



# Развитие линейки маршрутизаторов ASR 1000

Павел Маркин

[pmarkin@cisco.com](mailto:pmarkin@cisco.com)

# О чем пойдет речь

- Обзор линейки ASR 1000
- Аппаратная и программная архитектура
- Сценарии применения в вашей сети
- Планы на будущее

# Обзор линейки ASR 1000



# ASR 1000

- Следующее поколение линейки маршрутизаторов «среднего» размера

Шасси 2RU/4RU/6RU

Маршрутизация на скорости 5 / 10 / 20 / 40 Gbps

Общий набор функционала, несколько уровней производительности

- Основные отличия линейки ASR 1000

Высокая доступность (High Availability)

Аппаратное резервирование для модели 6RU (RP и ESP); поддержка ISSU

Программное резервирование для младших моделей 2RU/4RU; ISSU даже с единственным RP

Интеграция сервисов – дополнительные сервисы (SBC, FW, NBAR и т.д.) не требуют установки дополнительных сервисных карт

Расширенные функции иерархического качества обслуживания N-QoS (3 level, 128K+ queues)

Мощная подсистема управления (RP)

Аппаратная (микроспроцессорная) обработка пакетов – высокая производительность для всего спектра функций

6 RU / 12 SPA слотов



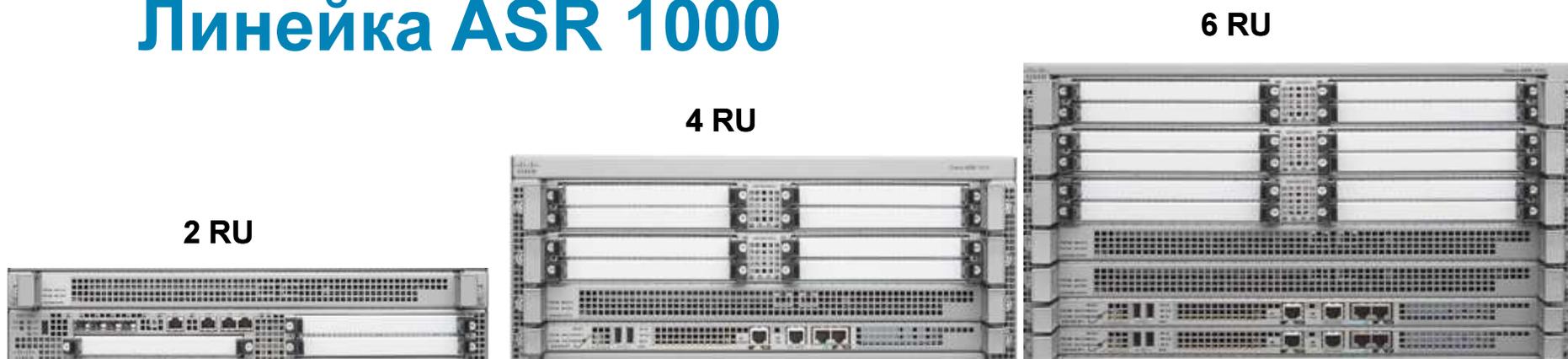
4 RU / 8 SPA слотов



2 RU / 3 SPA слота



# Линейка ASR 1000



## SPA слотов

# ESP слотов  
 # RP слотов  
 # SIP слотов  
 Резервирование  
 Встроенные GigE  
 Высота  
 Пропускная способность  
 Производительность  
 Энергопотребление

## 3 слота

1  
 Встроен (RP1)  
 Встроен (SIP-10G)  
 Программное  
 4  
 3.5" (2RU)  
 5-10 Gbps  
 4-8 Mpps  
 470 Вт

## 8 слотов

1  
 1  
 2  
 Программное  
 нет  
 7" (4RU)  
 10-40+ Gbps  
 8-16+ Mpps  
 765 Вт

## 12 слотов

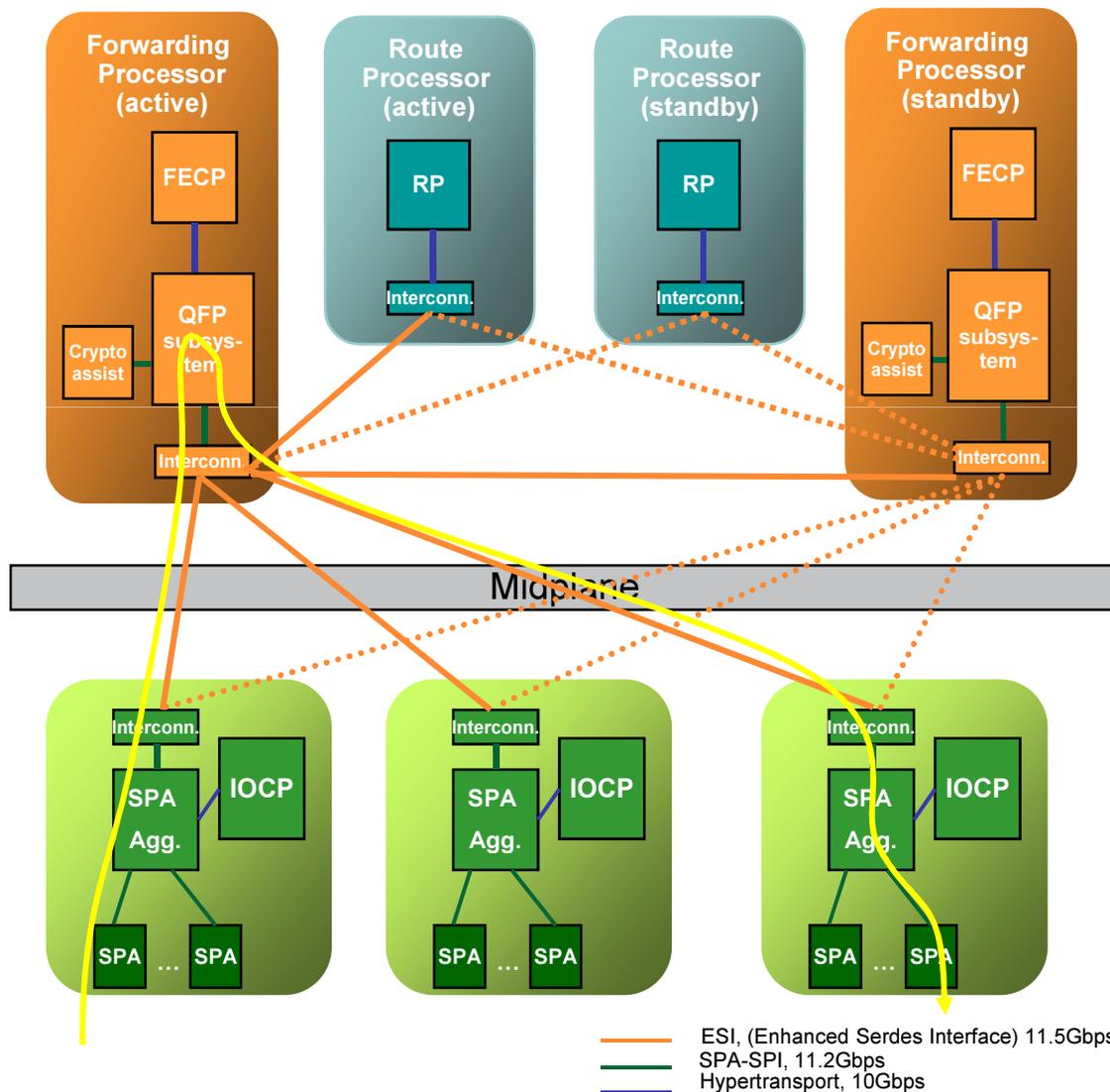
2  
 2  
 3  
 Аппаратное  
 нет  
 10.5" (6RU)  
 10-40+ Gbps  
 8-16+ Mpps  
 1275 Вт

**Производительность и масштабируемость**  
**Встроенный функционал SBC, FW, IPSec, IDS, DPI, ISG и т.д.**

# ASR 1000: Аппаратная архитектура



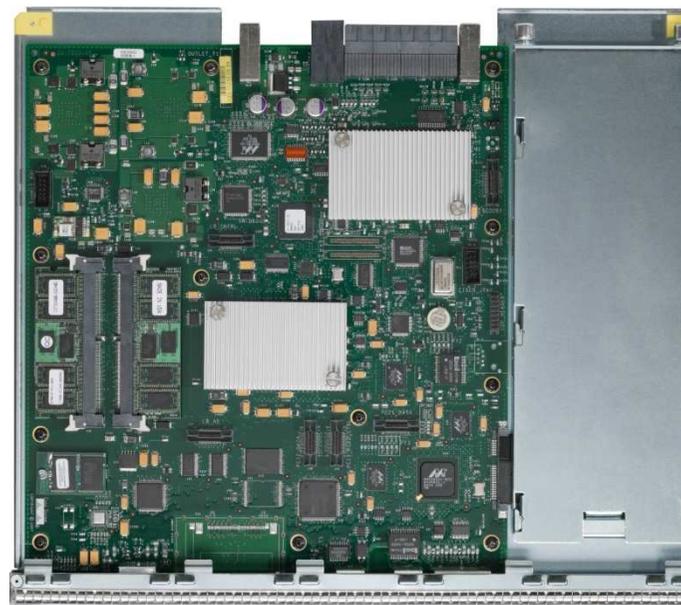
# Архитектура ASR 1000



- **RP (Route Processor)**  
Обслуживает трафик плоскости управления  
Управляет шасси
- **ESP**  
Коммутирует трафик (плоскость коммутации)
- **SPA Interface Processor**  
Предназначен для установки SPAs
- **SPAs**  
Физические интерфейсы
- **Централизованная коммутация**  
Весь трафик коммутируется посредством ESP

# Route Processor – RP1

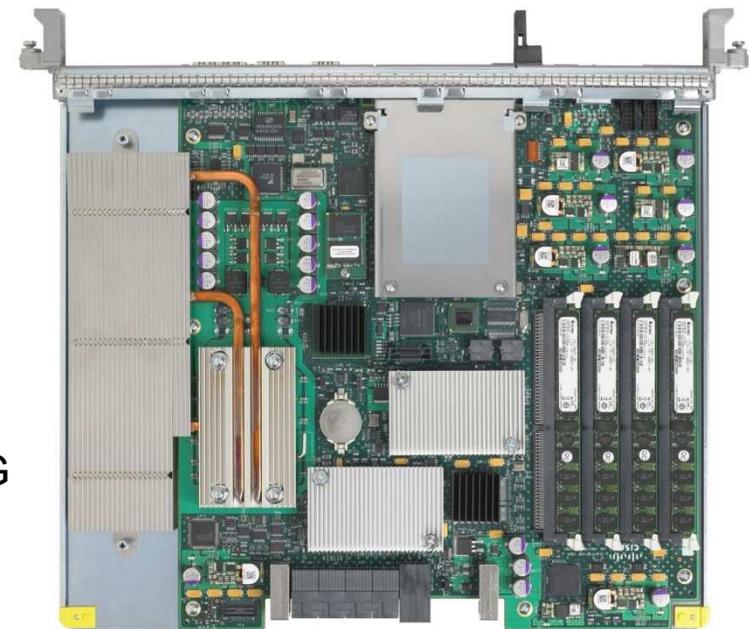
- Процессор общего назначения (1.5GHz)
- **память:**
  1. DRAM: 2 GB по умолчанию; расширяется до 4 GB
  2. NVRAM: 1G Internal Flash для хранения образа ОС, файлов конфигурации, логов и т.д.
- **Интерфейсы управления:**
  - Ethernet интерфейс управления, auxiliary порт, консольный порт
- **Устройства хранения данных:**
  - 40 GB Hard Disk Drive для файлов core dumps и другой подобной информации
  - Внешний USB flash для копирования файлов
- Связь с остальными компонентами шасси (для управления компонентами и передачи трафика плоскости управления)
- Источник синхронизации Stratum-3 и синхровход BITS (для синхронизации SDH интерфейсов и т.д..)
- Общее управление компонентами устройства (определение установленных карт, подача питания на карты, перезагрузка карт, управление резервированием и т.д.)



# Route Processor – RP2

Непревзойденная масштабируемость подсистемы управления!

