

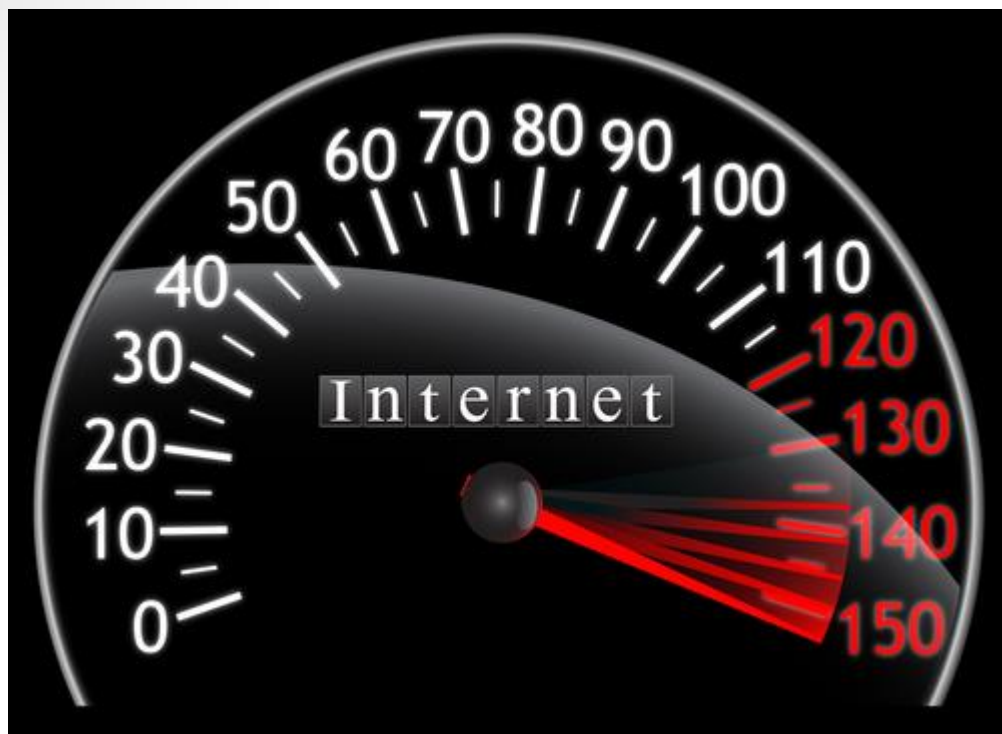
Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Особенности эксплуатации программно-конфигурируемых сетей (Лекция 1)

Елагин В.С.
к.т.н. доцент каф. ИКС

СПб ГУТ)))

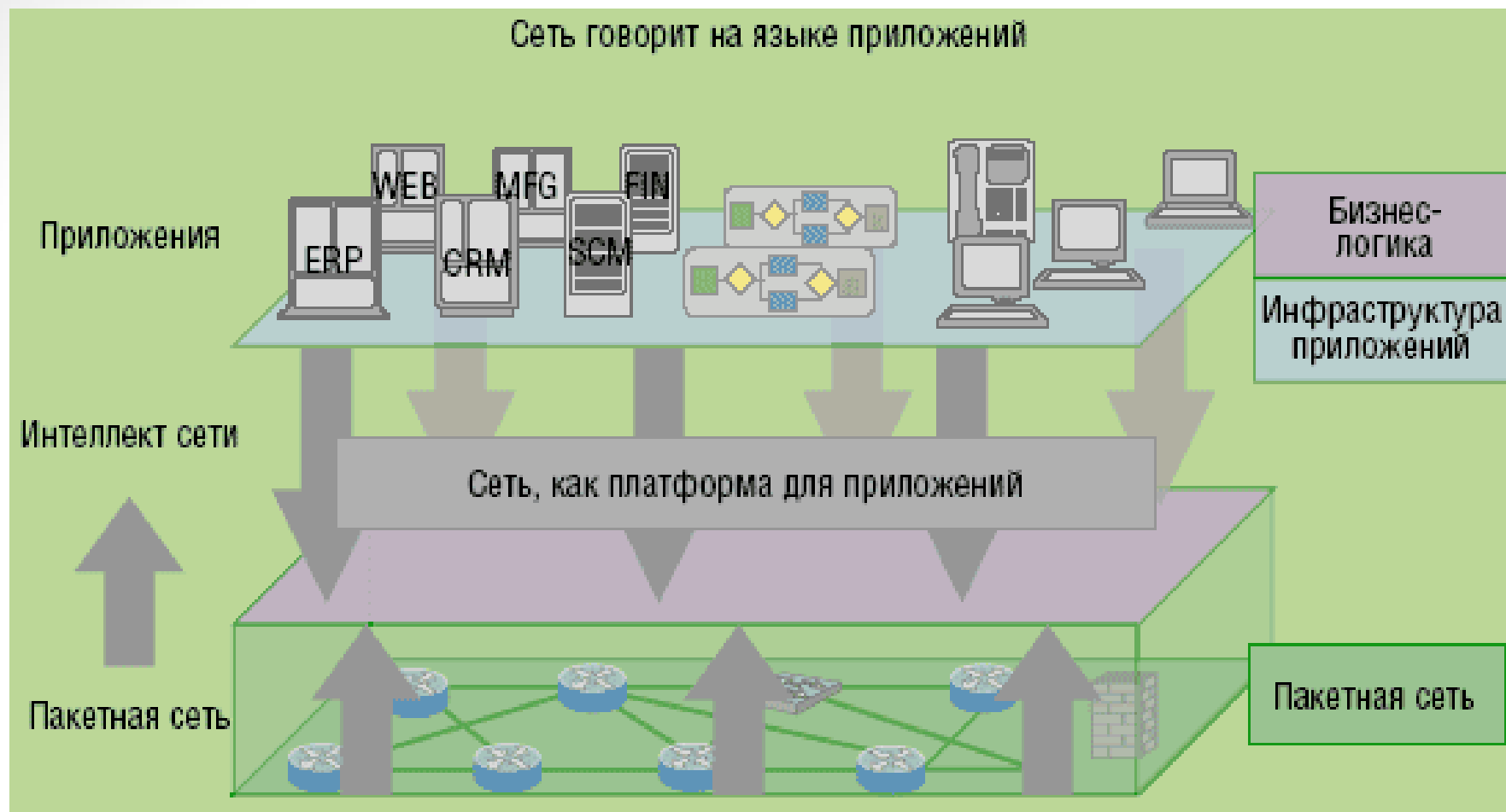
Проблемы современных сетей



Если в 80-е годы
главным было
качество,
а в 90-е -
реинжиниринг, то
в 2000-е главное
- **СКОРОСТЬ**

BILL GATES IN BUSINESS @ THE SPEED OF THOUGHT

Сеть как платформа сервисов



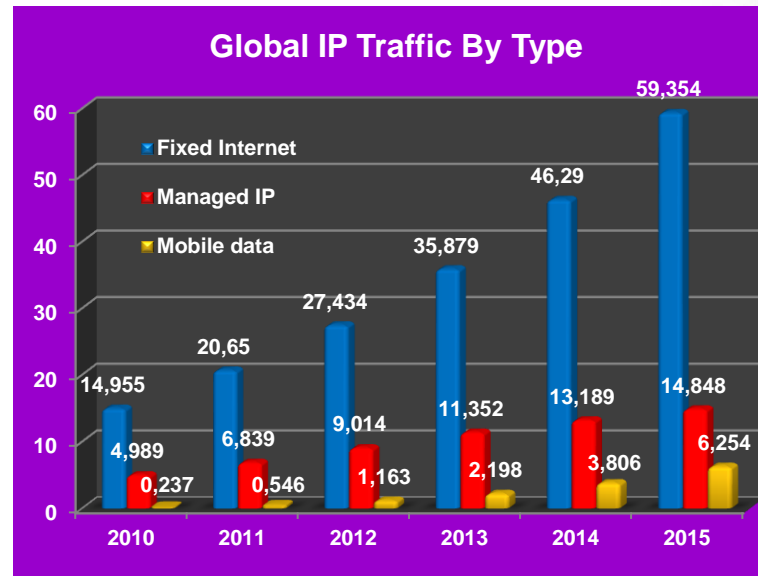
Тенденции и требования рынка

Ключевые тенденции

- Изменение модели вычислений (outsourcing & robosourcing);
- Быстрый рост трафика: к 2016 году объем трафика возрастет в 6 раз
- Изменение структуры трафика: к 2016 г. 90 % - видеотрафик;
- Взрывной рост мобильности;
- Несоответствие темпов роста трафика и темпов роста доходов операторов

Необходимо сокращать стоимость передачи трафика!

