

Архитектура дифференцированных услуг

1994 год – проблемная группа проектирования Internet (IETF) сформировала группу по созданию интегрированных услуг **intserv Working Group**

Задача: расширение базовой модели услуг Internet для обеспечения улучшенной поддержки приложений, ориентированных на передачу голоса и видео.

Идея: отдельная обработка потоков трафика, запросивших определенный уровень качества обслуживания.

Гарантированное обслуживание – предоставление детерминированных гарантий задержки

Регулируемая нагрузка использует механизм, похожий на механизм негарантированной доставки трафика в слегка загруженной сети

В качестве сигнального протокола, использующегося для передачи требований сквозного обслуживания, был предложен протокол резервирования ресурсов (**Resource Reservation Protocol — RSVP**).

Модель **intserv** требует обеспечения гарантированного качества обслуживания для каждого отдельного потока трафика в масштабах Internet

Сегодня в каждый момент времени в Internet существуют тысячи потоков трафика

Объем информации, поддерживаемой маршрутизаторами, может быть предельно большим

Неизбежны проблемы, связанные с масштабированием сети

В 1998 году IETF сформировала рабочую группу по созданию дифференцированных услуг (**diffserv Working Group**).

Архитектурную модель **diffserv** можно сравнить с мостом, соединяющим требования гарантированного качества обслуживания модели **intserv** с механизмом негарантированной доставки трафика, используемым сегодня в Internet.

Модель **diffserv** обеспечивает дифференцирование трафика путем его разбивки на классы с различным приоритетом.

Архитектура дифференцированных услуг (diffserv) 3

В соответствии с моделью diffserv обеспечение качества обслуживания в сети IP предполагает наличие небольшого числа четко определенных “строительных” блоков, на основе которых можно создать множество различных услуг.

Главной задачей подхода diffserv является определение стандартизированного байта дифференцированной услуги (DS) — байта типа обслуживания (**Type of Service — ToS**) из заголовка пакета Internet Protocol (IP) Version 4 и байта класса трафика (**Traffic Class**) пакета IP Version 6 — и его соответствующая маркировка, от которой зависит принятие специфического решения о продвижении пакета данных на каждом переходе (**per-hop behavior — PHB**), т.е. в каждом промежуточном узле.

Архитектура дифференцированных услуг обеспечивает базовую основу, которая может быть использована поставщиками услуг для предоставления своим клиентам большого диапазона различных предложений в зависимости от предъявляемых требований к качеству обслуживания.

Клиент может выбрать требуемый уровень услуг путем установки соответствующего значения поля кода дифференцированной услуги (**Differentiated Services Code Point — DSCP**) для каждого отдельного пакета. Код дифференцированной услуги определяет цепочку решений о продвижении пакета в каждом промежуточном узле сети поставщика услуг (**PHB-политика**).

PHB-политика — это наблюдаемая извне политика поведения сетевого 4 узла в отношении пакетов с определенным значением поля кода DSCP. Все пакеты потока трафика со специфическим требованием к обслуживанию несут в себе одно и то же значение поля DSCP.

Все узлы внутри diffserv-домена определяют PHB-политику, которая должна быть применена к пакету на основе хранящегося в нем значения поля кода дифференцированной услуги.