- Route Processor 2:
  - Dual Core Intel Xeon CPU 2.7Ghz
  - Память 8 или 16 GB DRAM
  - 64-битная ОС IOS XE
- Приложение BGP Route Reflector – лидер в индустрии по масштабируемости
  - 25M IPv4 маршрутов
  - 24M VPN IPv4 маршрутов
- Процессорная мощность для подсистемы управления
  - Сходимость IGP and BGP
  - Кол-во туннелей GRE, L2TP, и сессий ISG
  - Производительность BGP и BFD
  - Ресурсоемкие (по управлению) приложения:
    - Унифицированный SBC
    - Установка сессий PPP/ISG



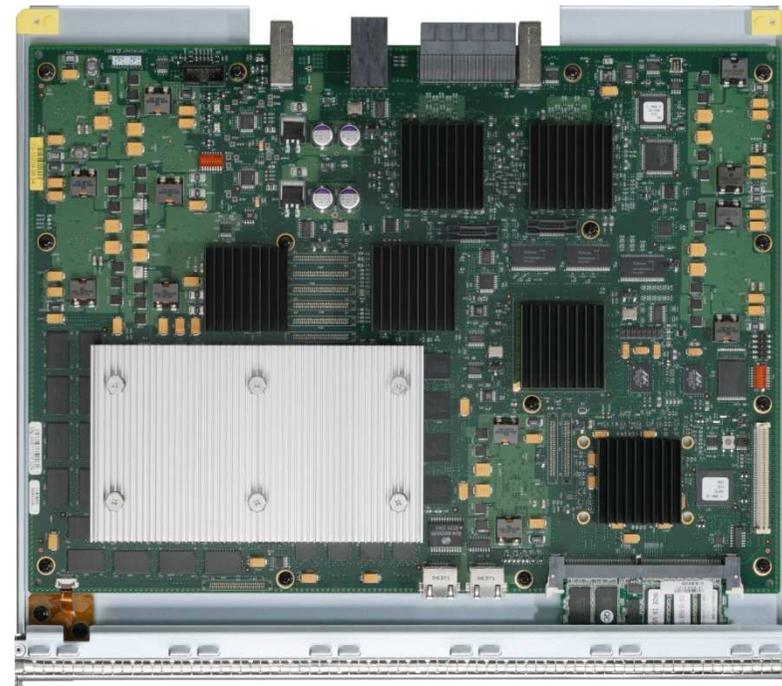
# Embedded Services Processor – ESP

- **Центральный программируемый модуль коммутации**
- **Подсистема коммутации (QFP) и подсистема шифрования обрабатывают пакет целиком**
- **Подсистема буферизации и обслуживания очередей (Packet buffering and queuing/scheduling - BQS)**

Управляет передачей исходящего трафика на модули SPA

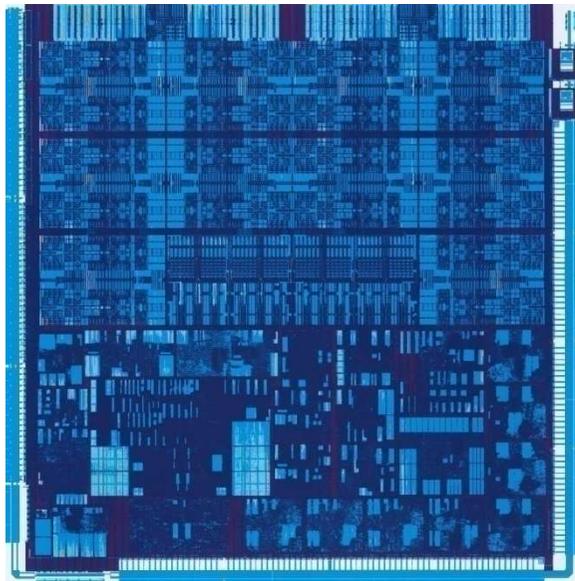
Также применяется для выполнения специальных функций: input shaping, сборка пакета из фрагментов (reassembly), репликация, punt to RP, и т.д.

- **Связь с остальными картами через midplane**  
Input scheduler для управления приемом трафика от различных интерфейсов/SIP карт

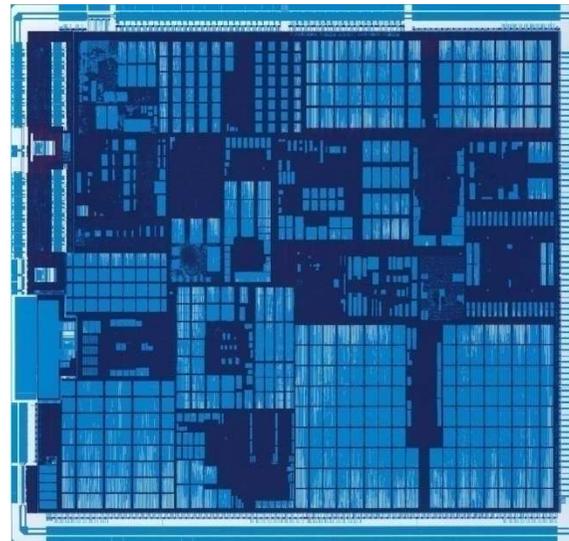
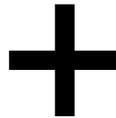


- **FECР CPU для управления подсистемой QFP, подсистемой шифрования и т.д.**

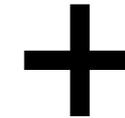
# Архитектура Cisco Quantum Flow Processor



**Multi-Core (40) Packet Processor**



**Traffic Manager (BQS)**



**Quantum  
Flow  
Processor  
Software**

- 40 процессоров для обработки пакетов, каждый выполняет 4 потока (thread) одновременно
- Тактовая частота до 1.2GHz + пакетная память
- Разработка кода на языке C - полнофункциональная среда разработки и тестирования
- Аппаратное ускорение отдельных функций: статистика, WRED, полисеры, ACL, шифрование, CRC
- Аппаратная иерархическая обработка очередей (scheduling)  
Три параметра для очереди: min, max & excess
- Изменяемое число уровней в иерархии
- «Priority propagation» между уровнями

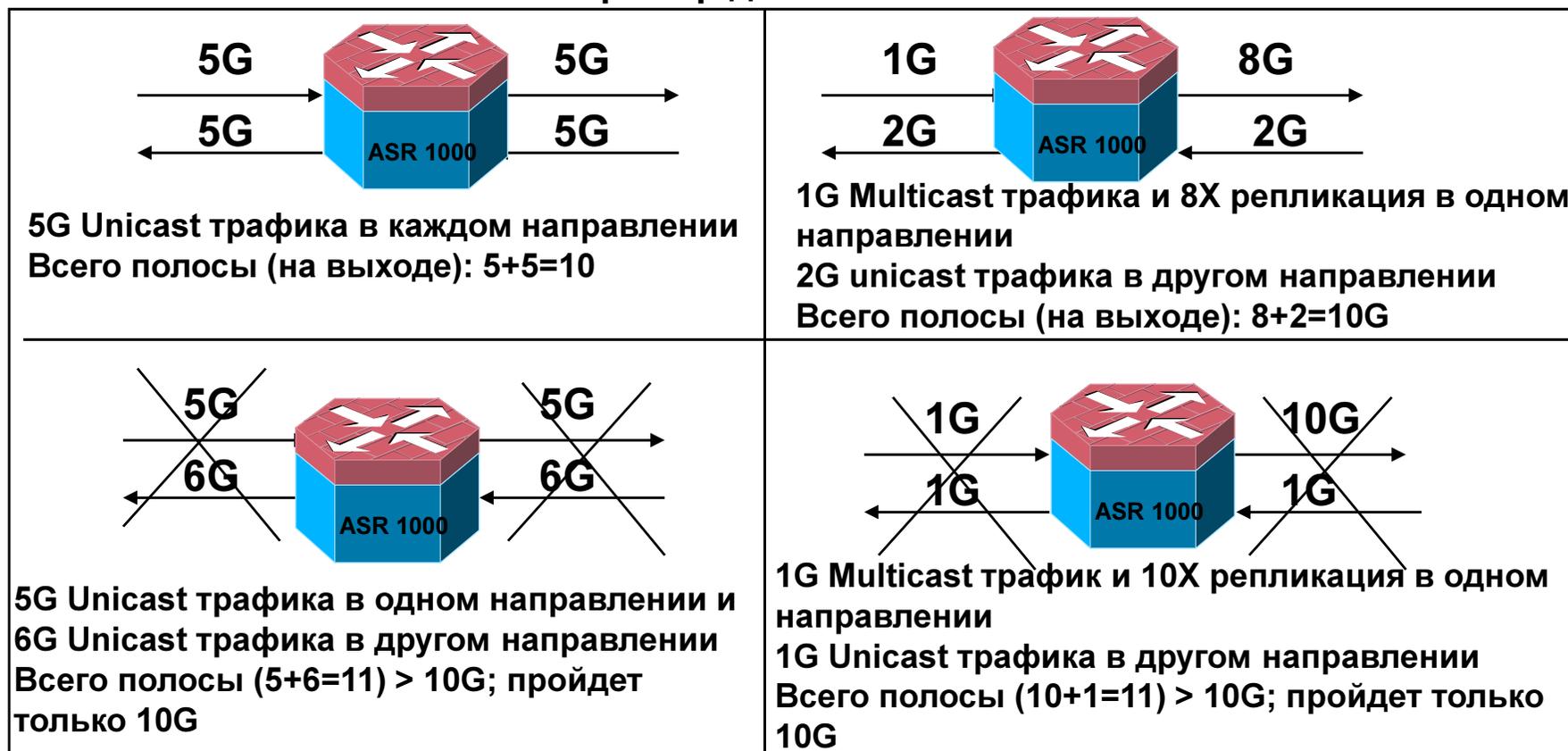
# Разновидности карт ESP

	ESP5	ESP10	ESP10-N	ESP20
Пропускная способность	5Gbps	10Gbps	10Gbps	20Gbps
Поколение QFP	QFP10	QFP10	QFP10	QFP10
Число процессоров	20	40	40	40
Тактовая частота	900 Mhz	900 Mhz	900 Mhz	1.2 Ghz
Подсистема шифрования	1.8Gbps	4Gbps	NA	8Gbps
Память QFP DRAM	256MB	512MB	512MB	1GB
Пакетный буфер	64MB	128MB	128MB	256MB
TCAM	10Mb	10Mb	10Mb	40Mb

# Пропускная способность ESP

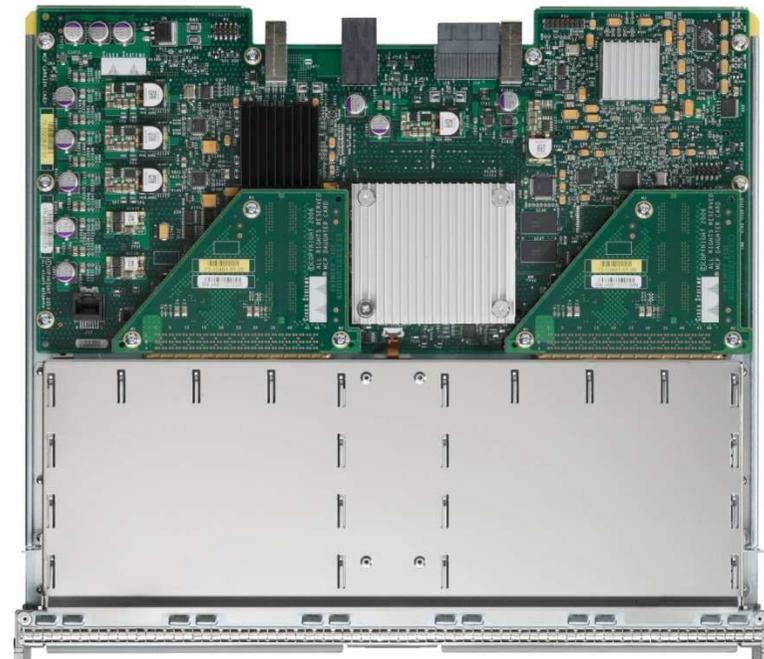
- Пропускная способность ESP - это общая (суммарная) пропускную способность системы на выходе, независимо от направления трафика
- Трафик высокого приоритета передается без задержек, если переподписка для этого класса трафика отсутствует (т.е. если высокоприоритетного трафика  $\leq 10G$  для ESP-10G)

## Пример для ESP10



# Карта-контейнер SPA – SIP-10G

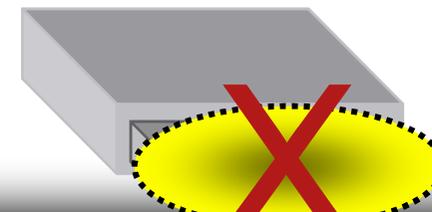
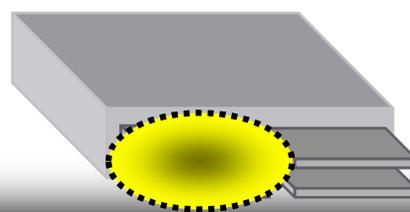
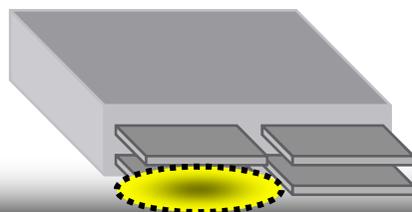
- Контейнер для установки карт SPA
- Устанавливается до 4 SPA
  - 4 SPA половинной высоты, 2 полной высоты, 2 половинной+1 полной
  - Горячая замена SPA (OIR)
- Не участвует в обработке пакетов (коммутация на ESP)
- Ограниченные функции QoS
  - Классификация пакетов на входе – high/low
  - Управление переподпиской; буферизация входящих (низкоприоритетных) пакетов до того, как ESP сможет их обработать. Размер буфера 128MB
- Сбор статистики по сброшенным пакетам
- Управление синхронизацией интерфейсов; clock distribution to SPA's, reference selection from SPA's
- Процессор IOCP управляет линками на midplane, горячей заменой SPA, драйверами SPA



# Поддержка SPA



<b>ATM:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•1-port OC3</li> <li>•3-port OC3</li> </ul>	<b>Ethernet:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•4-Port FE</li> <li>•8-Port FE</li> <li>•2-Port GE</li> <li>•5-Port GE</li> <li>•8-Port GE</li> <li>•10-Port GE</li> <li>•1-Port 10GE</li> </ul>	
<b>POS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-Port OC-12c/STM-4</li> <li>• 2-Port OC-3c/STM-1</li> <li>• 4-Port OC-3c/STM-1</li> </ul>		<b>Channelized:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•8-Port Ch T1/E1</li> <li>•2-Port Ch T3</li> <li>•4-Port Ch T3</li> <li>•1-Port Ch STM-1/OC-3</li> </ul>
<b>POS/RPR:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-Port OC-48c/STM-16</li> <li>• 4-Port OC-48c/STM-16</li> </ul>			
<b>Serial:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•2-Port T3/E3</li> <li>•4-Port T3/E3</li> <li>•4-Port Serial</li> </ul>			