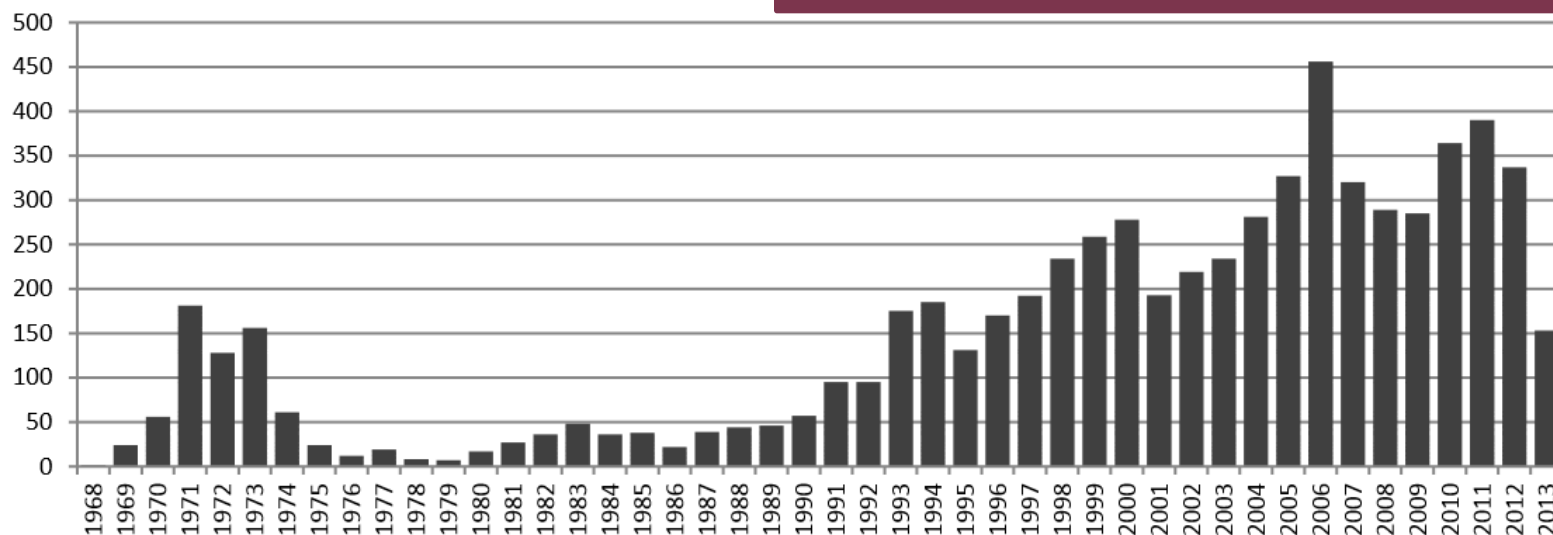
К 2003 г. в Интернет было сгенерировано 5 экзбайт. Сегодня такой объем – за 2-3 дня



Эрик Шмит, Google

Чудовищный рост сложности

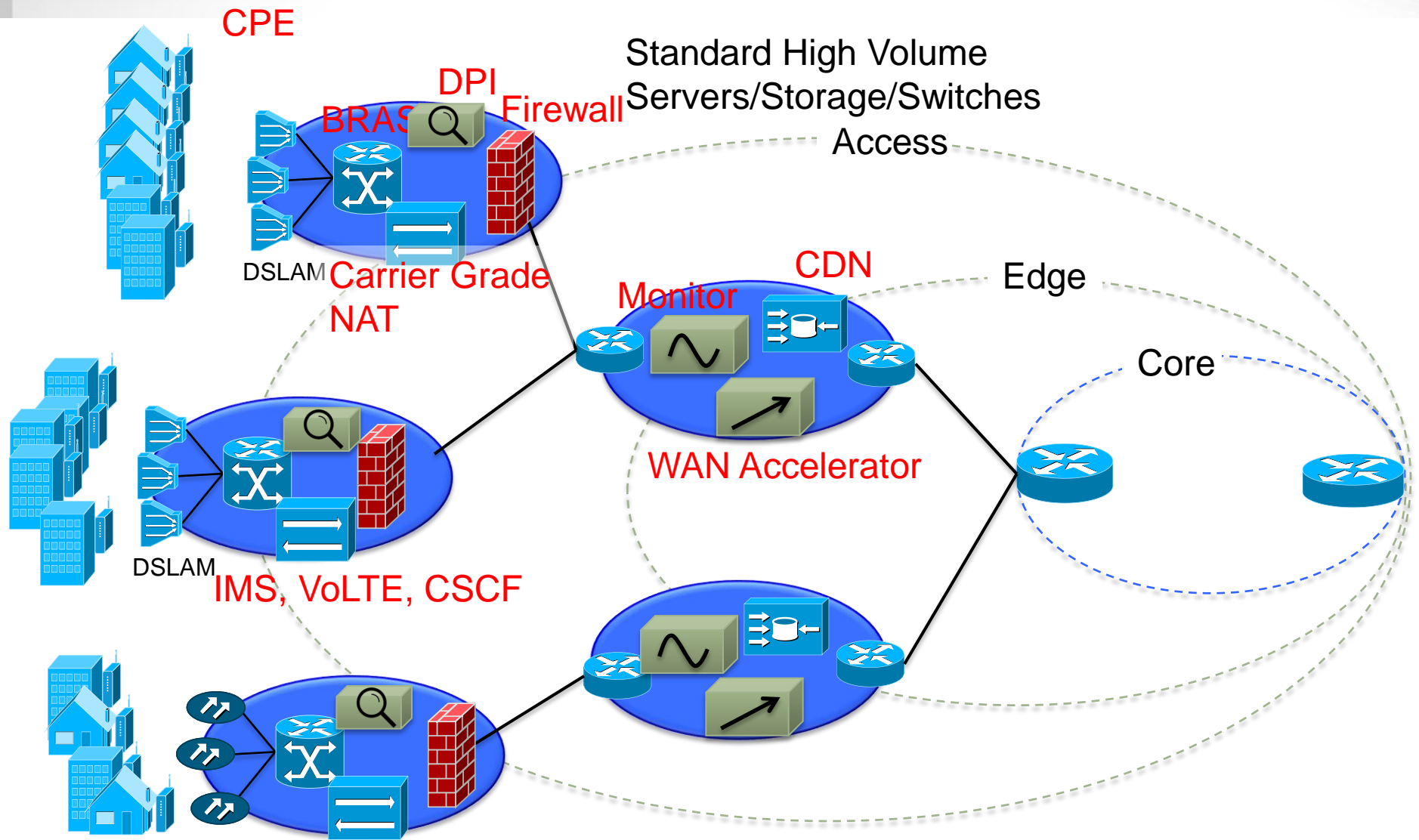
Число ежегодно публикуемых RFC



Сложность из-за дополнительных функциональностей таких как поддержка мобильности, VPN, туннелирование, управление сетями и т.д.