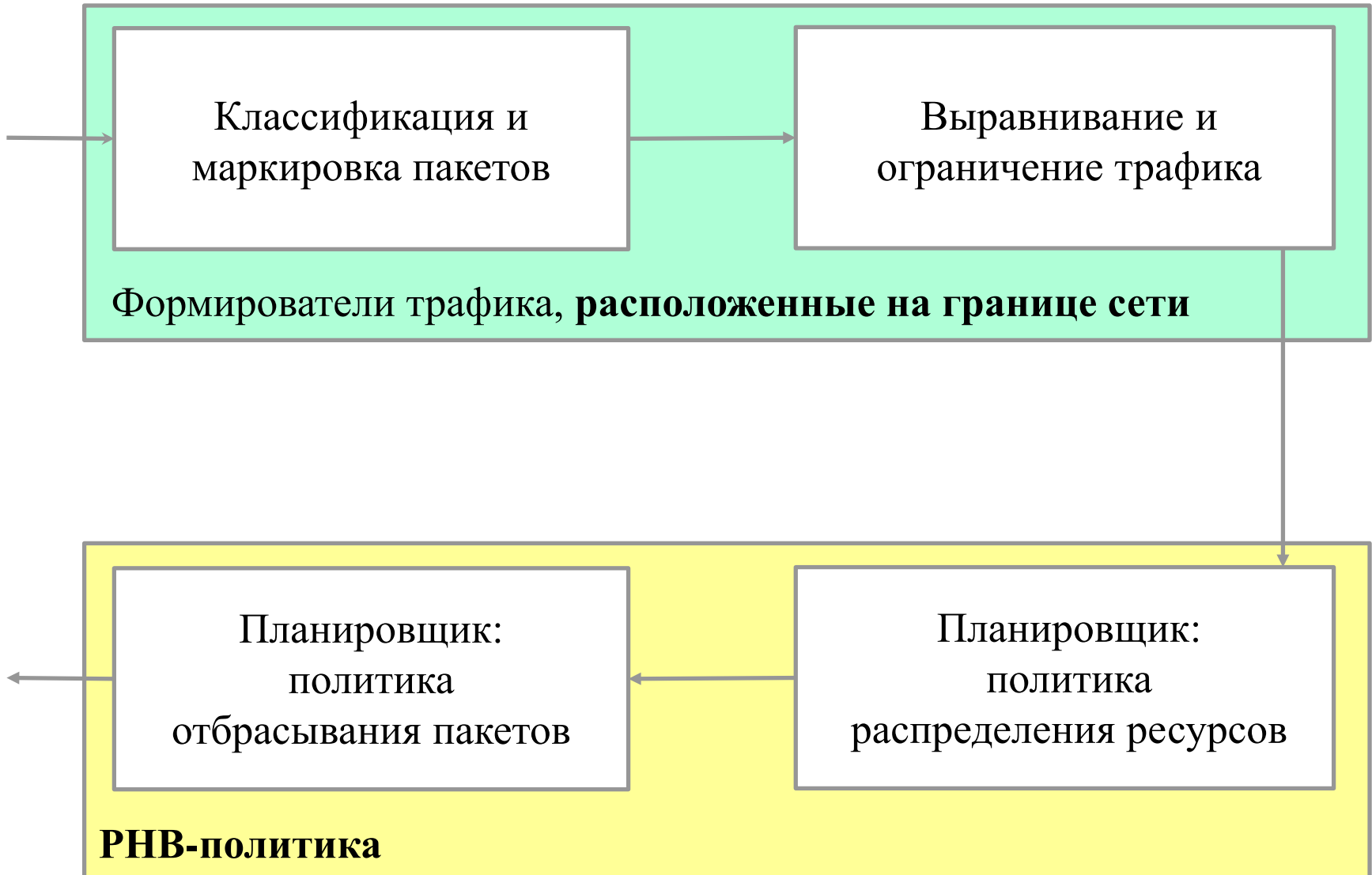
Кроме того, пограничные узлы diffserv-домена выполняют важную **функцию формирования** поступающего в diffserv-домен **трафика**, которое включает:

- классификацию пакетов;
- ограничение трафика.

Формирование трафика обычно выносится на входной интерфейс поступающих в diffserv-домен пакетов.



Обобщенная операционная модель QoS





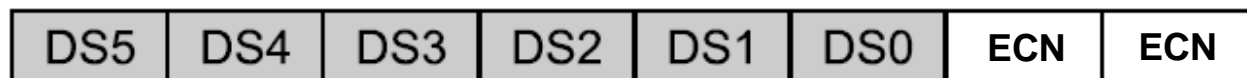
CU – currently unused

IP-приоритет: 3 бит (P2-P0)

Тип обслуживания (ToS): 4 бит (T3-T0)

Не используется (CU): 1 бит

Структура байта ToS в соответствии с документом RFC 1349



Код дифференцированной услуги DSCP: 6 бит (DS5 – DS0)

Явное уведомление о перегруженности ECN: 2 бита

Структура байта DS

ECN – *Explicit Congestion Notification* – явное уведомление о перегруженности — расширение протокола IP, описанное в RFC 3168. ECN позволяет обеим сторонам в сети узнавать о возникновении затора на маршруте к заданному хосту или сети без отбрасывания пакетов. Это дополнительная функция, которая используется только в том случае, когда обе конечные точки обмена информацией сообщают, что хотят её использовать.

