждый узел (PHB) для классификации пакетов и функций согласования трафика, например таких, как измерение, маркирование, формирование и контроль.

Стандарты RFC не устанавливают метода реализации пересылок данных через каждый узел, перенося всю ответственность за это на производителя оборудования. Компания Cisco реализует технологию организации постановки в очередь, которая может основывать пересылку данных через каждый узел на базе IP-приоритетов или значений кода DSCP в заголовке IP-пакета. Основываясь на коде DSCP или IP-приоритете, трафик может быть вставлен в определенный класс обслуживания. Пакеты в рамках какого-либо класса обслуживания обрабатываются одинаково.

## Условные обозначения

Дополнительные сведения об условных обозначениях см. в разделе "[Технические рекомендации Cisco. Условные обозначения](#)".

## Код DSCP

Кодом DSCP называются шесть наиболее значимых бит поля DiffServ. Два последних неиспользуемых бита в поле DiffServ в рамках его структуры не определены, они в настоящее время используются в качестве битов явного уведомления о перегрузке (ECN). Оконечные маршрутизаторы классифицируют пакеты и присваивают им либо значение IP-приоритета, либо значение кода DSCP в сети Diffserv. Другие сетевые устройства в ядре, которое поддерживает Diffserv, используют значение DSCP в заголовке IP-пакета для выбора варианта пересылки данных пакета через каждый узел и обеспечивают адекватную обработку QoS.

На схемах в данном подразделе показаны различия между байтом ToS, определяемым стандартом [RFC 791](#), и полем DiffServ.

### Байт ToS

P2	P1	P0	T2	T1	T0	CU1	CU0
----	----	----	----	----	----	-----	-----

IP-приоритет — три бита (P2 – P0)

Задержка, пропускная способность и надежность — три бита (T2 – T0)

Два бита (CU1 – CU0) в настоящее время не используются

## Поле DiffServ

DS5	DS4	DS3	DS2	DS1	DS0	ECN	ECN
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Код DSCP — шесть бит (DS5-DS0)

Явное уведомление о перегрузке (ECN) — два бита

Значение стандартному полю DiffServ пакета присваивается таким образом, чтобы в каждом узле сети пакет подвергался определенной переадресации или пересылке данных через узел.

Значение по умолчанию кода DSCP равно 000 000. Коды DSCP для выбора класса — это значения, которые имеют обратную совместимость со значениями IP-приоритета. При преобразованиях между значением IP-приоритета и кодом DSCP, согласуются три наиболее значимых бита. Иначе говоря:

IP Prec 5 (101) maps to IP DSCP 101 000

## Байт ToS

1	0	1	T2	T1	T0	CU2	CU0
---	---	---	----	----	----	-----	-----

## Поле DiffServ

1	0	1	0	0	0	ECN	ECN
---	---	---	---	---	---	-----	-----

Стандарт DiffServ использует те же самые биты приоритета (наиболее значимые биты — DS5, DS4 и DS3) для установки первоочередности обработки пакетов, а также классифицирует очередность, предоставляя более подробную детализацию посредством использования следующих трех бит в коде DSCP. DiffServ реорганизует и переименовывает уровни приоритета (по-прежнему определяются тремя наиболее значащими битами кода DSCP) в этих категориях (эти уровни более подробно обсуждаются далее в этом документе):

Уровень приоритета	Описание
7	Остается тем же самым (канальный уровень и протокол маршрутизации поддерживают активность)
6	Остается тем же самым (используется для IP-протоколов маршрутизации)
5	Быстрая переадресация (EF)
4	Класс 4
3	Класс 3
2	Класс 2
1	Класс 1
0	Доставка по возможности

С помощью этой системы, сетевое устройство первоначально устанавливает приоритет трафику на основе его принадлежности к классу. Затем сетевое устройство дифференцирует и устанавливает приоритет пакетов, принадлежащих к трафику одного и того же класса, принимая во внимание вероятность сброса пакетов.

Стандарт DiffServ не дает точного определения понятиям "низкая", "средняя" и "высокая" вероятность сброса пакетов. Не все сетевые устройства распознают настройки DiffServ (DS2 и DS1), а в случаях, когда эти настройки распознаются, они не обязательно инициируют операцию обработки пересылки данных в каждом узле сети. Каждый узел сети реализует свой отклик на основе заданных настроек.