Source: http://www.telegeography.com/products/ip_transit/index.php; <http://www.ietf.org/>

Сеть оператора сегодня



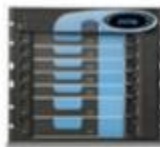
Рост числа middleboxes



Message Router



CDN



Session Border Controller



WAN Acceleration



Video processing



DPI



Firewall



Carrier Grade NAT



Tester/QoE monitor



Load Balancer



SGSN/GGSN



PE Router



BRAS



Radio Network Controller



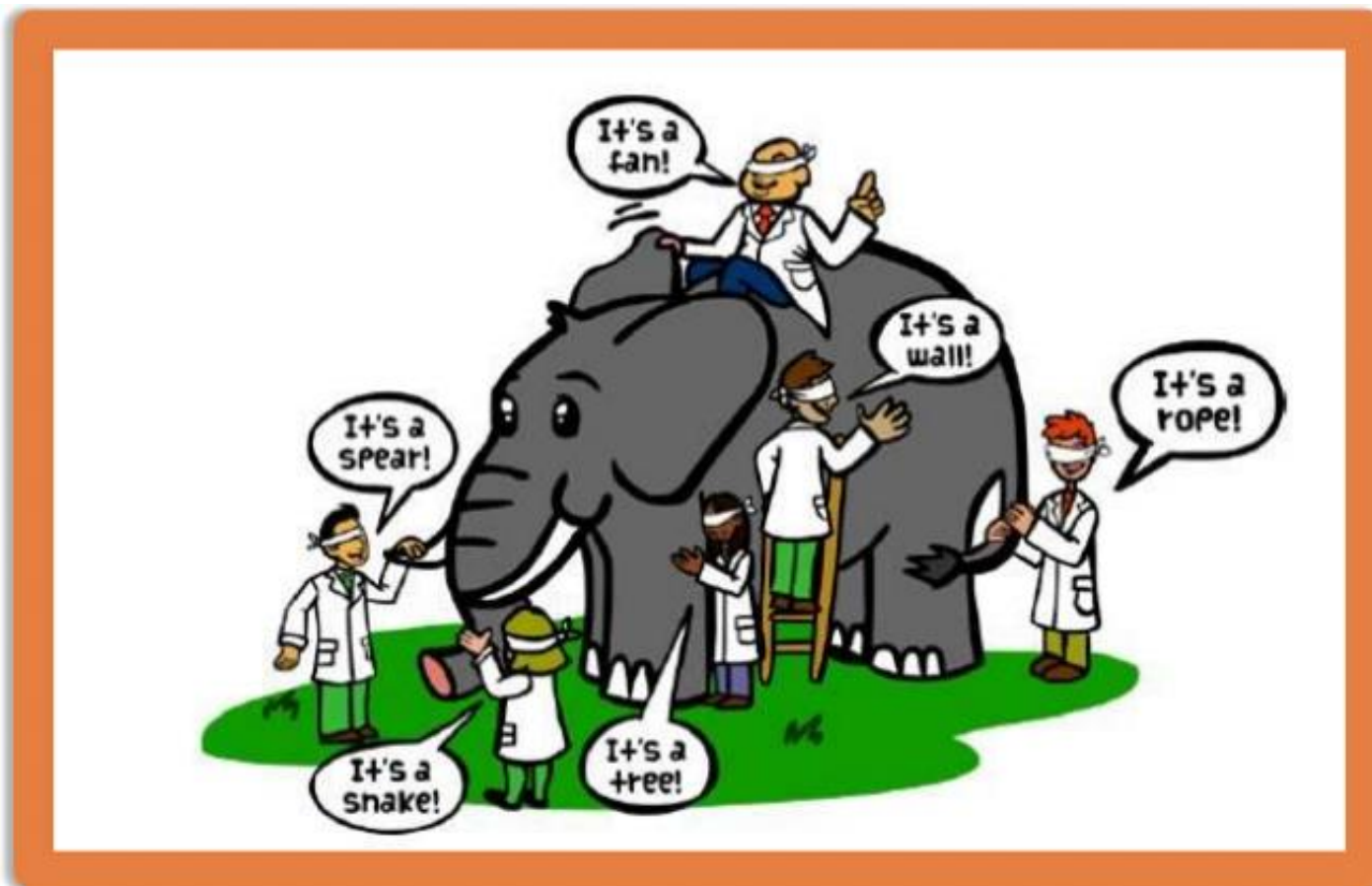
SGW, PGW

Подавляющее число этих сервисов (IMS, VoLTE, DPI, CPE, CSCF etc.) реализовано в виде, так называемых, middleboxes (функция и железо едины!)

Что такое ПКС (SDN)?

SDN = **S**oftware **D**efined **N**etworking

ПКС = Программно Коммутируемые Сети



Что такое ПКС (SDN)?

- В 2007 г. Мартину Касадо, Нику МакКьюону и Скотту Шенкеру, специалистам из университетов Беркли и Стэнфорда, необходимо было создать тестовую среду для экспериментов с новыми сетевыми протоколами. Было принято решение задействовать уже имеющуюся университетскую сеть, так как строить отдельную сеть было дорого.
- В университетской сети с помощью прообраза SDN были выделены ресурсы для испытаний. Затем они организовали компанию Nicira, на основе которой началась разработка платформы в сфере виртуализации сетей (network virtualization platform, NPV).

Что такое ПКС (SDN)?

- Программно-конфигурируемая сеть (SDN) — новая концепция, предполагающая разделение функций управления и передачи трафика, что позволит изменить методы построения сетей и их эксплуатации.
- **Фонд открытых сетевых технологий (Open Networking Foundation, ONF)** : SDN — динамичная, управляемая и адаптируемая сетевая архитектура, в которой разделены уровни управления сетью и передачи данных, что обеспечивает программное управление сетью и абстрагирование/изоляция (уровня) сетевой инфраструктуры от (уровня) приложений и сетевых услуг/сервисов .

Что такое ПКС (SDN)?

- **Рабочая группа по инженерным задачам Интернет (Internet Engineering Task Force, IETF)** : SDN — подход к построению сетей, обеспечивающий прямое управление ресурсами и сетями, а также их распределение за счет добавления собственных средств обработки, администрирования и программного управления посредством открытых сетевых интерфейсов и абстракции (абстрагирования, изоляции) уровня сети.
- **МСЭ-Т (Сектор стандартизации Международного союза электросвязи)**: SDN — технология построения сетей, которая позволяет реализовать централизованный, программируемый уровень управления и изоляцию (абстракцию) уровня данных; при этом уровни управления и данных разделены, благодаря чему операторы сетей связи могут напрямую управлять своими виртуальными ресурсами и сетями.

Что такое ПКС (SDN)? (открытый код)

- **OpenDaylight** — объединение отраслевых производителей, включая IBM, Juniper Networks, Cisco, Red Hat, VMware, Citrix, Ericsson, Microsoft, NEC, Big Switch Networks, Brocade Communications Systems. Целью проекта является создание единой открытой платформы SDN, разработка открытой структуры классов (фреймворка) в качестве основы для создания готовых продуктов и сервисов различными участниками рынка;
- **Open vSwitch** — проект по разработке программного коммутатора SDN с открытым исходным кодом для применения в виртуализированной сетевой среде. В проекте участвуют компании Citrix, Red Hat, Canonical, Oracle, FreeBSD Foundation, Nicira;
- Частные вопросы применительно к SDN рассматриваются и участниками Форума оптического межсетевое взаимодействия (**Optical Networking Forum, OIF**).

Что такое ПКС (SDN)?