1. **Стандартный** – 000 000.
2. **Селектор класса.** Эти коды обладают обратной совместимостью с кодами IP-приоритета:

| | | | |
|-------------|---------|-------------|---------|
| Приоритет 1 | 001 000 | Приоритет 5 | 101 000 |
| Приоритет 2 | 010 000 | Приоритет 6 | 110 000 |
| Приоритет 3 | 011 000 | Приоритет 7 | 111 000 |
| Приоритет 4 | 100 000 | | |

3. **РНВ-политика немедленной передачи (Expedited Forwarding — EF)** - код DSCP, соответствующий наиболее высококлассному уровню обслуживания, предоставляемому за дополнительную стоимость. Рек. значение — 101 110.
4. **РНВ-политика гарантированной передачи (Assured Forwarding — AF).** Эти коды DSCP определяют четыре уровня обслуживания, каждый из которых, в свою очередь, может быть охарактеризован тремя уровнями приоритета отбрасывания пакетов данных.

| Приоритет отбрасывания пакета | Класс 1 | Класс 2 | Класс 3 | Класс 4 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Низкий | 001010 | 010010 | 011010 | 100010 |
| Средний | 001100 | 010100 | 011100 | 100100 |
| Высокий | 001110 | 010110 | 011110 | 100110 |

Формирователи трафика, расположенные на границе сети 8

Формирователи трафика — это различные функции качества обслуживания, которые должны быть реализованы в пограничных устройствах сети.

Граничные функции классифицируют или маркируют трафик путем установки соответствующего значения поля DSCP, а также проводят мониторинг входящего в сеть трафика с целью проверки его соответствия установленному профилю.

Код дифференцированной услуги представляет собой поле, на основании значения которого определяется способ обработки пакета в diffserv-домене.

В качестве **обрабатывающей трафик функции** может выступать:

- функция классификации пакетов,
- функция маркировки DSCP-поля,
- функция дозирования трафика:
 - выравнивание трафика,
 - отбрасывание пакетов.

Классификатор пакетов выбирает пакет из потока трафика на основании анализа части содержимого заголовка пакета. Наиболее распространенный способ классификации пакетов - анализ поля DSCP, однако теоретически пакет можно классифицировать на основании значений других полей его заголовка. Функция классификации пакета определяет соответствующий этому пакету класс трафика.

Маркер – функция, предназначенная для записи/перезаписи поля DSCP в зависимости от класса трафика, к которому относится данный пакет.

Дозирование трафика – функция проверки трафика на соответствие заданному профилю на основании дескриптора трафика, такого, как корзина маркеров. Результаты проверки передаются функции маркировки трафика, а также либо функции выравнивания трафика, либо функции отбрасывания пакетов для принятия соответствующего решения в отношении “плановых” и “внеплановых” пакетов.

Функция выравнивания трафика (*traffic shaping*) осуществляет задержку пакетов путем их буферизации с целью удовлетворения параметров заданного профиля.

Функция отбрасывания пакетов (*traffic policing*) осуществляет отбрасывание всех пакетов, не удовлетворяющих параметрам заданного профиля трафика.

Сетевые узлы с поддержкой дифференцированного обслуживания используют поле DSCP в заголовке IP-пакета для определения соответствующей этому пакету РНВ- политики.