SPA  
одинарной высоты



SPA  
двойной высоты



SPA  
двойной ширины



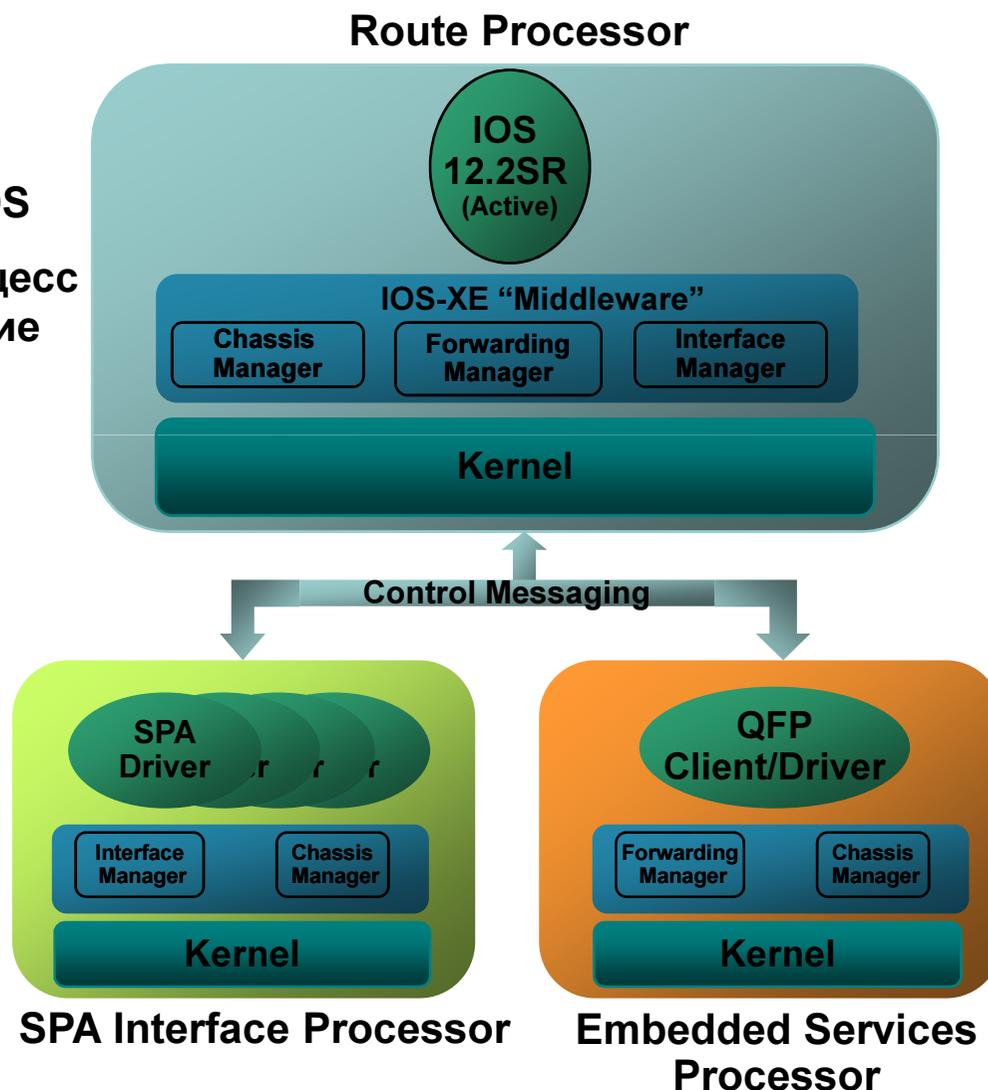
↑  
Не поддерживается на ASR 1000

# ASR 1000: Программная архитектура



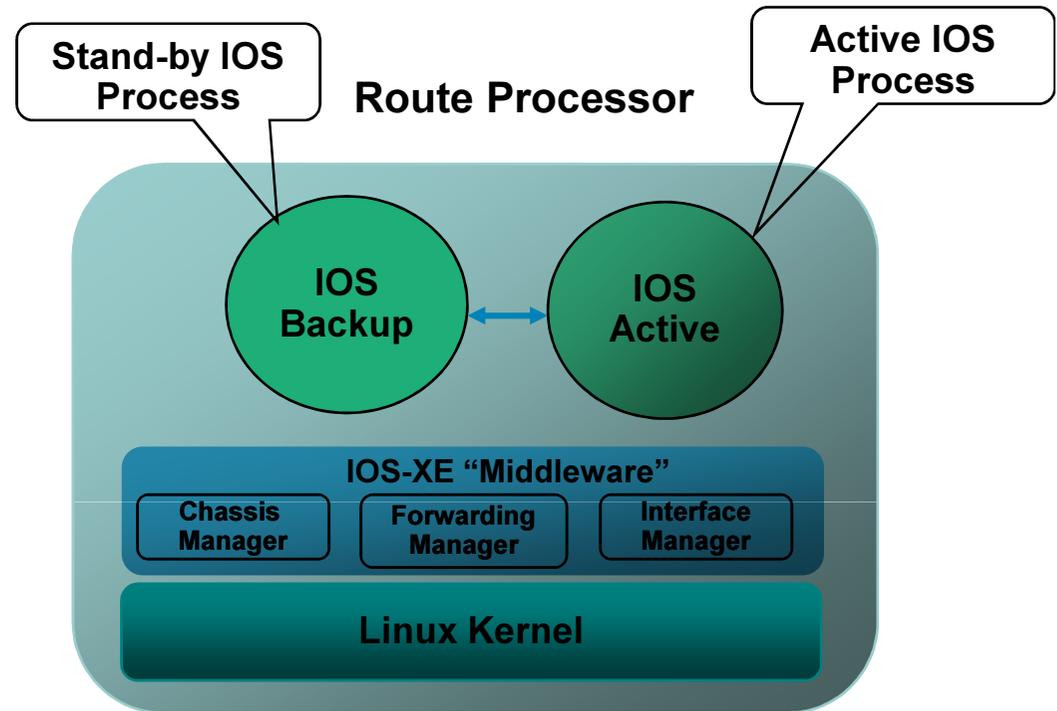
# Software Architecture – IOS-XE

- IOS-XE = IOS + IOS-XE Middleware + Platform Software
- Привычные внешние интерфейсы IOS
- IOS выполняется как отдельный процесс в ОС Linux и обеспечивает управление (Маршрутизация, SNMP, интерфейс командной строки и пр.)
- Варианты 32bit и 64bit ОС
- Ядро Linux и несколько процессов, работающих в защищенном режиме
  - Изоляция неисправностей
  - Перезапуск
  - ISSU отдельных компонент
- Инновации ASR 1000
  - RP Failover без потерь пакетов
  - <50ms ESP Failover
  - «Программное резервирование»



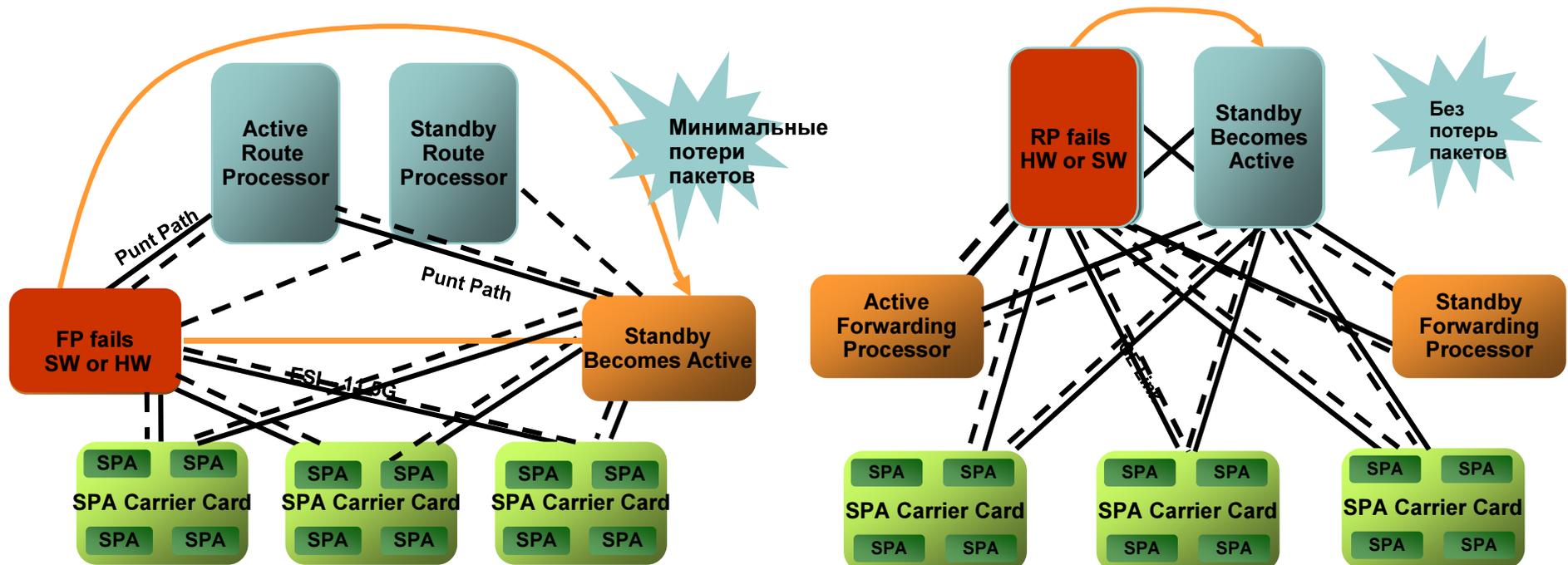
# Программное резервирование в шасси 4RU/2RU с единственным RP/ESP

- Два процесса IOS (активный и резервный) на единственном PR – как если бы они выполнялись на разных RP
- Поддерживаются все функции NSF/SSO, доступные для платформ с двумя RP
- Требуется дополнительная память на RP – 4G для RP1