- **OpenStack** — проект по разработке комплекса бесплатных открытых программных средств для создания облачной вычислительной инфраструктуры и хранилищ данных, включающий поддержку SDN. В проекте представлены компании AT&T, AMD, Brocade Communications Systems, Canonical, Cisco, Dell, EMC, Ericsson, Groupe Bull, HP, IBM, Inktank, Intel, NEC, Rackspace Hosting, Red Hat, SUSE Linux, VMware, Yahoo!

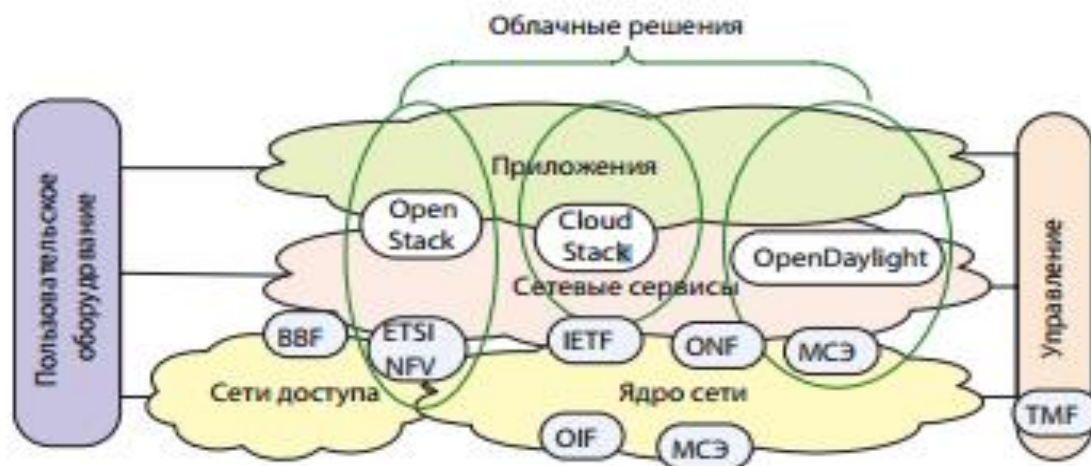


Рис. 1. Распределение стандартизирующих организаций по направлениям разработки архитектуры SDN

Стандарты

- В 2011 г. компании Facebook, Deutsche Telekom, Microsoft, Verizon и Yahoo! организовали консорциум **ONF (Open Networking Foundation)** с целью развития технологий SDN в целом
- В настоящее время ONF уже разработаны следующие документы:
 - спецификация протокола и коммутатора OpenFlow, текущая версия 1.4.0 (08/2013), предыдущие версии 1.0.x, 1.3.x и расширения к ней; версия 1.5.0 планировалась к выходу в январе 2014 г. , но пока отсутствует
 - спецификация протокола конфигурации коммутаторов OpenFlow и построения сетевой среды OF-Config, версия 1.2 (2014)
 - структура оповещений о событиях OpenFlow, версия 1.0
 - спецификация тестов на соответствие стандарту OpenFlow Switch, версия 1.0.1 . и протокола OpenFlow в частности.

Стандарты IETF

- РГ **Interface to the Routing System (I2RS)** (интерфейс к системе маршрутизации) создана в конце 2012 г. для разработки протокола I2RS.
- Исследовательская группа **Software-Defined Networking Research Group (SDNRG)**.
- Стандарты еще не вышли на уровень **Стандарт Интернета (Internet Standard)**, и проходят проверку и адаптацию.

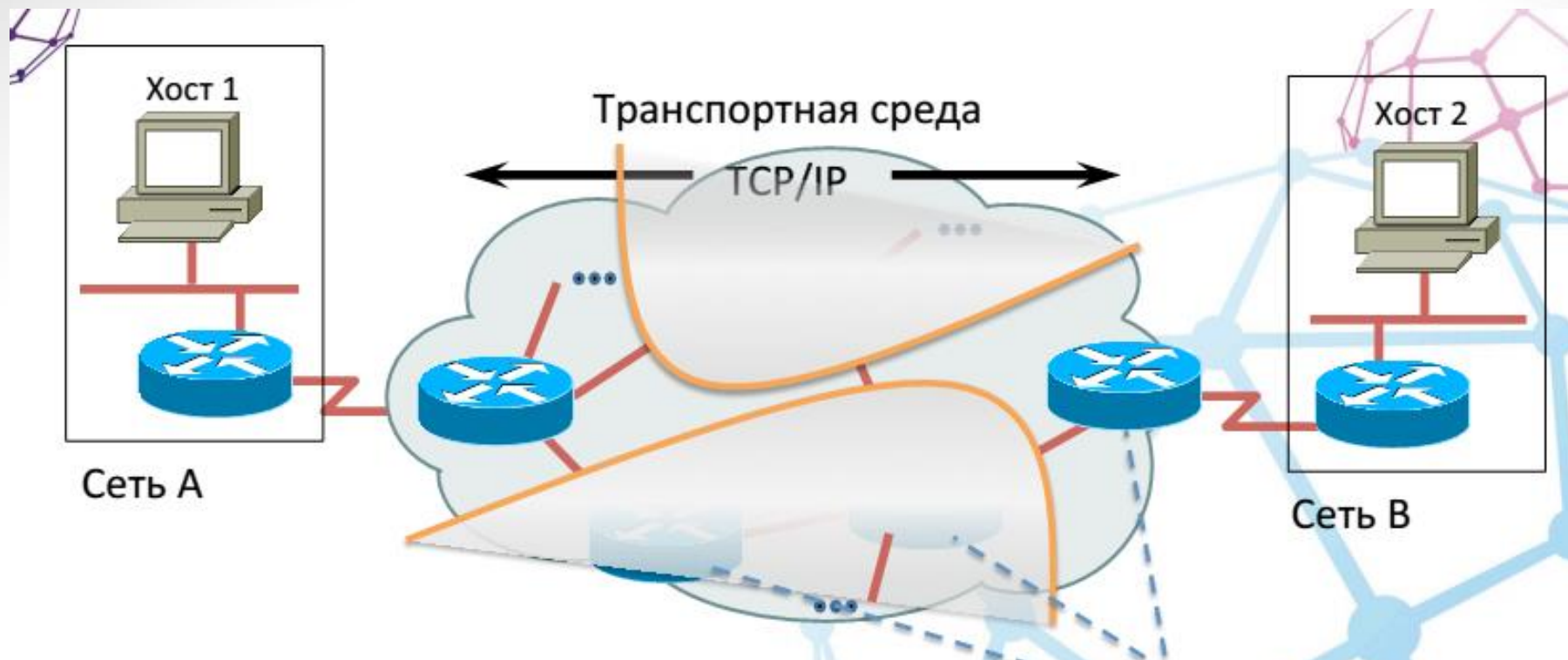
Стандарты МСЭ

- В настоящее время исследованиями в области SDN в МСЭ-Т занимаются **ИК 13 (архитектуры и функциональные требования к SDN)** и **ИК 11 (эталонные архитектуры сигнализации SDN, требования к сигнализации и протоколам SDN, включая протоколы взаимодействия, а также тестирование на соответствие и взаимодействие)**.
- В настоящее время ИК 13 и ИК 11 разрабатывают проекты следующих рекомендаций по тематике SDN:
- **Y.FNsdn** (предложено определение SDN, описываются преимущества сетей и их ключевые характеристики)
- **Y.FNsdn-fm** (описываются требования к использованию формальных методов спецификации и верификации)
- **Q.SBAN** (определяются сценарии и требования к сигнализации при использовании технологий SDN)
- **Q. Supplement-SDN** (определяется структура, требования и архитектура для сигнализации в SDN).