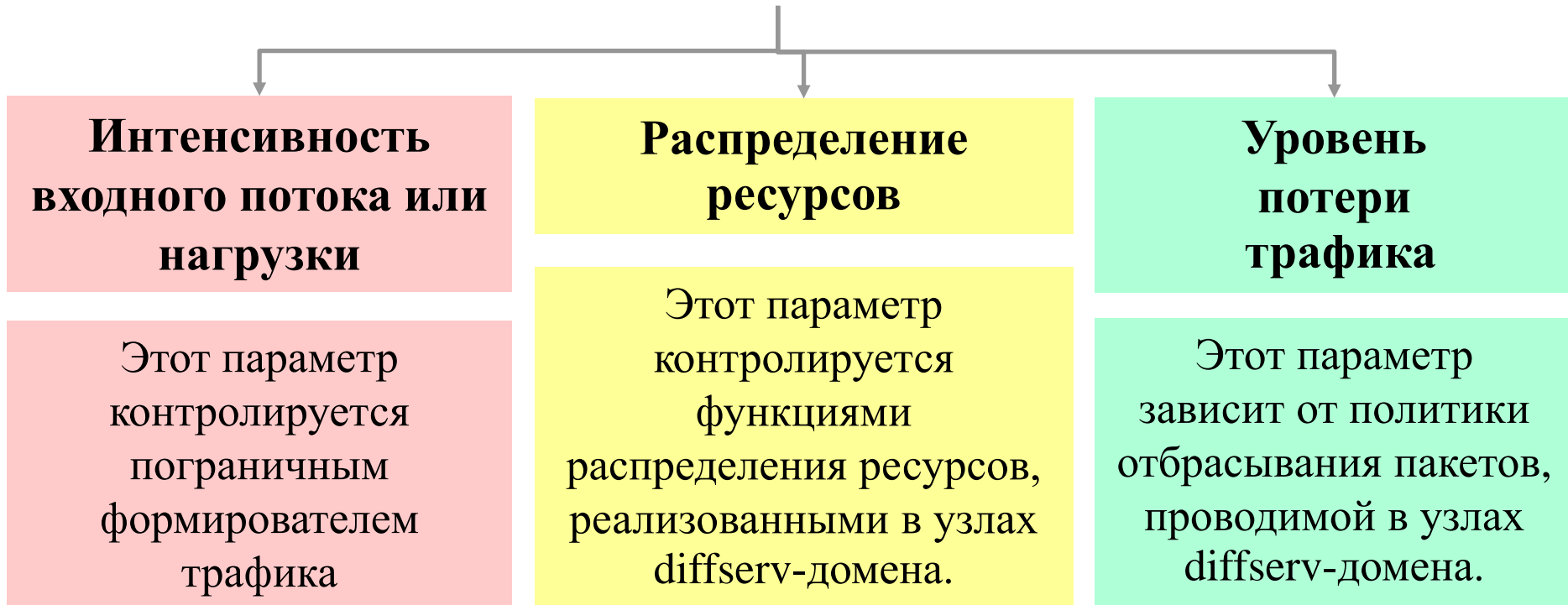
РНВ-политика может быть определена *в терминах приоритета* в предоставлении ресурсов по отношению к другим РНВ-политикам или же *с помощью таких измеряемых характеристик трафика*, как задержка пакетов, уровень потери пакетов или дрожание трафика.

В качестве *стандартной РНВ-политики в diffserv-сети* можно рассматривать *негарантированную доставку трафика*. В соответствии с архитектурой дифференцированного обслуживания каждой РНВ-политике рекомендуется назначить определенный код DSCP, однако *поставщик услуг волен выбрать отличные от рекомендованных значения поля DSCP* для своей собственной сети.

Рекомендованное значение поля DSCP для политики негарантированной доставки пакетов равняется 000000.

Факторы, определяющие QoS-политику для определенного класса трафика

11



Стандартные QoS-политики

QoS-политика
немедленной
передачи (EF QoS)

QoS-политика
гарантированной
доставки (AF QoS).

Expedited Forwarding PHB (EF PHB, *premium service*) используется для обеспечения сквозного обслуживания пакетов в узлах diffserv-домена, характерными чертами которого являются:

- низкий уровень потери пакетов,
- малая задержка,
- незначительное дрожание трафика,
- гарантированная полоса пропускания.

Политика EF PHB применяется для обслуживания трафика *приложений VoIP и видеоконференций*, а также для обеспечения *передача информации по виртуальным арендуемым каналам*.

Большие задержки пакетов и дрожание трафика зачастую являются следствием больших накопленных очередей, которые характерны для перегруженных участков сети.

Причиной перегрузки сети является *преобладание интенсивности входного потока трафика над интенсивностью его выходного потока*.

Одно из решений — ограничение максимальной интенсивности входного потока трафика минимальной интенсивностью его выходного потока. EF PHB предусматривает установку значения интенсивности выходного потока трафика, в то время как интенсивность входного потока контролируется формировавателями трафика, реализованными в пограничных устройствах сети.

Поскольку в соответствии с политикой EF PNB входящие пакеты не должны образовывать очередь (допускается очередь очень малого размера), *интенсивность исходящего потока трафика должна быть равной интенсивности входящего потока или превышать ее.*

Маршрутизатор может выделить ресурсы для обеспечения определенной интенсивности исходящего трафика для заданного интерфейса, путем использования **различных функциональных реализаций политики EF PNB:**

1. за счет применения *различных механизмов обслуживания очередей* (взвешенный механизм равномерного обслуживания очередей на основе класса трафика (Class-Based Weighted Fair Queuing — CBWFQ), взвешенный механизм кругового обслуживания (Weighted Round Robin — WRR), механизм кругового обслуживания с дефицитом (Deficit Round Robin — DRR));

2. *организации приоритетной очереди.*

В первом случае EF-трафику назначается *вес, который соответствует полосе пропускания*, намного превышающей интенсивность входящего EF-трафика.