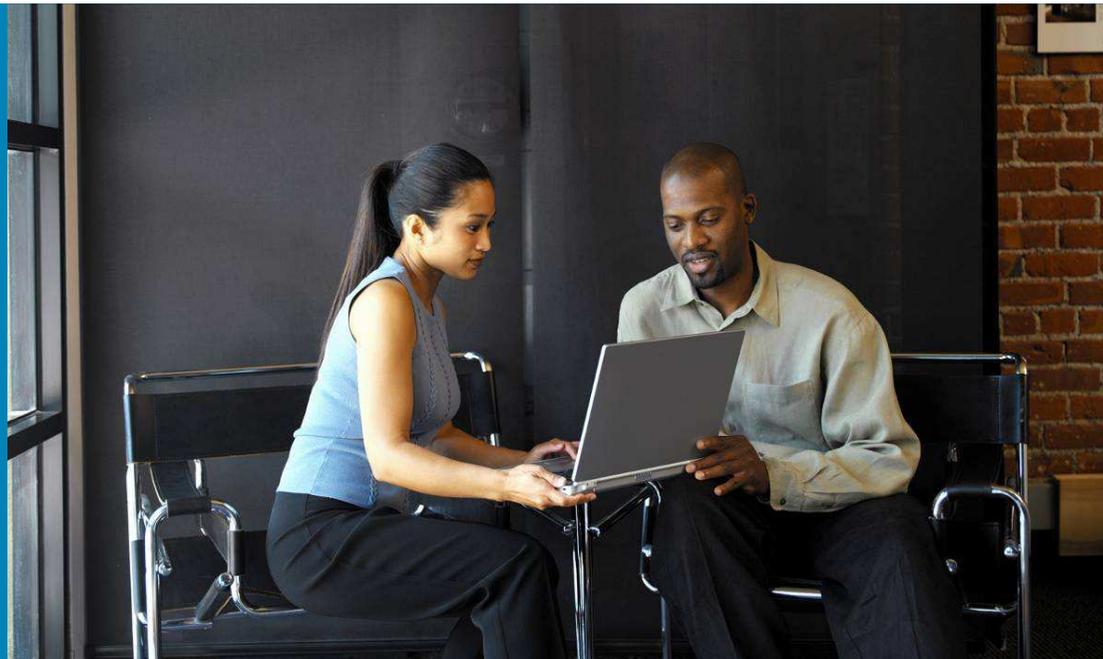


# Обеспечение высокой надежности (НА)

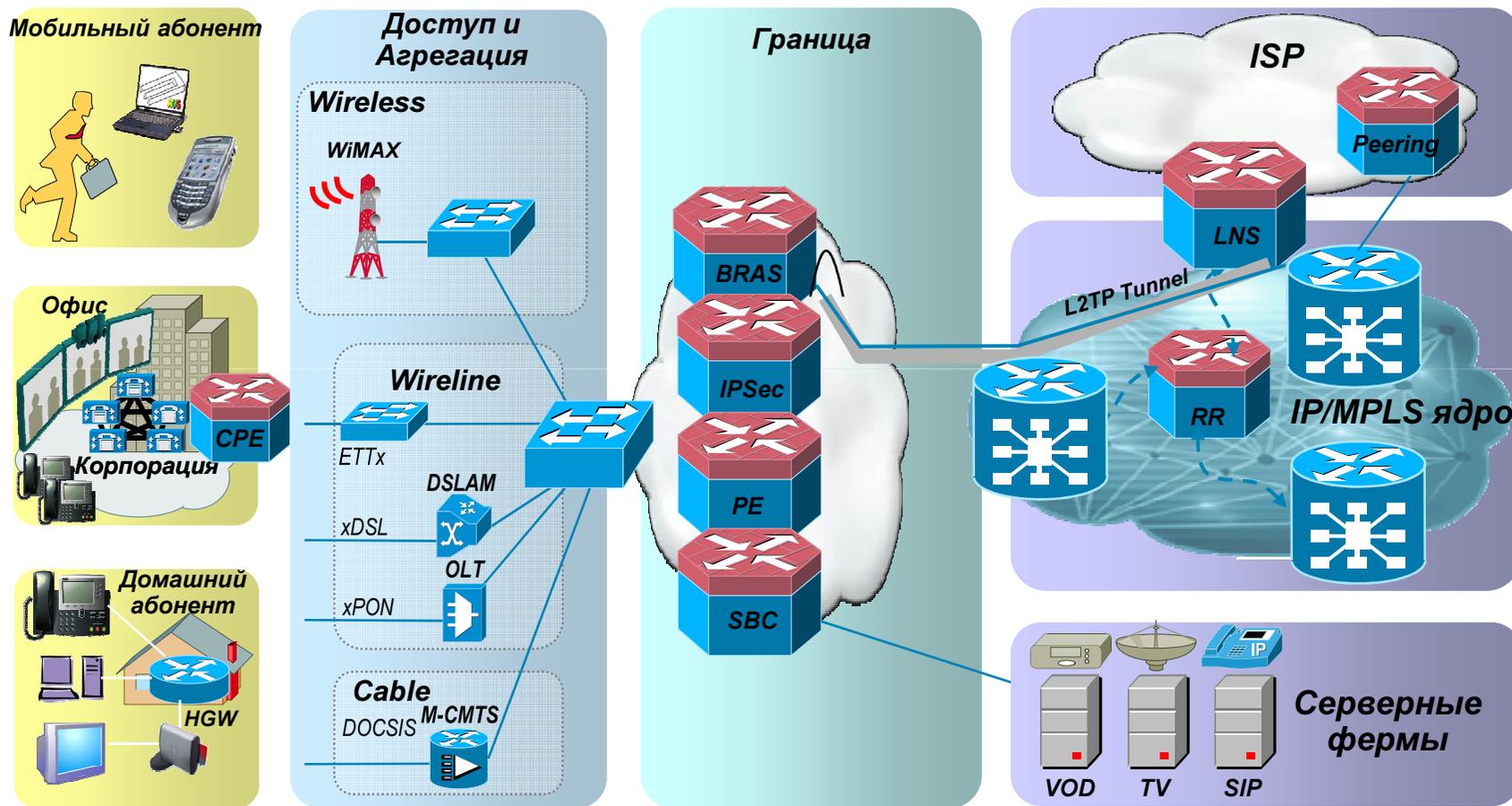
- Возможность резервирования по схеме 1+1 для RP и ESP в режиме активный/резервный
  - SIP (интерфейсные карты) не резервируются
- RP и ESP полностью независимы друг от друга
  - Переключение между ESP не влечет за собой переключение между RP и наоборот
- В конфигурации с единственным RP возможно программное резервирование



# Сценарии применения ASR 1000



# ASR 1000 в сети оператора связи

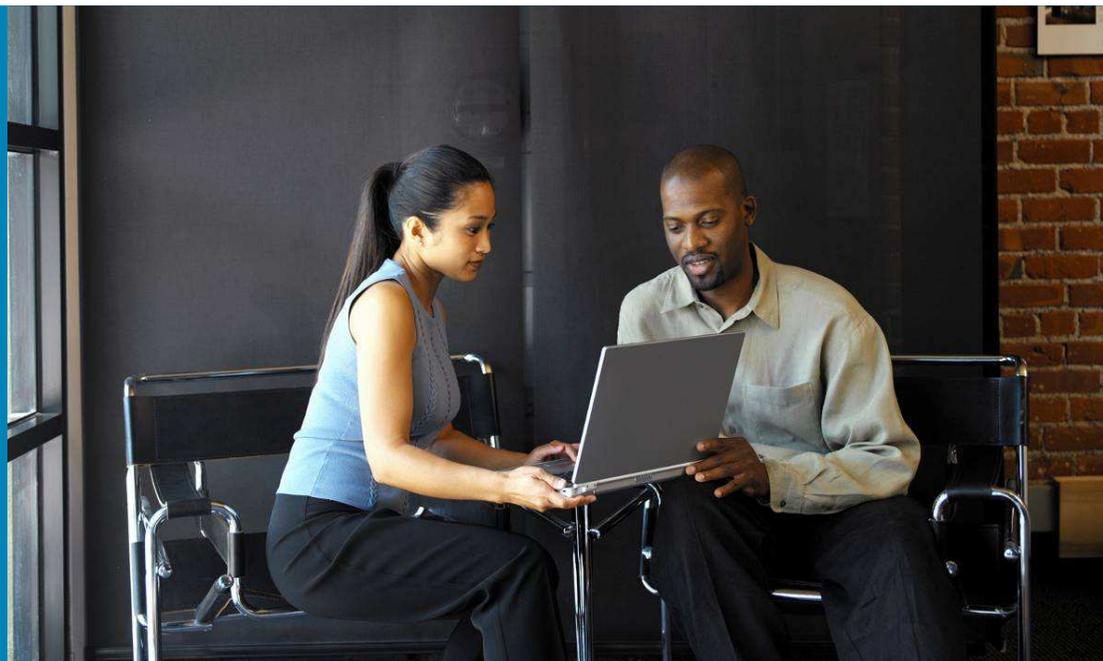


• High Speed CPE

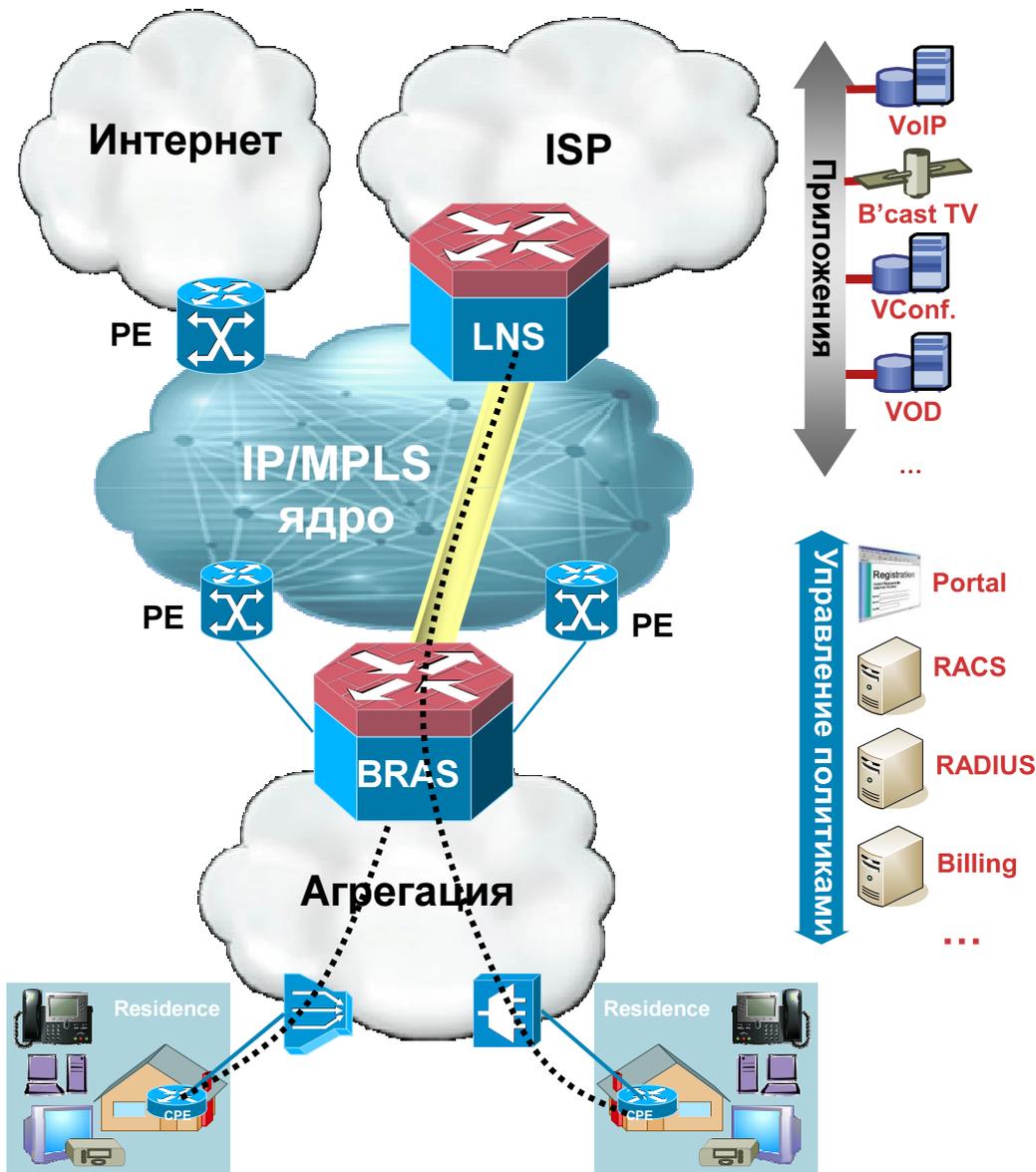
- BRAS-PPPOE
- LAC, PTA, ISG
- IPSec Aggregator
- VoIP SBC
- PE (L3VPN PE)

- LNS
- Route Reflector
- Internet Peering

# ASR 1000 как централизованный BRAS/BNG



# ASR 1000 как BNG/LAC/LNS



## Задача

- Широкополосный доступ для домашних абонентов

## Преимущества решения

- Различные скорости доступа
- Гибкий QoS
- Мониторинг SLA end-to-end
- Дополнительные сервисы: Голос, Видео, удаленный доступ в корпоративный VPN

## Почему ASR 1000?

- Масштабируемость до 32K абонентов и 16K L2TP туннелей с функциями QoS
- Поддержка функционала ISG
- PPP и L2TP high availability (HA)
- Модульное устройство операторского класса
- Интегрированные сервисы позволяют развивать доп. услуги

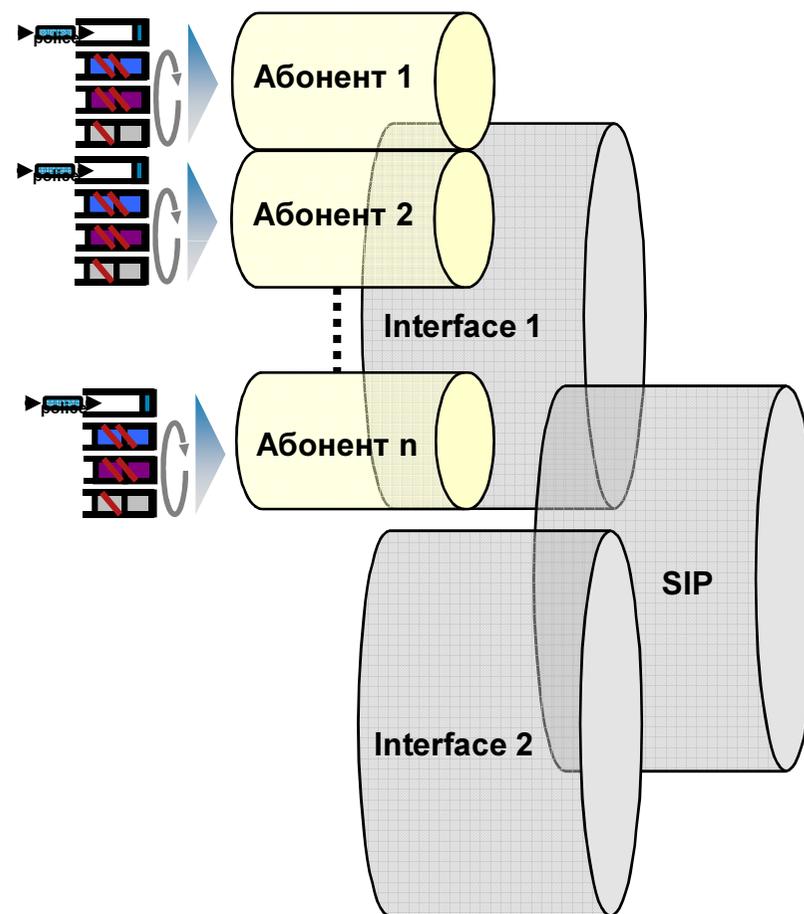
# Cisco ISG - Интеллектуальный сервисный шлюз для Персонализированных Услуг

- ISG поддерживается в ASR 1000, 10K, 7200, 7301
- IPoE управляются подобно PPP сессиям
- Легко интегрировать с BSS (Билингом)
- Внедрение Новых Услуг
- Масштабирование