Стандарты ETSI

- В составе ETSI была выделена группа отраслевой спецификации (**Industry Specification Group, ISG**) по разработке концепции виртуализации сетевых функций (служб) (Network Functions Virtualisation, NFV).
- Сегодня стандарты группы ISG NFV находятся на начальной стадии разработки.

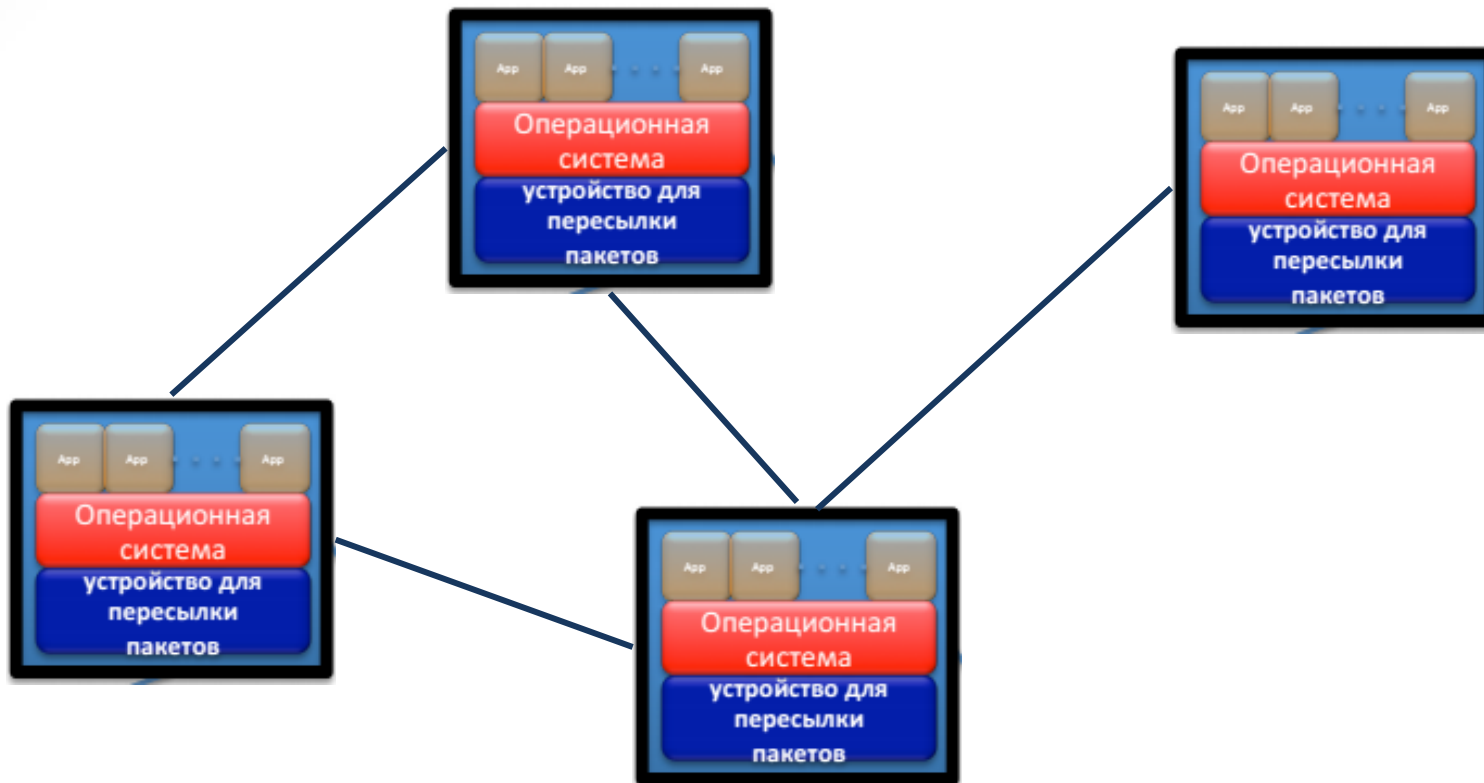
Традиционная IP/TCP сеть



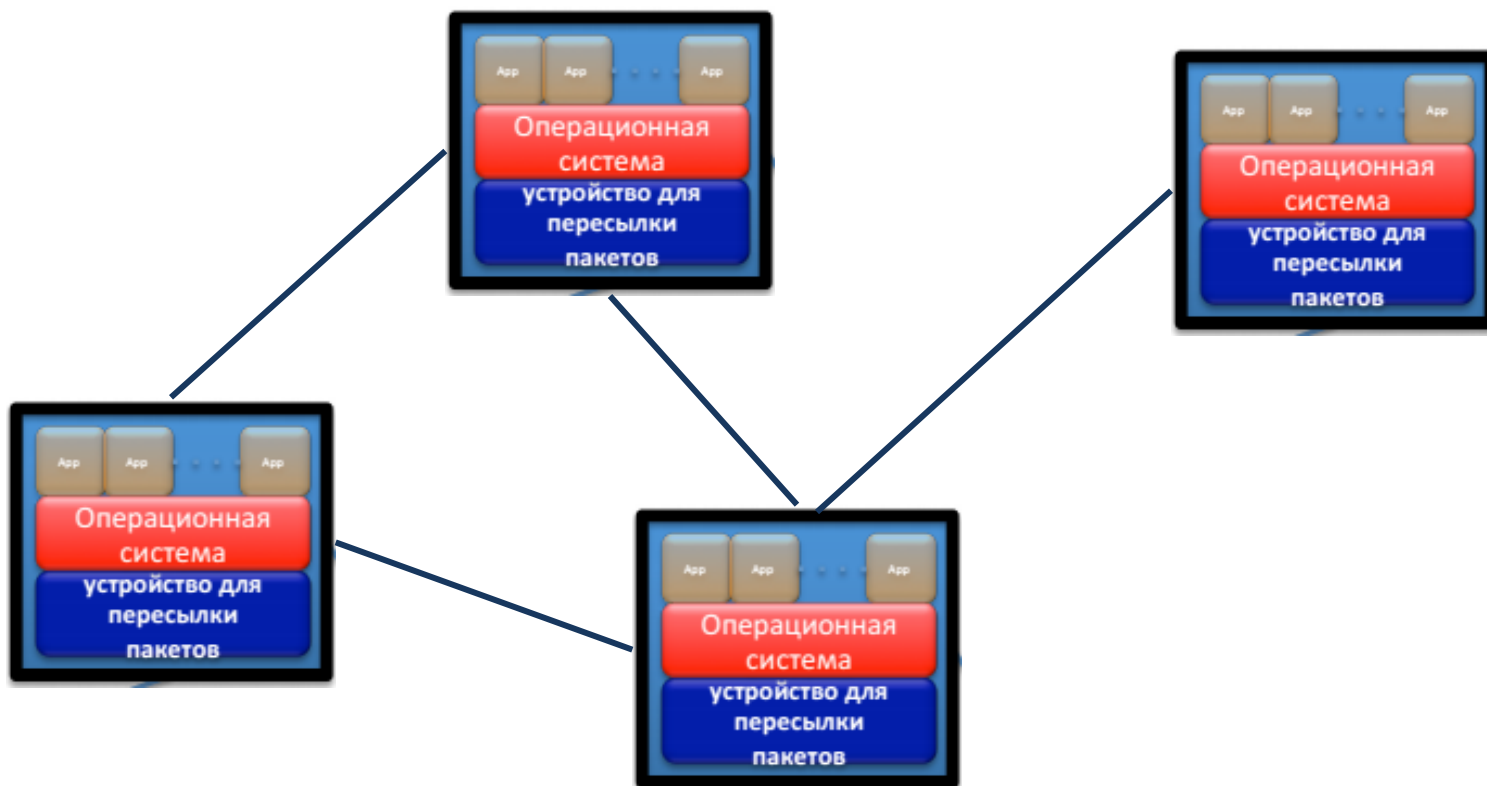
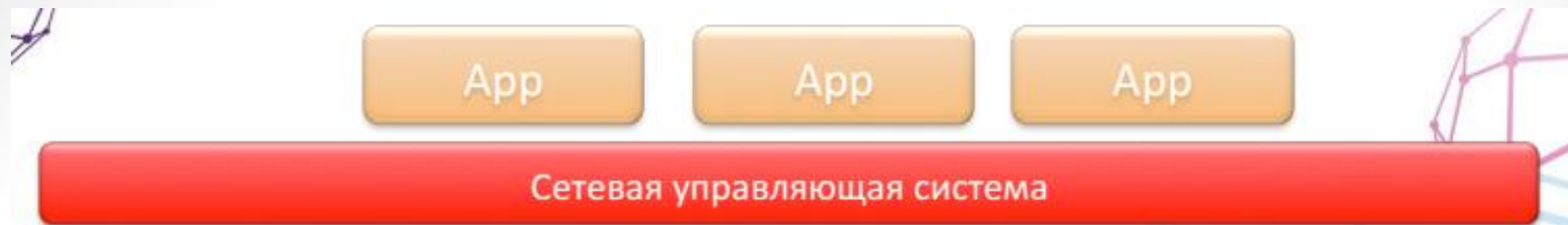
1. Построение маршрута (control path)
 2. Реализация маршрута (data path)
- Функции каждого сетевого устройства