## Гарантированная переадресация

Стандарт [RFC 2597](#) дает определение гарантированной переадресации (AF) при пересылке данных через узел и описывает ее в качестве метода для DS-домена поставщика, обеспечивающего различные уровни гарантий переадресаций IP-пакетов, получаемых от клиентского DS-домена. Гарантированная переадресация при пересылке данных через узел предоставляет AF-классу определенное значение пропускной способности и позволяет получать доступ к дополнительной пропускной способности, если это возможно. Существует четыре AF-класса — обозначаемых как AF1x – AF4x. В рамках каждого класса существует три возможности сброса пакетов. В зависимости от имеющейся сетевой политики, пакеты могут выбираться для пересылки на основе необходимой пропускной способности, задержки, дрожания (изменений времени задержки), потерь или в соответствии с приоритетом доступа к службам сети.

Классы с 1 по 4 относятся к AF-классам. Следующая таблица иллюстрирует DSCP-кодирование для вероятностного определения AF-класса. Биты DS5, DS4 и DS3 определяют класс, биты DS2 и DS1 определяют вероятность сброса, а бит DS0 всегда устанавливается равным нулю.

Вероятность сброса	Класс 1	Класс 2	Класс 3	Класс 4
Низкая	001010 AF11 DSCP 10	010010 AF21 DSCP 18	011010 AF31 DSCP 26	100010 AF41 DSCP 34
Средняя	001100 AF12 DSCP 12	010100 AF 22 DSCP 20	011100 AF32 DSCP 28	100100 AF42 DSCP 36
Высокая	001110 AF13 DSCP 14	010110 AF23 DSCP 22	011110 AF33 DSCP 30	100110 AF43 DSCP 38

## Срочная переадресация

Стандарт [RFC 2598](#) определяет следующим образом срочную переадресацию (EF) при пересылке данных: "С помощью срочной переадресации при пересылке данных можно реализовать сквозное обслуживание с низким уровнем потерь, низкими задержками, низким дрожанием и гарантированной пропускной способностью через все домены DiffServ.

Подобная служба реализуется в оконечных устройствах при двухточечном соединении или в "виртуальной арендуемой линии". Эта служба также считается привилегированной службой". Для срочной переадресации при пересылке данных рекомендуется кодовое значение 101110.

Кроме того, для реализации этих пересылок данных необходимо настраивать механизмы обработки данных определяемые производителем. Дополнительные сведения о срочной переадресации при пересылке данных см. в стандарте [RFC 2598](#) .

## Использование поля кода DSCP

Существует три способа использования поля кода DSCP:

Классификатор — выбирает пакет на основе содержания отдельных частей заголовка пакета и применяет пересылку данных на основе характеристики службы, определенной с помощью значения кода DSCP;

Маркер — присваивает значение полю кода DSCP на основе профиля трафика;

Измеритель — проверяет соответствие профилю трафика, используя либо формирователь, либо функцию сброса.

Операционная система Cisco IOS учитывает биты приоритета поля ToS, если существует трафик, который ставится в очередь при [взвешенной справедливой постановке в очередь \(WFQ\)](#), [взвешенном случайном раннем обнаружении \(WRED\)](#) или [взвешенном циклическом обслуживании \(WRR\)](#). Биты приоритета не учитываются при настройке [маршрутизации на основе политик](#), [постановки в очередь по приоритету \(PQ\)](#), [постановки в очередь определяемой пользователем \(CQ\)](#) или [взвешенной справедливой постановки в очередь на основе классов \(CBWFQ\)](#).

## Классификация пакетов

Классификация пакетов подразумевает использование дескриптора трафика для распределения по категориям каких-либо пакетов в рамках определенной группы и создание пакета, доступного для обработки в сети службой QoS. С помощью классификации пакетов можно разделить сетевой трафик на несколько уровней приоритета или классов обслуживания.

Можно применять либо списки контроля доступа (ACL), либо команду **match** в модульном интерфейсе командной строки службы QoS для согласования со значениям кода DSCP. Дополнительные сведения об использовании списков контроля доступа см. в документе [Качество обслуживания для маршрутизаторов Cisco 7200/7500](#). Выбор значения кода DSCP в команде **match** был реализован в операционной системе Cisco IOS Release 12.1(5)T.

```
Router1(config)# access-list 101 permit ip any any ?
dscp          Match packets with given dscp value
fragments    Check non-initial fragments
log          Log matches against this entry
log-input    Log matches against this entry, including input interface
precedence   Match packets with given precedence value
```

```
time-range Specify a time-range
tos          Match packets with given TOS value
```