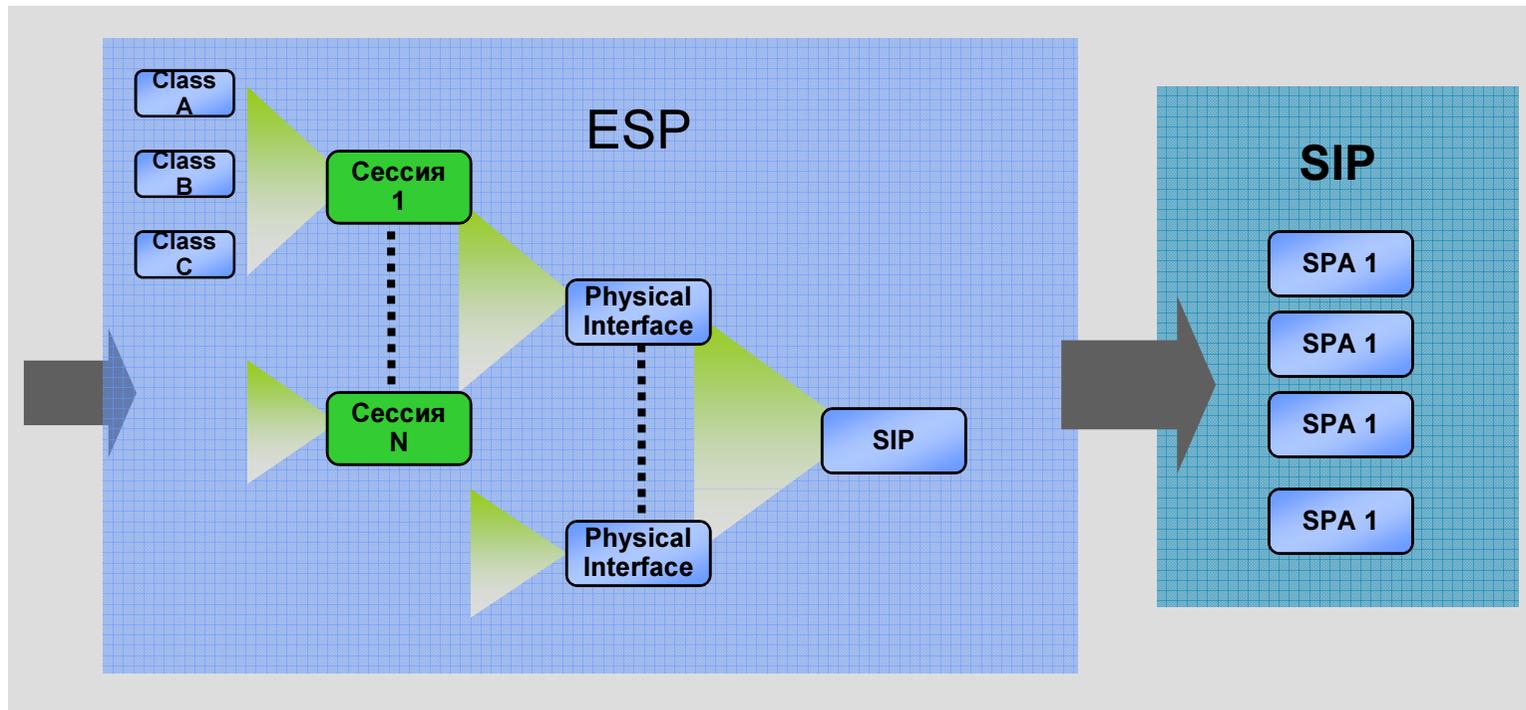


# Иерархия QoS на ASR 1000

- Функционал N-QoS реализован на базе Cisco QuantumFlow Processor (QFP)
  - SIP/SPA карта на выходе выполняет лишь базовые функции:
    - Управление потоком (flow control) при наличии перегрузки исходящего интерфейса
    - Выборка пакетов для передачи из двух очередей (HI/LO), Расположенных на SIP
- Уровни очередей
  - 3 уровня сейчас: классы трафика (очереди), абонент (сессия), порт
  - 4 уровня в следующих версиях (плюс внешний VLAN QinQ)
- Неявно используется еще один уровень иерархии – SIP слот (10Гбит/сек)



# QoS для абонентов ШПД: пример 1



- Поддерживается начиная с IOS XE 2.2.0
- Для всех сценариев: PTA/LAC/LNS, ISG IP Sessions, VLAN
- QoS Policy применяется для абонентской сессии (отмечено зеленым)
- 4 уровня иерархии: Класс трафика, Сессия, Интерфейс и SIP

# QoS для абонентов ШПД: пример 1

```
policy-map sub-3play-out
  class voice
    priority level 1
    police 128000
  class video
    priority level 2
    police 1000000
  class gaming
    bandwidth remaining ratio 9
  class class-default
    bandwidth remaining ratio 1

policy-map 1.5mbps_subscriber
  class class-default
    bandwidth remaining ratio 1
    shape average 1500000
    service policy sub-3play-out
```

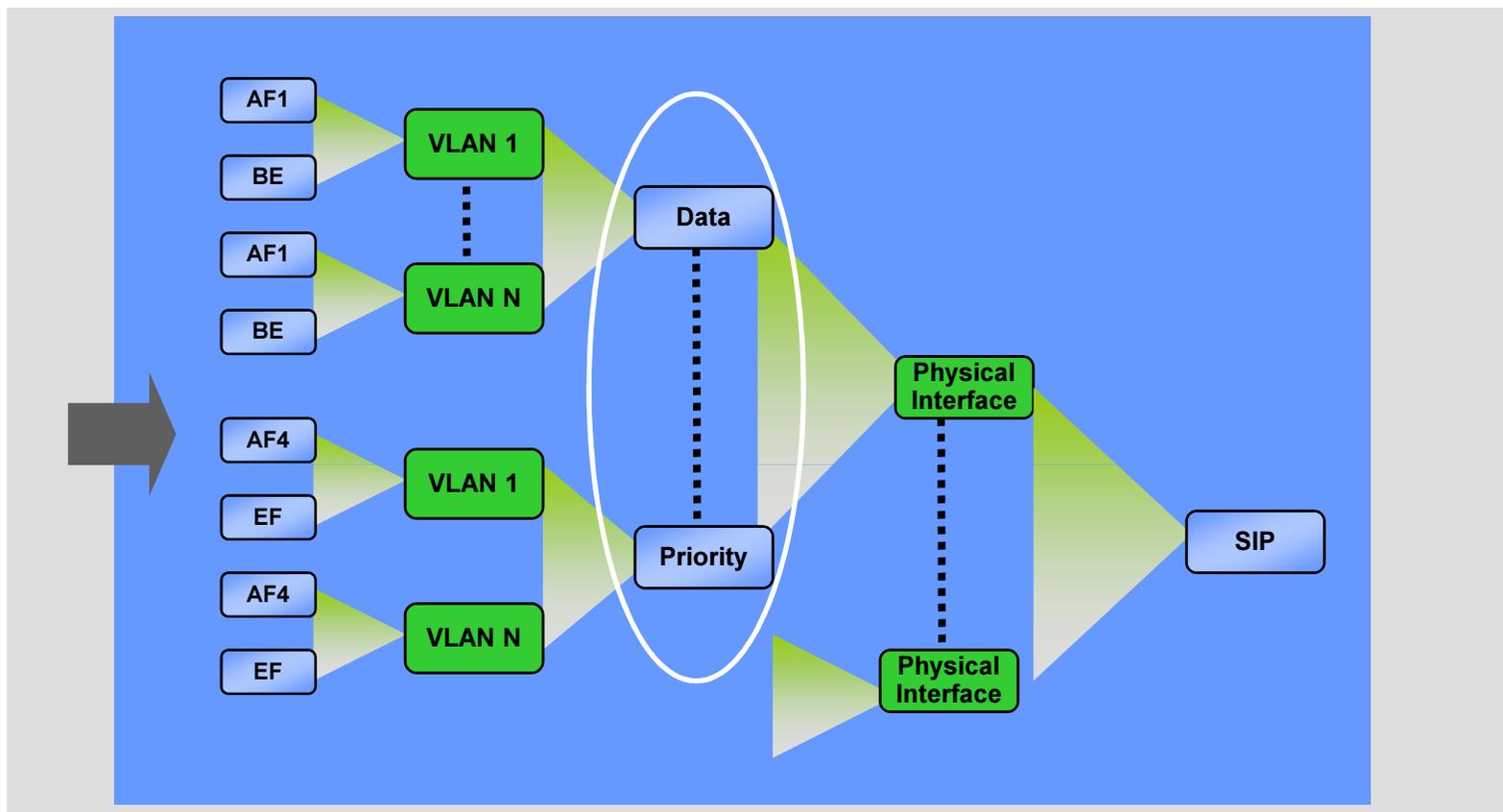
- Hierarchical policy применяется для абонентской сессии – взаимосвязь с физическим интерфейсом определяется автоматически
- Не показывается в файле конфигурации (кроме сценария VLAN)
- Устанавливается с помощью RADIUS атрибута или посредством virtual-template, на который ссылается соответствующая bba-group или vpdn-group
- Может быть установлена как service policy в случае применения ISG (включая IP sessions)

# QoS для абонентов ШПД: пример 1

```
policy-map sub-3play-out
  class voice
    priority level 1
    police 128000
  class video
    priority level 2
    police 1000000
  class gaming
    bandwidth remaining ratio 9
  class class-default
    bandwidth remaining ratio 1
!
policy-map 1.5mbps_subscriber
  class class-default
    bandwidth remaining ratio 1
    shape average 1500000
    service policy sub-3play-out
```

- Два уровня приоритета передаются по всей иерархии очередей
- Полоса, приходящаяся на абонента после обслуживания приоритетных классов (voice, video) и с учетом parent policy, распределяется между классами gaming и default в соответствии с указанными весами
- Полоса, оставшаяся после обслуживания приоритетных классов (voice, video), распределяется между отдельными абонентами в соответствии с указанным весом

# Функция Policy Aggregation

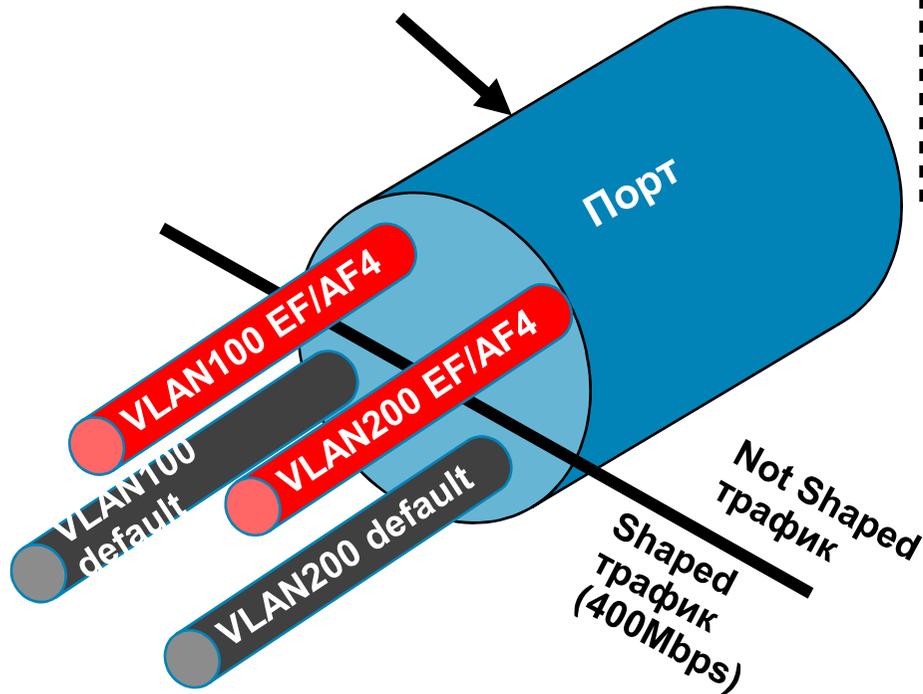


- Новый уровень представляет собой суммарный трафик классов «Данные» и «Приоритетные данные» на физическом интерфейсе
- Агрегация сервисов