Вывод: невозможность гибкого управление сетью

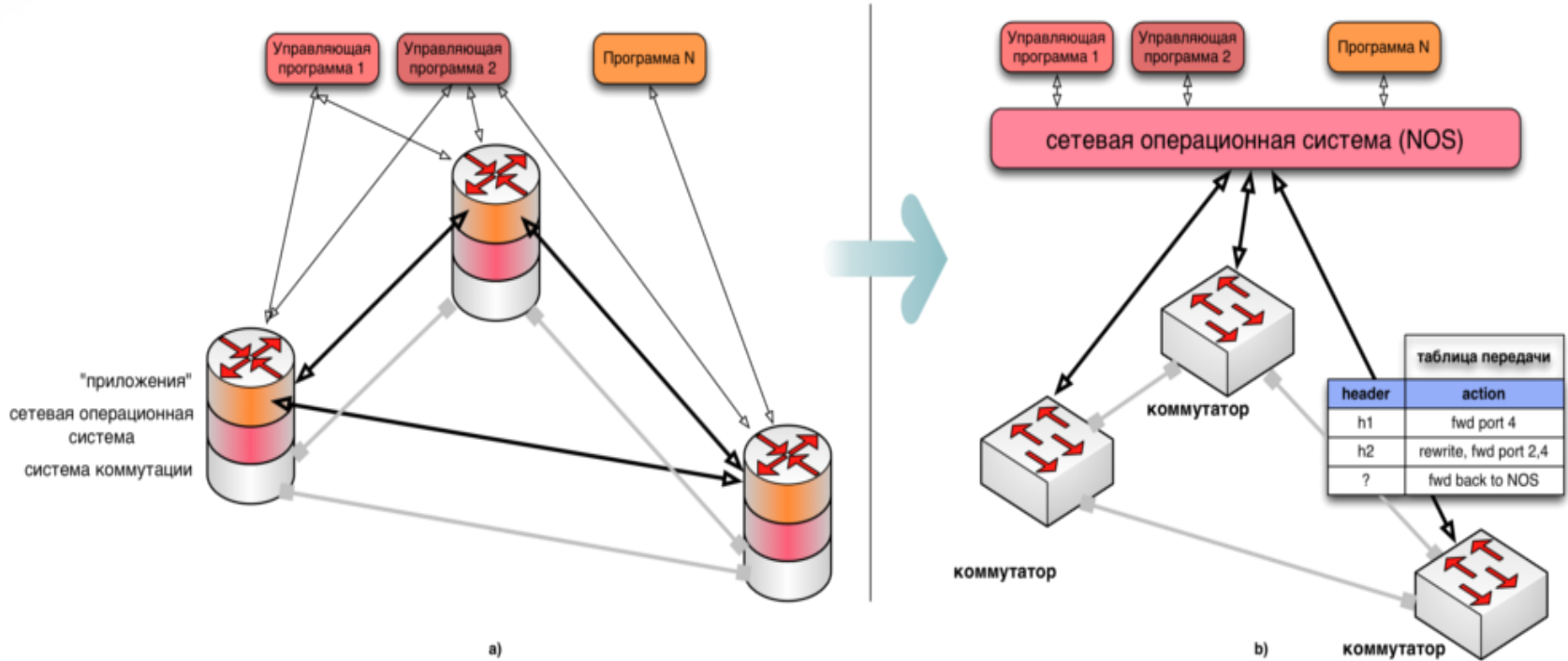
Транспортная сеть



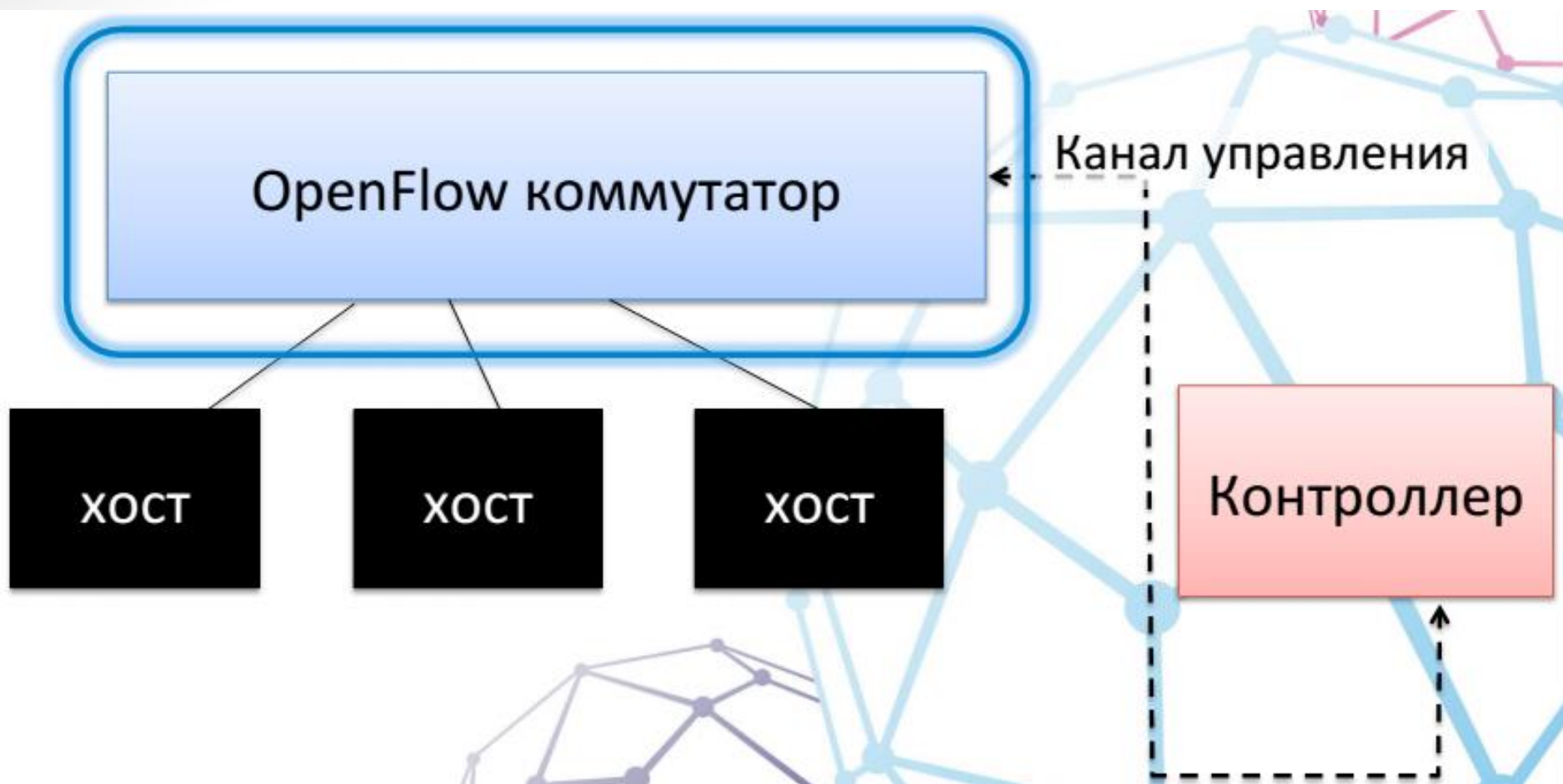
Программно-конфигурируемая сеть



Программно-конфигурируемая сеть



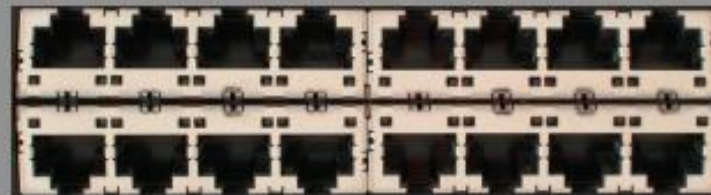
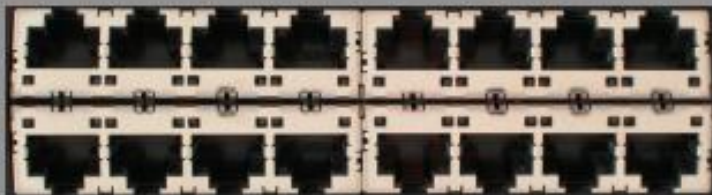