Во втором случае следует убедиться в том, что оставшиеся очереди трафика не испытывают недостатка в поступающих пакетах в рамках определенного предела. Возможное решение – *определить максимальную интенсивность трафика, обрабатываемого с помощью приоритетной очереди.* Весь трафик вне этого предела будет отброшен, поэтому нужно сконфигурировать пограничные формирователи поступающего трафика таким образом, чтобы предел не превышался.

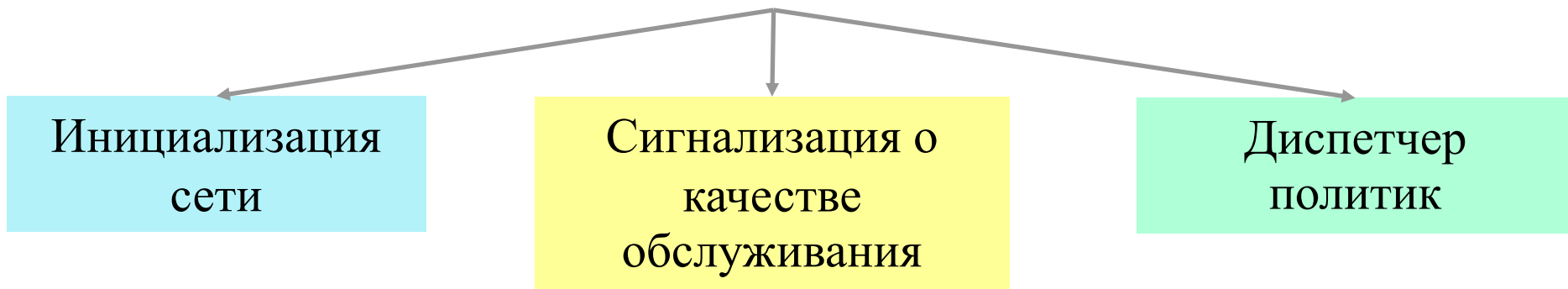
Рекомендуемое значение поля DSCP для EF-трафика равняется 101110.

PHB-политика гарантированной доставки пакетов (AF PHB) 14

Assured Forwarding PHB (AF PHB) представляет собой средство, с помощью которого поставщик услуг может обеспечить несколько различных уровней надежности доставки IP-пакетов, полученных из diffserv-домена клиента. Политика AF PHB является приемлемой *для большинства TSP-приложений*.

AF PHB подразумевает наличие различных уровней обслуживания для каждого из четырех классов AF-трафика. Каждому классу соответствует своя очередь пакетов, что позволяет проводить эффективное управление полосой пропускания. Каждый класс AF-трафика характеризуется тремя уровнями приоритета отбрасывания пакетов (низкий, средний и высокий), что позволяет реализовать механизм управления очередью по типу механизма произвольного раннего обнаружения (Random Early Detection — RED).

Реализации PHB-политик в diffserv-сети



Инициализация сети - инициализация ресурсов сети с использованием эвристических методов или техники систематического моделирования. Метод может быть применен только в сетях небольшого размера, для которых политики QoS и профили трафика остаются неизменными на протяжении достаточно долгого промежутка времени.

Сигнализация о качестве обслуживания - приложения извещают сеть о требованиях к качеству обслуживания с помощью сигнального протокола RSVP. Этот метод обладает очень высокой масштабируемостью, поскольку протокол RSVP выполняется только в пограничных узлах diffserv-домена.

Политика, определяющая трафик, – это определенная конфигурация, которая должна быть реализована во всех узлах QoS-сети.

Диспетчер политик – сервер, который загружает необходимые конфигурации в узлы сети. Протокол распространения политик, разработанный IETF называется **COPS** (*Common Open Policy Service* – общая открытая служба политик). В терминологии COPS централизованный сервер политик называется **PDP** (*Policy Decision Point*), а узел, которому навязывается политика, **PEP** (*Policy Enforcement Point*). PDP рассылает конфигурации узлам PEP по протоколу COPS, PEP может уведомить PDP о невозможности выполнения навязываемой политики.