# Policy Aggregation: пример применения 1

Общее ограничение для всех класса трафика, кроме EF и AF4

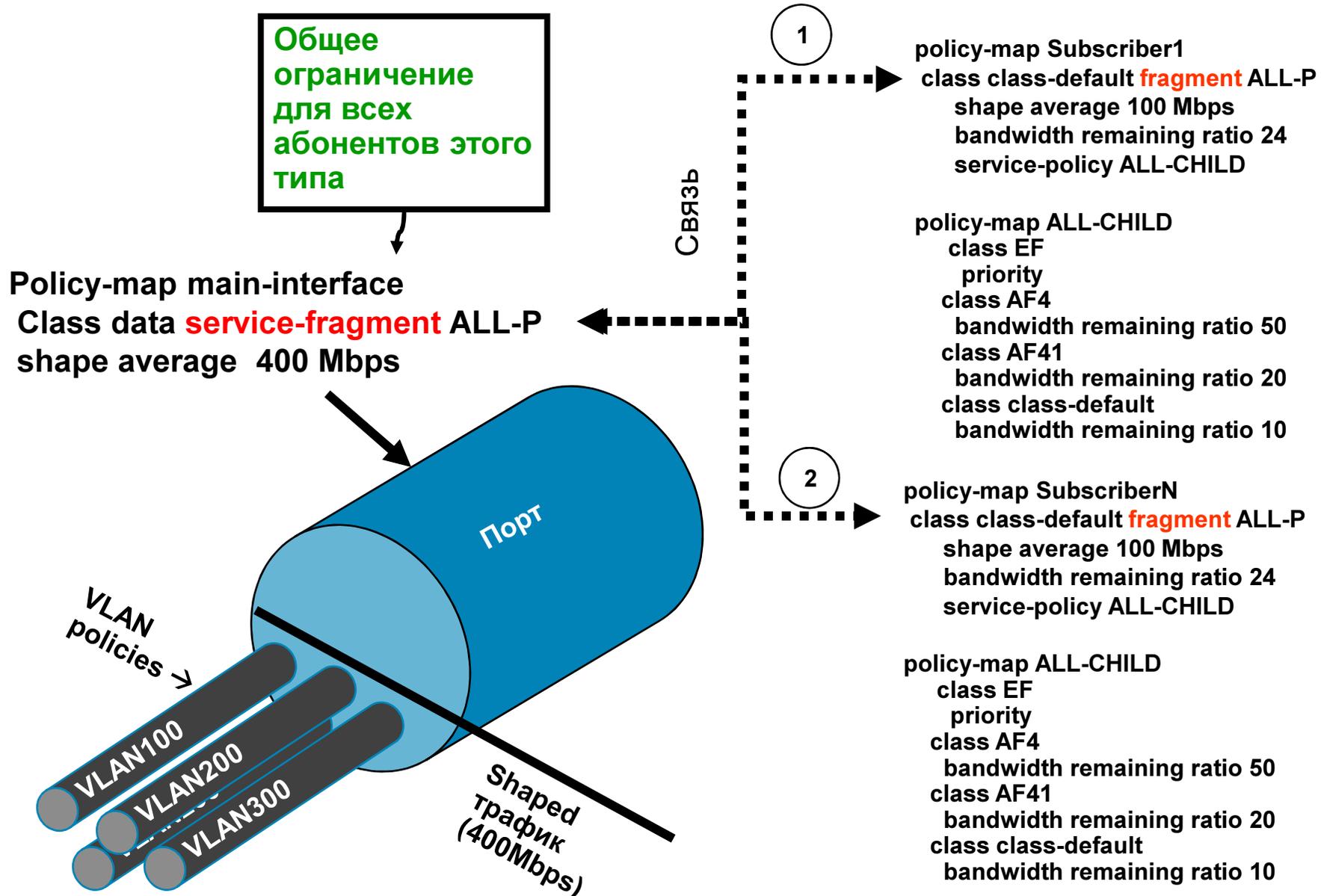
Policy-map main-interface  
Class data **service-fragment** BE  
shape average 400 Mbps



```
policy-map VLAN100
class EF
  priority level 1
class AF4
  priority level 2
class class-default fragment BE
  shape average 100 Mbps
  bandwidth remaining ratio 1
```

```
policy-map VLAN200
class EF
  priority level 1
class AF4
  priority level 2
class class-default fragment BE
  shape average 150 Mbps
  bandwidth remaining ratio 2
```

# Policy Aggregation: пример применения 2



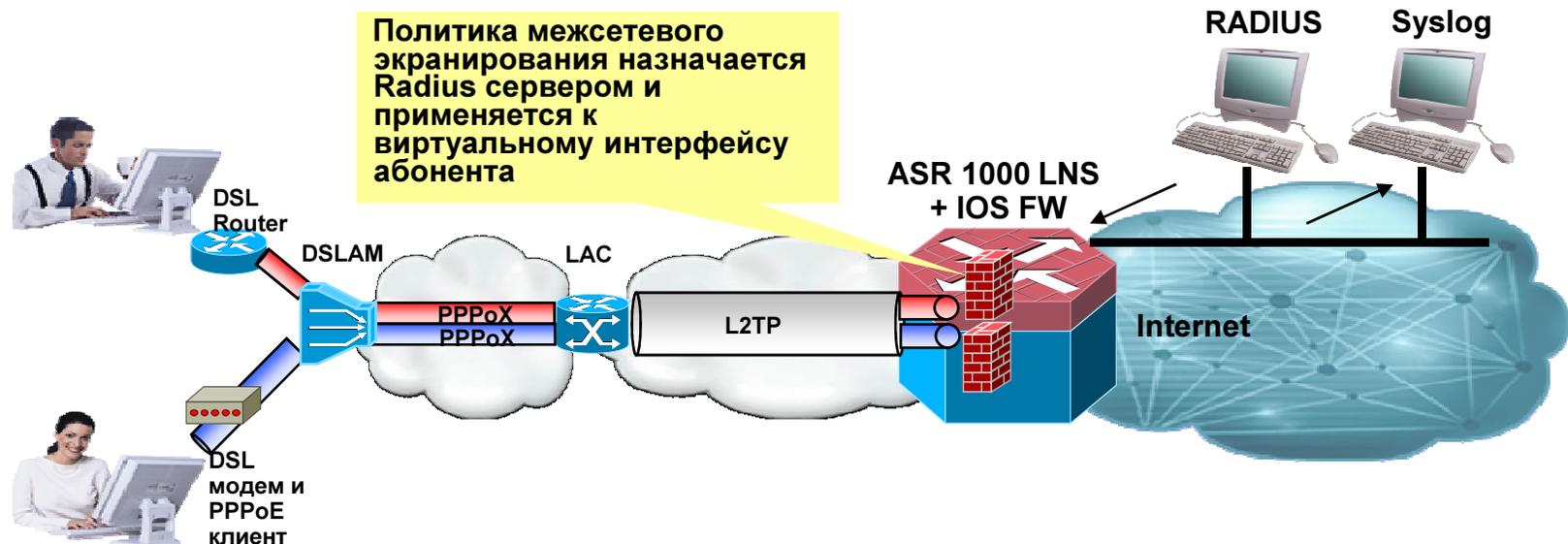
# Интеграция сервисов: Per-Subscriber Zone-based Firewall

- Растущая потребность в персонализированной защите для домашних абонентов сетей ШПД
- Абонент может выбрать уровень защиты на портале оператора

Предлагается три уровня – Высокий, Низкий и Средний

Зона назначается Radius сервером и применяется к интерфейсу абонента (VAI) на LNS сервере

ASR 1000 протоколирует попытки передачи нежелательного трафика



# Per-Subscriber Firewall: зачем это нужно

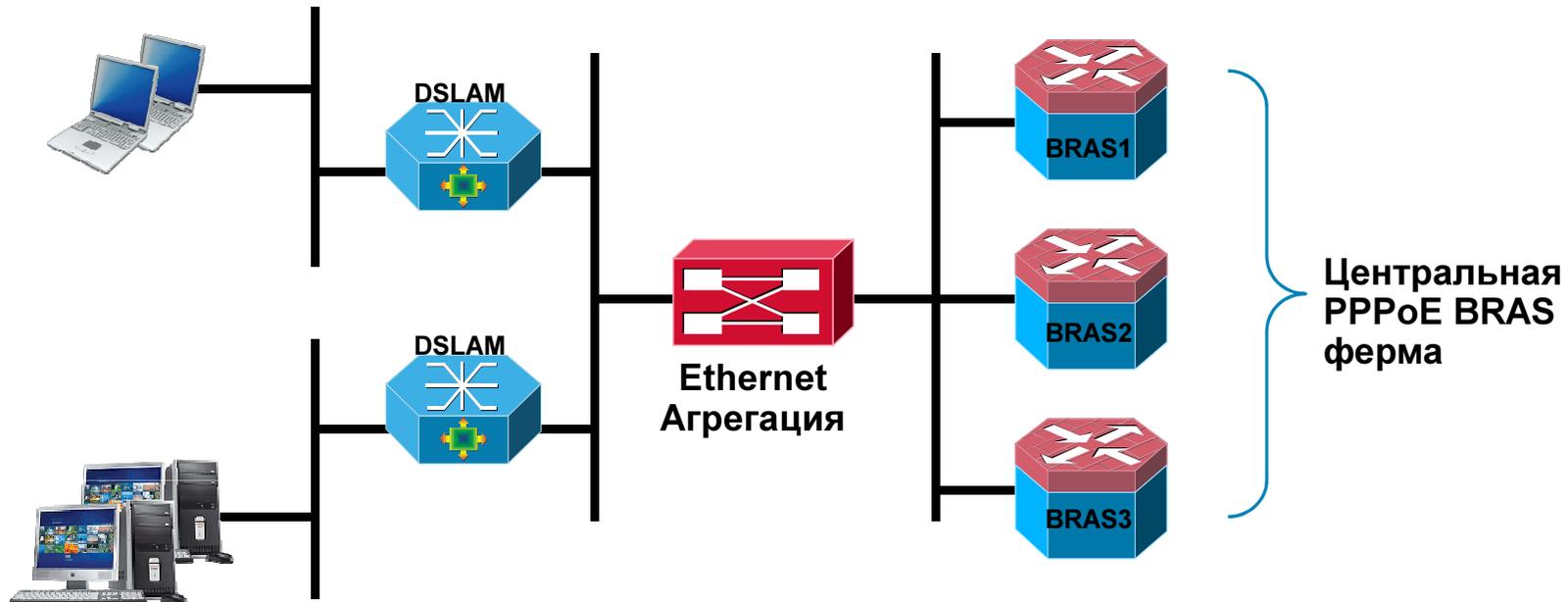
## Для абонента:

- Защита всех устройств домашней сети от нежелательного трафика
- Не требуется специальное ПО межсетевого экранирования на персональном компьютере
- Не требуется разбираться в правилах межсетевого экранирования – конфигурацией занимается Сервис-провайдер

## Для Сервис-провайдера:

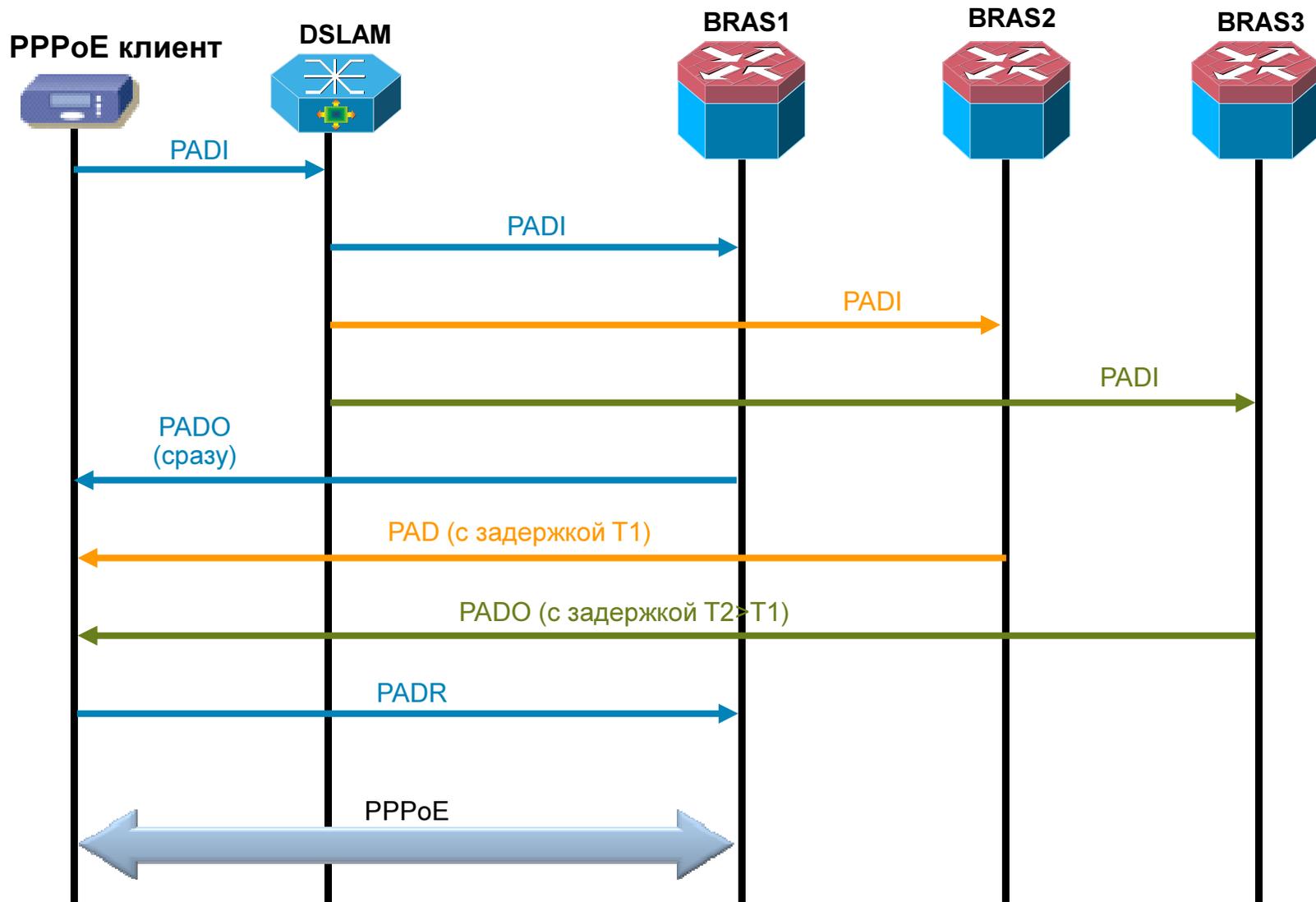
- Интегрированное решение: не требуется установка дополнительного оборудования
- Простота решения: всего один дополнительный Cisco VSA на Radius сервере
- Протоколирование сбрасываемых пакетов (Syslog or Netflow)
- Возможность предложить абоненту различные отчеты (по заблокированным атакам на него)