Простейшая топология ПКС сегмента сети



OpenFlow коммутатор

OpenFlow - Протокол взаимодействия коммутатора и контроллера

Коммутатор



Традиционный коммутатор

Control Path

Data Path

SDN сегмент

OpenFlow Контроллер

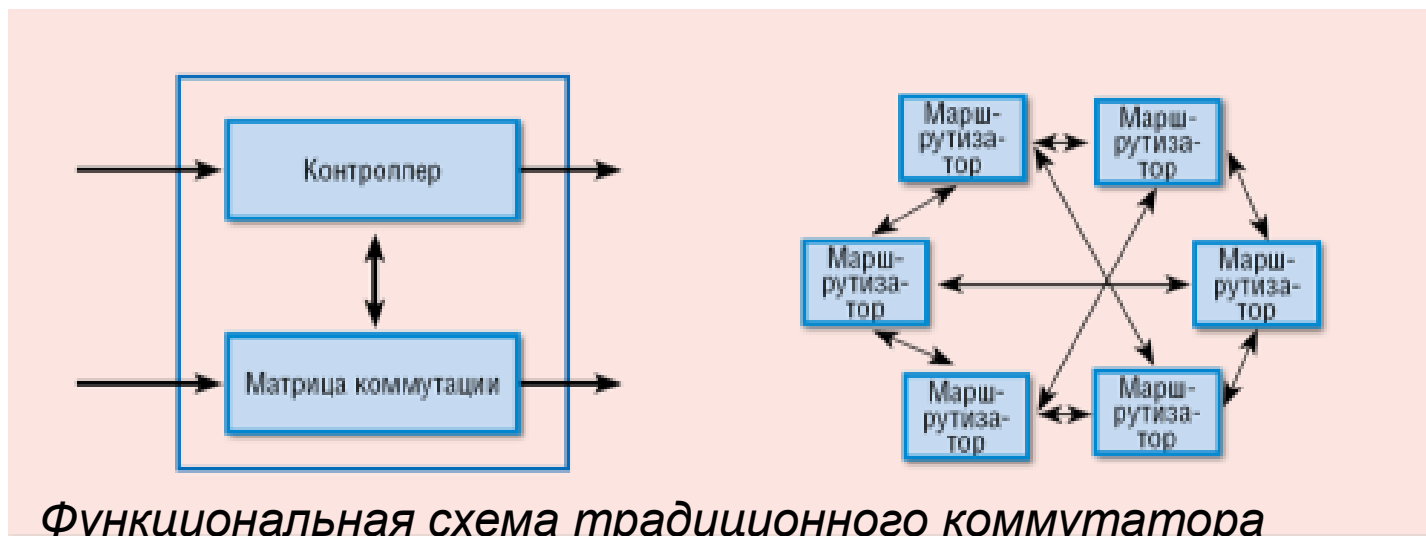
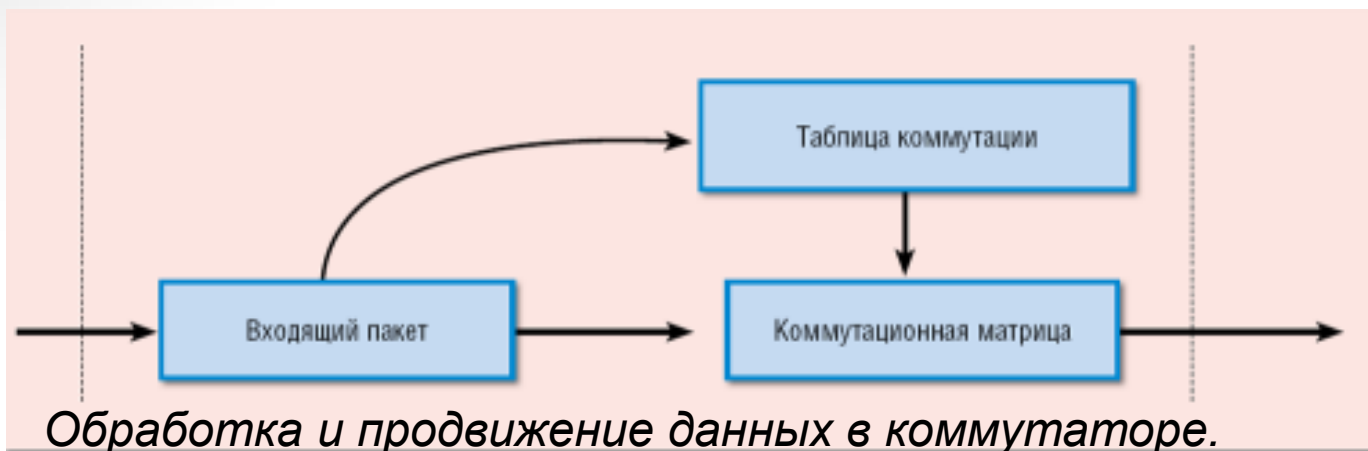
Протокол OpenFlow(SSL/TCP)