Установка значения *ip dscp* в команде **class map** приводит к следующему результату:

```
Router(config)# class-map match-all VOIP
1751-uut1(config-cmap)# match ip dscp ?
<0-63>    Differentiated services codepoint value
af11     Match packets with AF11 dscp (001010)
af12     Match packets with AF12 dscp (001100)
af13     Match packets with AF13 dscp (001110)
af21     Match packets with AF21 dscp (010010)
af22     Match packets with AF22 dscp (010100)
af23     Match packets with AF23 dscp (010110)
af31     Match packets with AF31 dscp (011010)
af32     Match packets with AF32 dscp (011100)
af33     Match packets with AF33 dscp (011110)
af41     Match packets with AF41 dscp (100010)
af42     Match packets with AF42 dscp (100100)
af43     Match packets with AF43 dscp (100110)
cs1      Match packets with CS1(precedence 1) dscp (001000)
cs2      Match packets with CS2(precedence 2) dscp (010000)
cs3      Match packets with CS3(precedence 3) dscp (011000)
cs4      Match packets with CS4(precedence 4) dscp (100000)
cs5      Match packets with CS5(precedence 5) dscp (101000)
cs6      Match packets with CS6(precedence 6) dscp (110000)
cs7      Match packets with CS7(precedence 7) dscp (111000)
default  Match packets with default dscp (000000)
ef       Match packets with EF dscp (101110)
Router1(config-cmap)# match ip dscp af31
```

## Маркировка

Коду DSCP может быть присвоено необходимое значение конечным маршрутизатором сети для того, чтобы облегчить для устройств ядра классификацию пакетов (см. подраздел [Классификации пакетов](#)) и обеспечить подходящий уровень обслуживания. Технология [Маркирования пакетов на основе классов](#) может использоваться для установки значения DSCP следующим образом:

```
Router(config)# class-map match-all VOIP
1751-uut1(config-cmap)# match ip dscp ?
<0-63>    Differentiated services codepoint value
af11     Match packets with AF11 dscp (001010)
af12     Match packets with AF12 dscp (001100)
af13     Match packets with AF13 dscp (001110)
af21     Match packets with AF21 dscp (010010)
af22     Match packets with AF22 dscp (010100)
af23     Match packets with AF23 dscp (010110)
af31     Match packets with AF31 dscp (011010)
af32     Match packets with AF32 dscp (011100)
af33     Match packets with AF33 dscp (011110)
```

```

af41    Match packets with AF41 dscp (100010)
af42    Match packets with AF42 dscp (100100)
af43    Match packets with AF43 dscp (100110)
cs1     Match packets with CS1(precedence 1) dscp (001000)
cs2     Match packets with CS2(precedence 2) dscp (010000)
cs3     Match packets with CS3(precedence 3) dscp (011000)
cs4     Match packets with CS4(precedence 4) dscp (100000)
cs5     Match packets with CS5(precedence 5) dscp (101000)
cs6     Match packets with CS6(precedence 6) dscp (110000)
cs7     Match packets with CS7(precedence 7) dscp (111000)
default Match packets with default dscp (000000)
ef      Match packets with EF dscp (101110)
Router1(config-cmap)# match ip dscp af31

```

## Использование согласованной скорости доступа или применение политики на основе класса

Согласованная скорость доступа и политики на основе классов являются механизмами регулирования, используемыми для управления потоком трафика и приведения его в соответствие с одобренными параметрами службы. Эти механизмы, наряду со значениями кода DSCP, могут использоваться для обеспечения различных уровней обслуживания согласованного и несогласованного трафика с помощью подходящего изменения значения кода DSCP так, как это показано в этом подразделе.