# PPPoE Server Selection

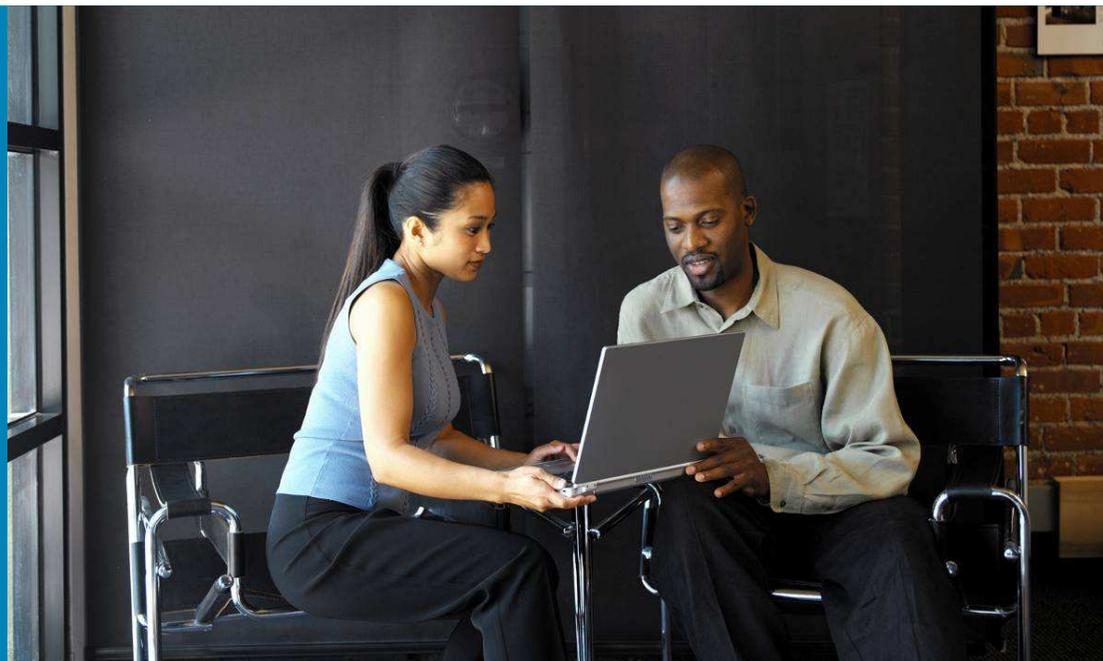


- Enabled BRAS Cluster Concept with BRAS preference
- Optimized network operation by predicting and isolating PPP calls to terminate on a particular BRAS.
- The priority order is established among the BRAS by configuring varying degrees of delays based on circuitID, remoteID and service name in bba-groups on different BRAS.
- Support both full matching and partial matching up to 64 characters in circuit and remoteID strings. Allow spaces in remoteID, circuitID, and PPPoE service names.
- Able to restrict the service advertisements from a BRAS in a PADO message.

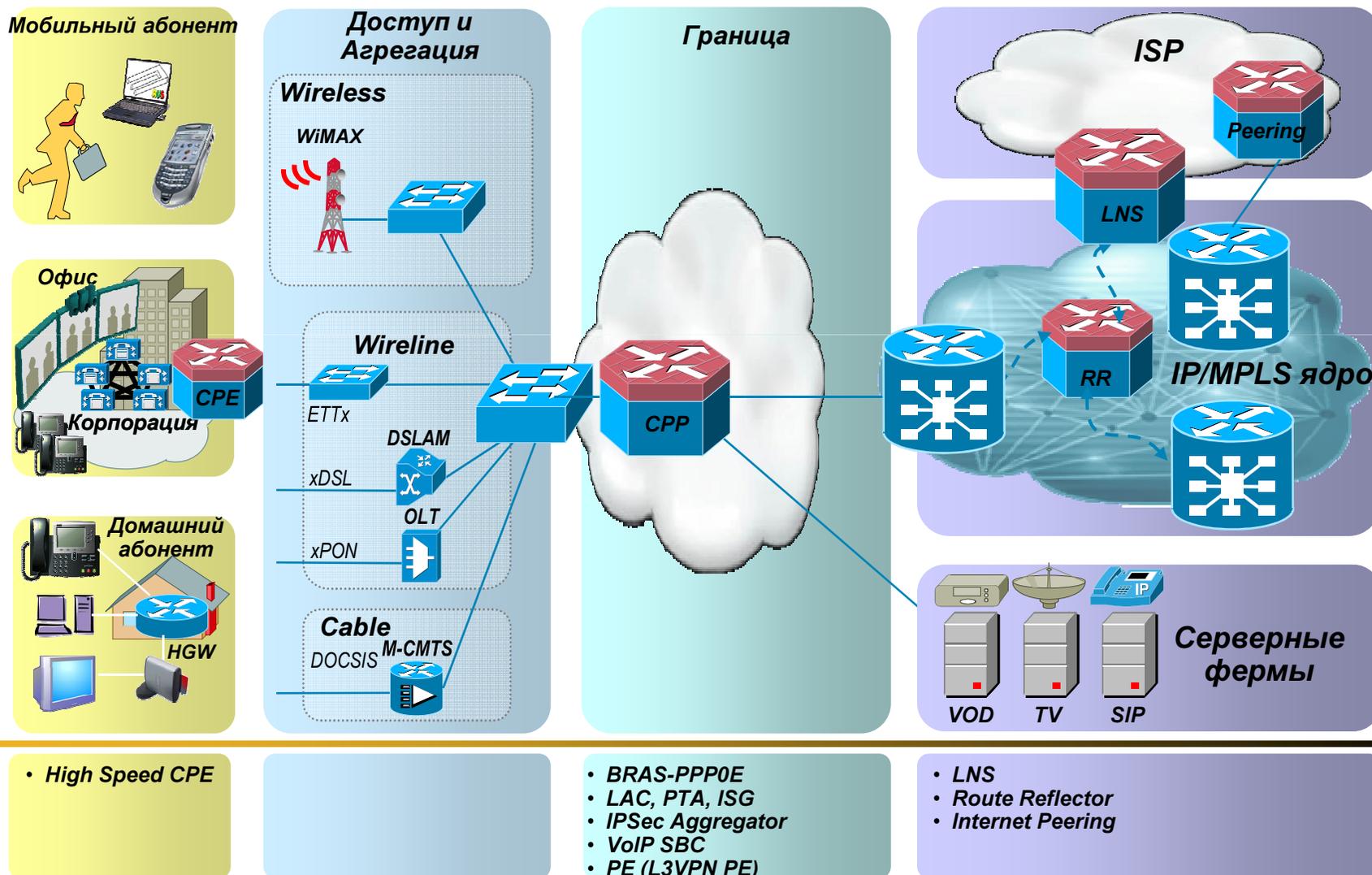
# PPPoE Server Selection



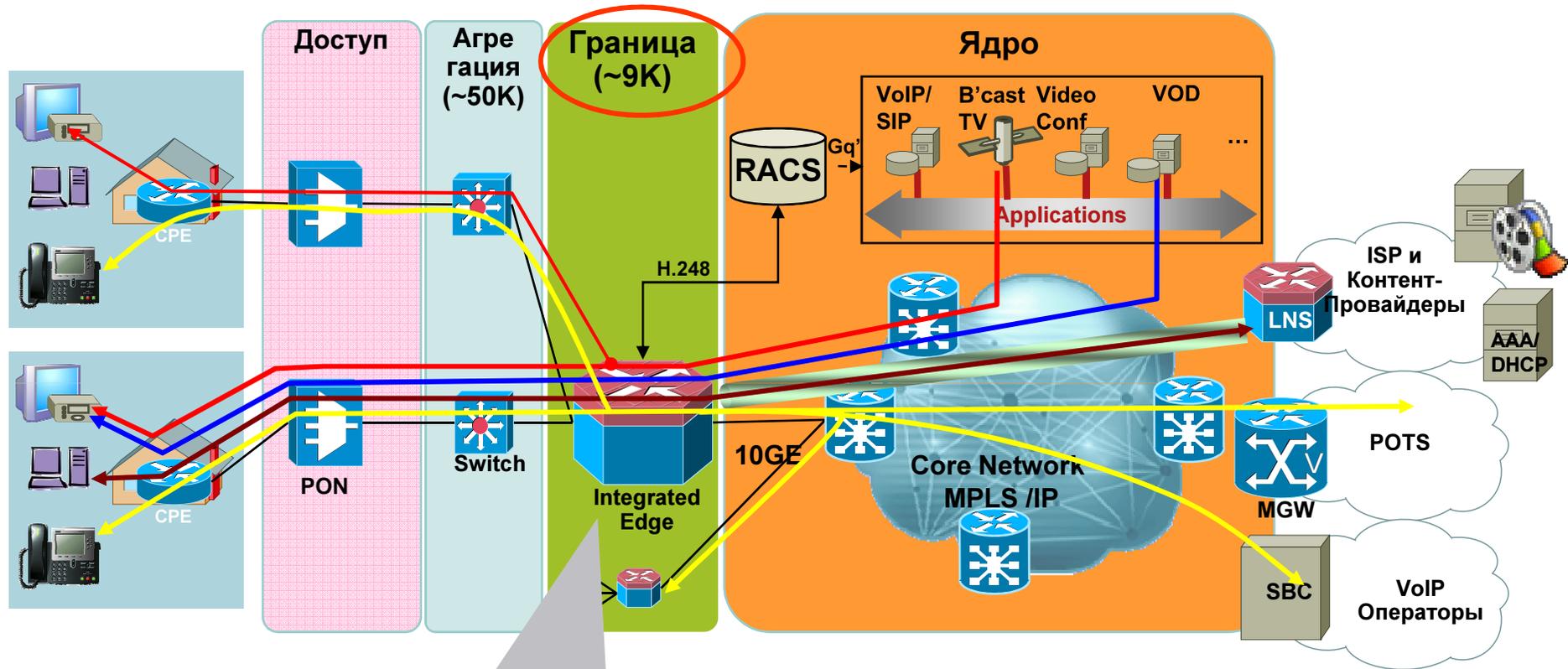
# ASR 1000 для распределенной границы сети IP NGN



# Распределенная сервисная граница сети IP NGN



# ASR1000 на сервисной границе

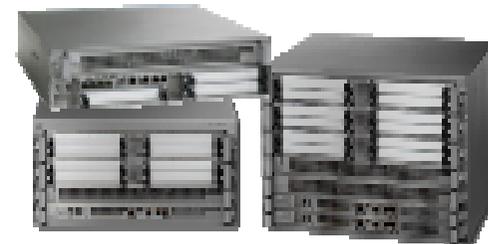


- Сервисы:**
- Voice & Video Telephony (SBC, v6/v4)
  - Internet (BB, LAC, PPPoE, v4)
  - IPTV VoD (SBC, HDTV, v6)
  - IPTV B'cast TV (Multicast, SDTV/HDTV, v6)

# ASR 1000 SBC: основные моменты

- **Настоящий multi-service**
  - Отсутствие наложенных сетей и отдельных устройств
  - Простое управление, меньше операционные издержки
  - Интеграция с BRAS, IPSec, FW и другим функционалом
  - Лучшее соотношение цена-производительность, широкий выбор платформ: шасси 2RU/4RU/6RU, модули коммутации 5G, 10G и 20G
  - До 32K одновременных сессий (RP1/ESP10)
- **Открытая и гибкая архитектура**
  - Широкий выбор интерфейсов, шасси и модулей коммутации
  - Возможность апгрейда компонент
- **Высокая надежность**
  - Резервирование с сохранением состояния (активных сессий)
  - Замена ПО без перерыва сервиса (ISSU)

## Cisco ASR 1000 Series



**Функционал SBC  
интегрирован в  
QuantumFlow Processor –  
не требуется установка  
дополнительных модулей**

**Широкий выбор шасси,  
RP, ESP; возможность  
апгрейда**

**Распределенная функция  
SBC – архитектура IMS,  
ITU, TISpan**

# ASR 1000 DBE: функции

## ■ Signaling & Control Features

- H.248 Control Interface Properties

Signaling  
IWF

## ■ Media Types and DTMF Interworking

- Media Types
- DTMF Interworking

Media IWF  
(DTMF, Codec)

## ■ Topology Hiding (Privacy to Network)

- Privacy to Access and Backbone side
- Privacy to Backbone side
- No Privacy to Access and Backbone side

Topo Hiding  
NAT/FW  
Traversal

## ■ Billing and CDR

- Call Statistics

Billing and CDR  
Normalization

## ■ Quality of Service

- BW Management
- DSCP Marking

QoS and BW  
Management

## ■ Security

- Authentication, BW protection, DOS prevention, etc.