Дополнительные сведения см. в разделах [Настройка применения политик к трафику](#) и [Сравнение согласованной скорости доступа и политик на основе классов](#).

```

Router(config)# class-map match-all VOIP
1751-uut1(config-cmap)# match ip dscp ?
<0-63>    Differentiated services codepoint value
af11     Match packets with AF11 dscp (001010)
af12     Match packets with AF12 dscp (001100)
af13     Match packets with AF13 dscp (001110)
af21     Match packets with AF21 dscp (010010)
af22     Match packets with AF22 dscp (010100)
af23     Match packets with AF23 dscp (010110)
af31     Match packets with AF31 dscp (011010)
af32     Match packets with AF32 dscp (011100)
af33     Match packets with AF33 dscp (011110)
af41     Match packets with AF41 dscp (100010)
af42     Match packets with AF42 dscp (100100)
af43     Match packets with AF43 dscp (100110)
cs1      Match packets with CS1(precedence 1) dscp (001000)
cs2      Match packets with CS2(precedence 2) dscp (010000)
cs3      Match packets with CS3(precedence 3) dscp (011000)
cs4      Match packets with CS4(precedence 4) dscp (100000)
cs5      Match packets with CS5(precedence 5) dscp (101000)
cs6      Match packets with CS6(precedence 6) dscp (110000)
cs7      Match packets with CS7(precedence 7) dscp (111000)
default  Match packets with default dscp (000000)
ef       Match packets with EF dscp (101110)

```

```
Router1(config-cmap)# match ip dscp af31
```

## Взвешенное случайное раннее обнаружение (WRED), согласующееся с кодом DSCP

WRED избирательно сбрасывает трафик с низким приоритетом при возникновении перегрузки интерфейса. Механизм взвешенного случайного раннего обнаружения может обеспечить различные характеристики производительности для различных классов обслуживания. Это дифференцированное обслуживание может быть основано на коде DSCP следующим образом:

```
Router(config)# class-map match-all VOIP
1751-uut1(config-cmap)# match ip dscp ?
<0-63> Differentiated services codepoint value
af11 Match packets with AF11 dscp (001010)
af12 Match packets with AF12 dscp (001100)
af13 Match packets with AF13 dscp (001110)
af21 Match packets with AF21 dscp (010010)
af22 Match packets with AF22 dscp (010100)
af23 Match packets with AF23 dscp (010110)
af31 Match packets with AF31 dscp (011010)
af32 Match packets with AF32 dscp (011100)
af33 Match packets with AF33 dscp (011110)
af41 Match packets with AF41 dscp (100010)
af42 Match packets with AF42 dscp (100100)
af43 Match packets with AF43 dscp (100110)
cs1 Match packets with CS1(precedence 1) dscp (001000)
cs2 Match packets with CS2(precedence 2) dscp (010000)
cs3 Match packets with CS3(precedence 3) dscp (011000)
cs4 Match packets with CS4(precedence 4) dscp (100000)
cs5 Match packets with CS5(precedence 5) dscp (101000)
cs6 Match packets with CS6(precedence 6) dscp (110000)
cs7 Match packets with CS7(precedence 7) dscp (111000)
default Match packets with default dscp (000000)
ef Match packets with EF dscp (101110)
Router1(config-cmap)# match ip dscp af31
```

Дополнительные сведения см. в разделе [DiffServ согласующийся с WRED](#) документа [Общие сведения о предотвращении перегрузок](#).

## Устранение известных ошибок в операционной системе Cisco IOS Release 12.2

Дополнительные сведения о нижеследующих ошибках могут быть получены с помощью [средства обнаружения ошибок Bug Toolkit](#) (только для [зарегистрированных](#) пользователей):

[CSCdt63295](#) (только для [зарегистрированных](#) пользователей) — если не удастся



установить байт ToS с помощью команд маркировки нового значения кода DSCP в точках вызова (устанавливается 0) в операционной системе Cisco IOS Release 12.2.2T, то пакеты не будут маркироваться и останутся с битом ToS равным нулю;

[CSCdt74738](#) (только для [зарегистрированных](#) пользователей) — поддержка команды `set ip dscp` на маршрутизаторах Cisco 7200 и платформах младших моделей для широковещательных пакетов должна быть доступна в операционной системе Cisco IOS Release 12.2(3.6) и более поздних.

## Дополнительные сведения

- [Реализация DiffServ для сквозного качества обслуживания](#)
- [Использование управления контентом для обеспечения качества обслуживания](#)
- [Операционная система Cisco IOS — качество обслуживания — модель дифференцированного обслуживания \(DiffServ\)](#)
- [Поддержка плана управления DSCP для протокола резервирования ресурсов \(RSVP\)](#)
- [Технические средства регулирования трафика Diff-Serv-aware \(DS-TE\)](#)
- [Дифференцированное обслуживание, согласованное с взвешенным случайным ранним обнаружением](#)
- [Стандарт RFC 3168 — добавление уведомления о явной перегрузке \(ECN\) в протокол IP](#)
- [Страницы поддержки технологии QoS](#)
- [Техническая поддержка — Cisco Systems](#)