Security  
Signaling/DOS

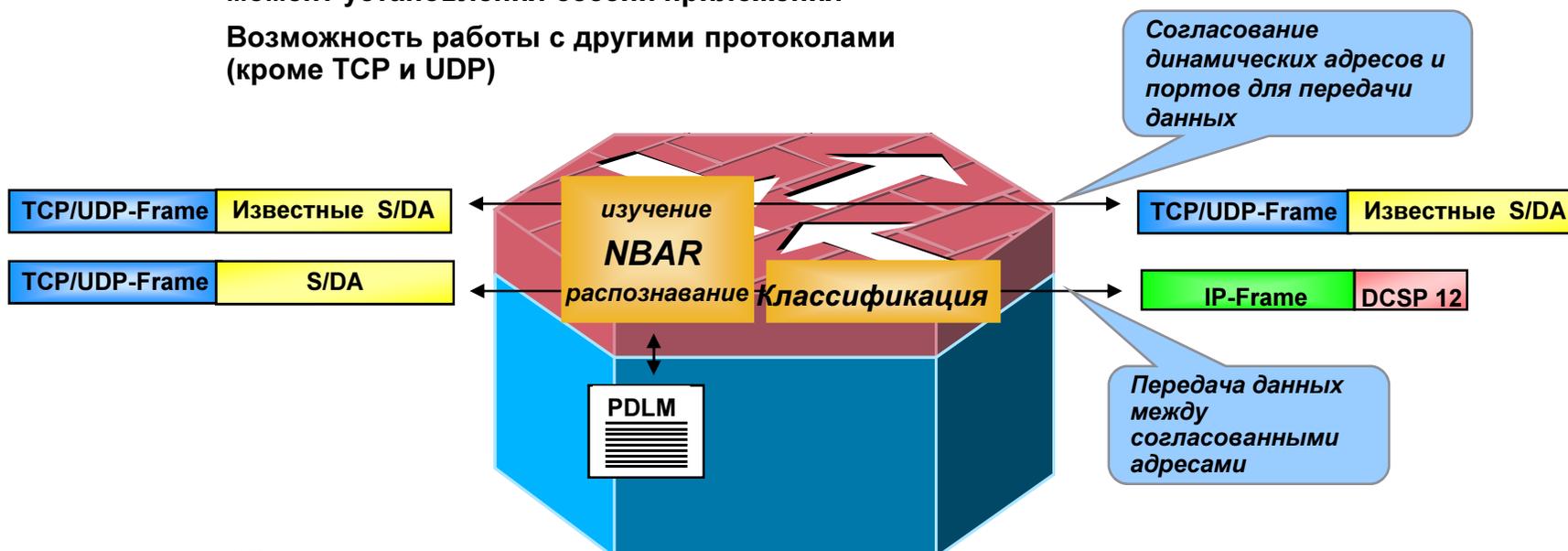
## ■ High Availability

- Non-Stop Forwarding, Stateful Switch Over
- In-Service Software upgrade

Redundancy  
(ASR100 Platform  
Capability)

# Интеграция сервисов: DPI

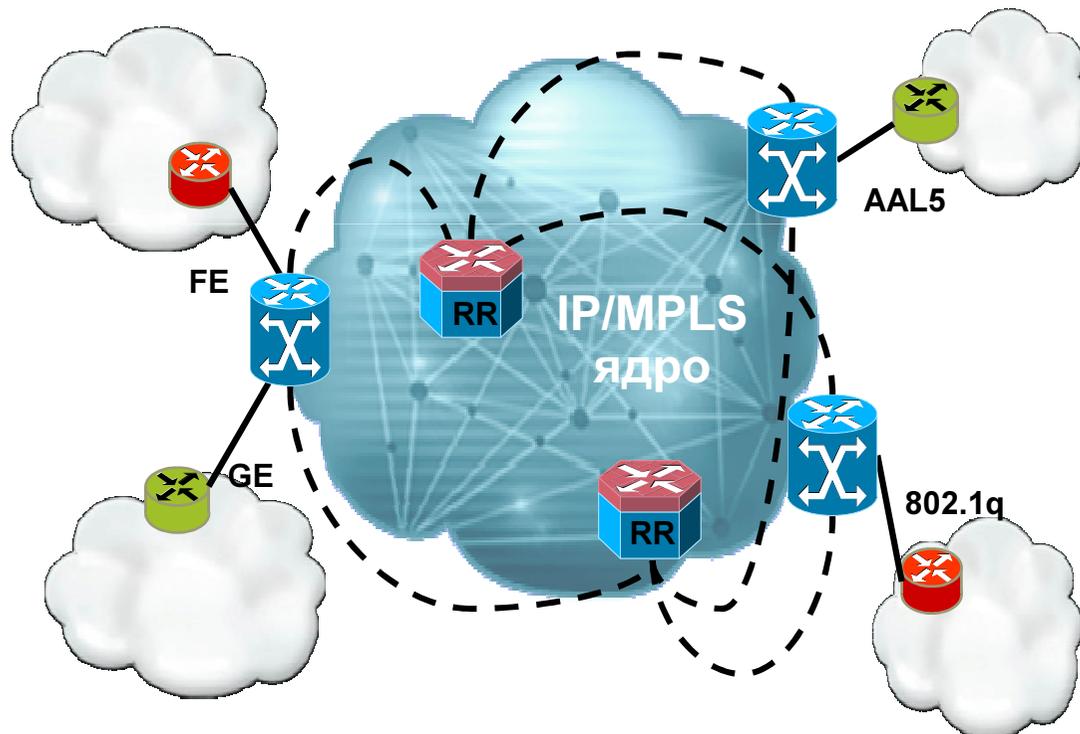
- **Потребность в идентификации трафика приложений у операторов связи**  
Контроль Peer-to-peer трафика
- **Flexible Packet Matching**  
Анализ пакетов без сохранения состояния (stateless packet matching)  
Описания в формате XML (protocol header description files)  
Поиск совпадения (match) по стеку протоколов, битовой маске, полям заголовка
- **Network Based Application Recognition (NBAR)**  
Идентифицирует более 90 приложений и протоколов  
TCP/UDP порты могут быть указаны в конфигурации или определены автоматически в момент установления сессии приложения  
Возможность работы с другими протоколами (кроме TCP и UDP)



# ASR 1000 NBAR: Распознаваемые протоколы

Корпоративные приложения	Безопасность и туннелирование	Почтовые сервисы	Интернет	Прочее
Citrix	GRE	IMAP	FTP	Nickname
PCAnywhere	IPINIP	POP3	Gopher	NPP
Novadigm	IPsec	Exchange (2003,2007)	HTTP (no options including url and host)	RCP
SAP	L2TP	Notes	HTTP url and options	RTelnet
Oracle	PPTP	SMTP	IRC	Spooler (same as print)
Протоколы маршрутизации	SFTP	Потоковое аудио/видео	Telnet	Sysstat
BGP	SHTTP	CU-SeeMe	TFTP	Tacacs
EGP	SIMAP	Netshow	NNTP	Time
EIGRP	SIRC	Real Audio	NetBIOS	VNC
OSPF	SLDAP	StreamWorks	NTP	Whois
RIP	SNMTP	VDOLive	Прочее	X
Сетевое управление	SPOP3	RTSP	AppleQTC	XDMCP
ICMP	STELNET	MGCP	Charggen	FIX
SNMP	SOCKS	СУБД	Corba	Custom Protocol
Syslog	SSH	SQL-NET	ClearCase	
RPC	Голос	SQL-Exec	Daytime	
NFS	H.323	Peer-to-Peer	Doom	
SUN-RPC	RTCP	BitTorrent	Echo	
Директории	RTP	Direct Connect	IBMDB2	
DHCP/BOOTP	SIP	eDonkey/eMule	IPX	
Finger	SSIP/Skinny	FastTrack	ISAKMP	
DNS	Skype (TCP only)	Gnutella	ISI-GL	
Kerberos	Skype (2.0, 3.0)	KaZaA	KLogin	
LDAP		WinMX	KShell	
Сигнализация			LockD	
RSVP			MSSQL	

# ASR 1000 как BGP Route Reflector



## Задача

- Высокопроизводительный BGP route reflector

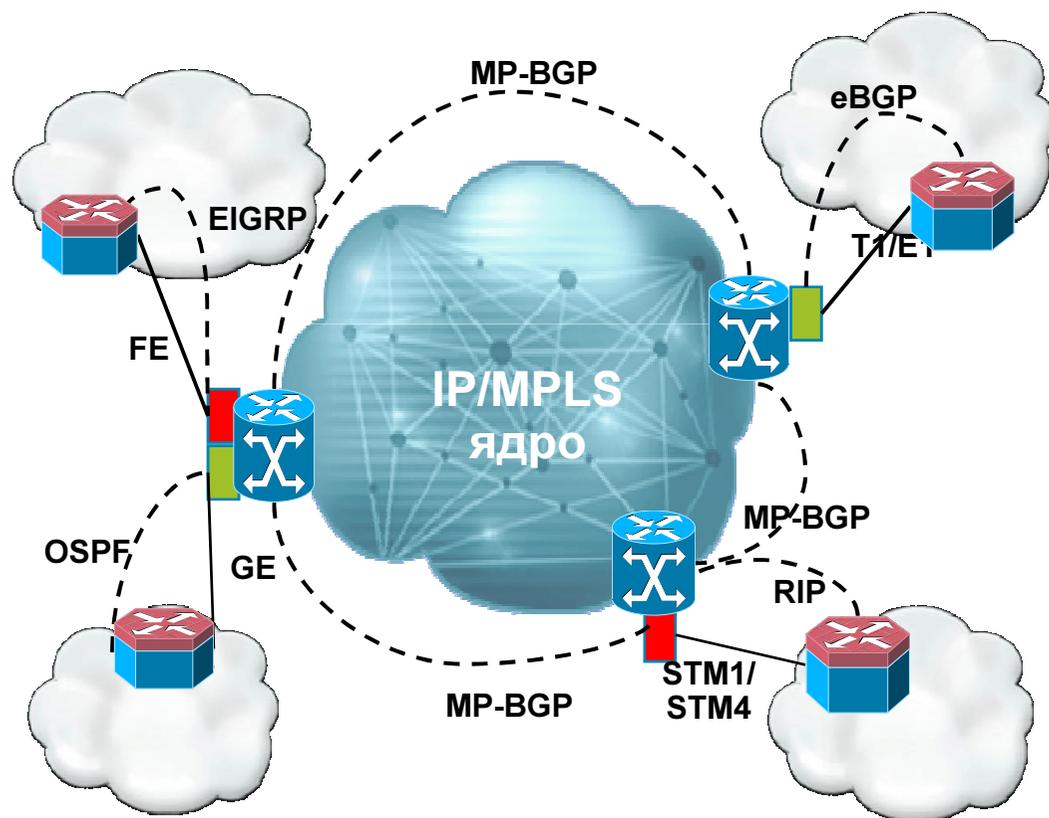
## Требования

- Масштабируемость BGP
- Большое кол-во BGP соседей
- Мощная плоскость управления (control plane)

## Почему ASR 1000?

- Непревзойденная масштабируемость
  - 25M IPv4 prefix (RR)
  - 24M VPNv4 prefix (RR)
- Богатый функционал Cisco IOS
- 2RU шасси с 4 встроенными GE интерфейсами
- Расширяемость – модульный дизайн

# ASR 1000 как мощный CPE под управлением оператора



## Задача

- Услуга «managed L3 VPN» для корпоративного заказчика

## Преимущества решения

- Intranet, Extranet, удаленный доступ
- Развитые функции QoS
- Мониторинг SLA
- Защита инвестиций – модульный дизайн, возможность апгрейда ESP
- Доп. Сервисы: голос, межсетевое экранирование

## Почему ASR 1000?

- Производительность до 16Mpps
- Интерфейсы до 10GE/OC48
- Широкий выбор вариантов комплектации

# Планы развития линейки ASR 1000



# IOS XE 2.4

## Функции IOS XE (основные)

- Lawful Intercept (RADIUS & SNMP)
- Broadband
  - 4-level Hierarchical QoS
  - Dynamic Policy Control
  - ANCP
  - Service Accounting
  - Cluster Concept – PPPoE Server Selection
- SBC
  - uSBC (SIP & TP)
- L2VPN
  - EoMPLS (incl. Ethernet Interworking)
- QoS
  - Aggregate Priority Queue
  - 3-level Service Policies
- Security
  - NAT/FW ALGs (SIP extended method, H.323 additional features)
- Webex Integration

## Новые модули

- SPAs
  - SPA-8XOC12-POS
  - SPA-8XOC3-POS
  - SPA-2XOC12-POS
  - SPA-4XOC12-POS
  - SPA-OC192POS-XFP (POS Mode)
  - SPA-1XOC48POS/RPR (POS mode)

## Управление

- Active Network Abstraction (ANA)
- Cisco Multicast Manager (CMM)
- Traffic Engineering Manager (TEM)

# Дальнейшие планы

## Функции IOS XE (основные)

- **Broadband**
  - PPPoEoA
  - IPv6BB (LAC и PTA)
  - ISG Prepaid
  - VLAN scaling >8K per GE SPA
  - PPPoEoGEC (LACP)
- **SBC**
  - uSBC (H.323)
- **L2VPN**
  - EoMPLS – Local switching
- **L3VPN**
  - mVPN
- **QoS**
  - GRE QoS
- **Security**
  - Vrf-aware FW/NAT
  - NBAR – (20 protocols including Skype and Kazaa)
  - DMVPN – Phase III (dynamic tunnels, NHRP shortcut switching)

## Новые модули

- **SPAs**
  - SPA-1XOC12-ATM-V2
- **SFPs**
  - GLC-BX-U
  - GLC-BX-D

Вопросы?