Control Path

OpenFlow

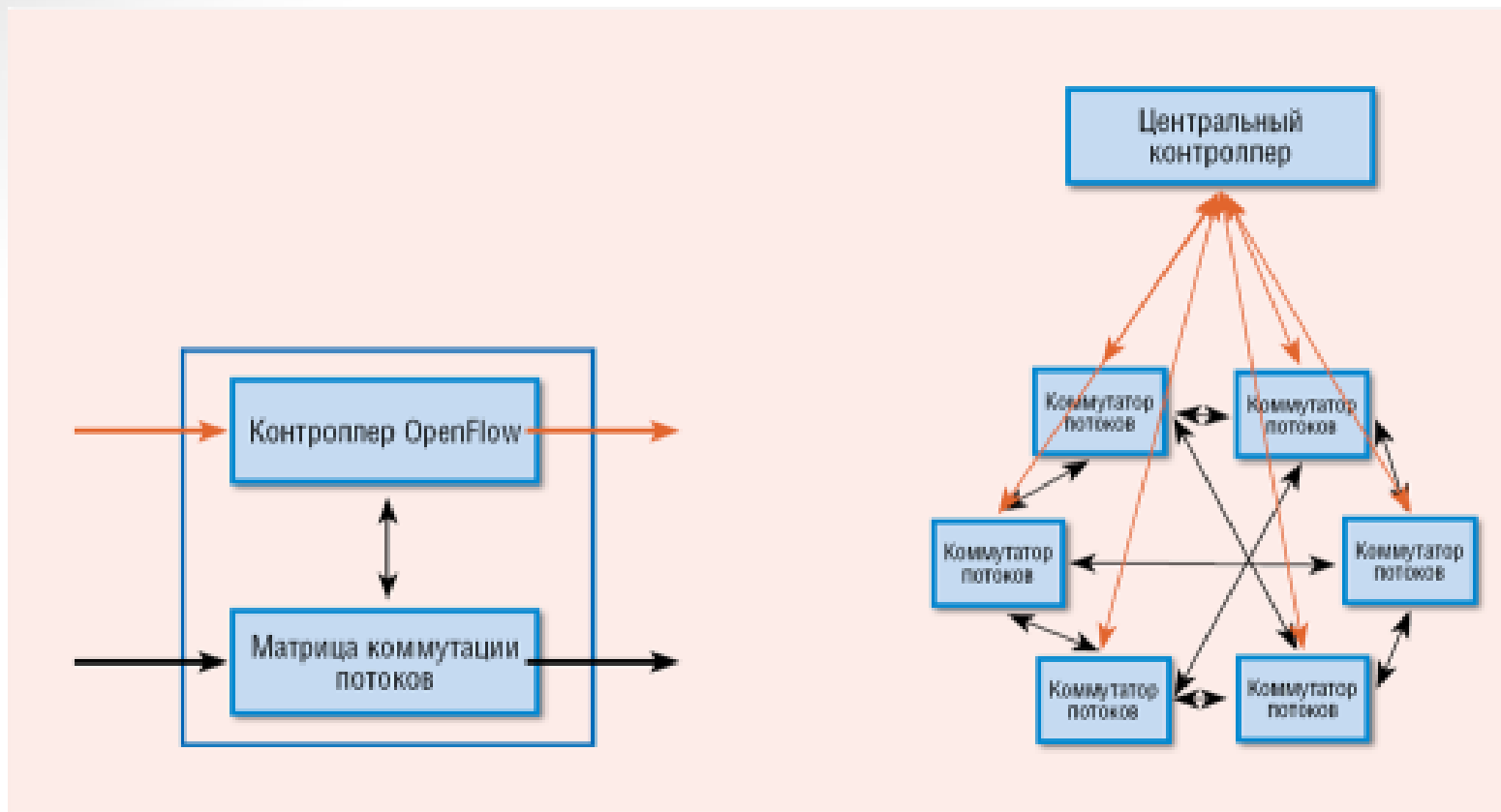
Data Path

Традиционный подход



Функциональная схема традиционного коммутатора Ethernet и сети «каждый с каждым»: без маршрутизаторов не обойтись.

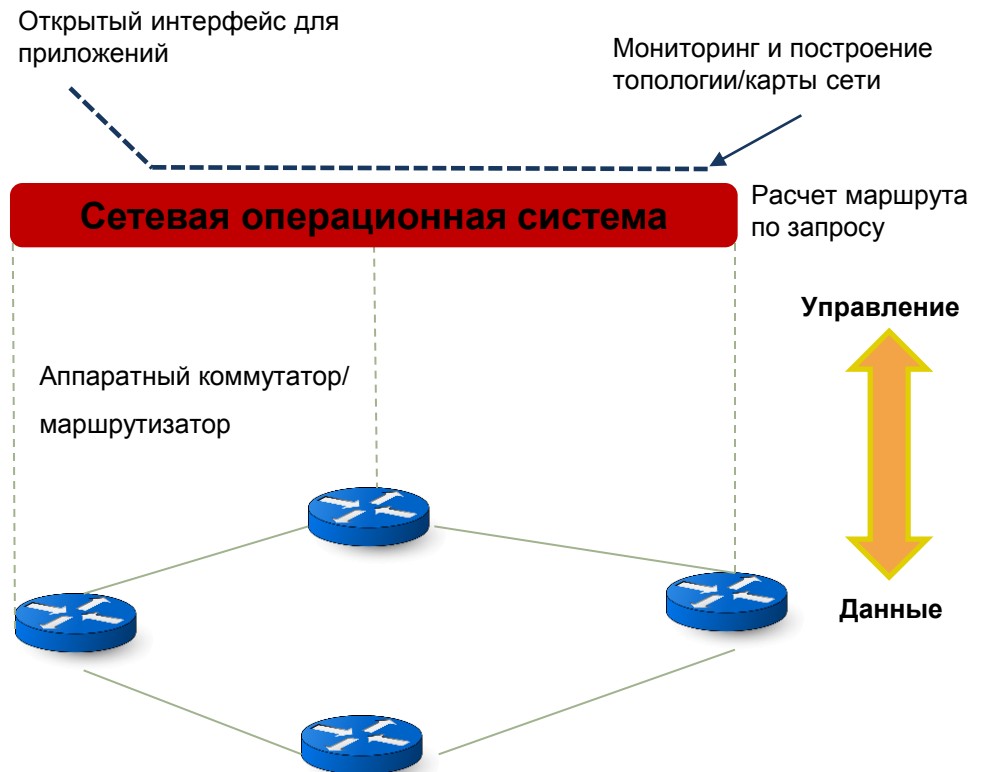
SDN подход



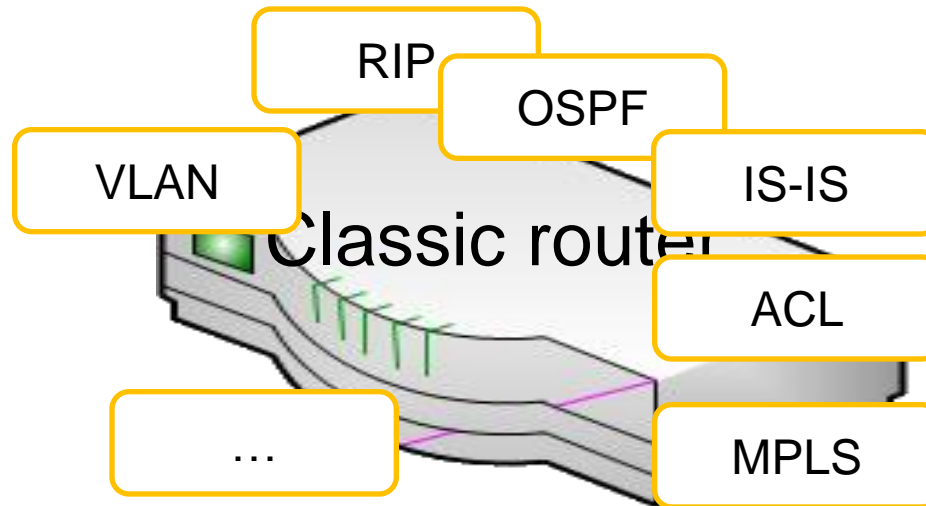
Коммутатор OpenFlow использует для заполнения таблиц потоков центральный контроллер сети. Знание топологии позволяет строить сети «каждый с каждым» на уровне L2.

Что такое ПКС?

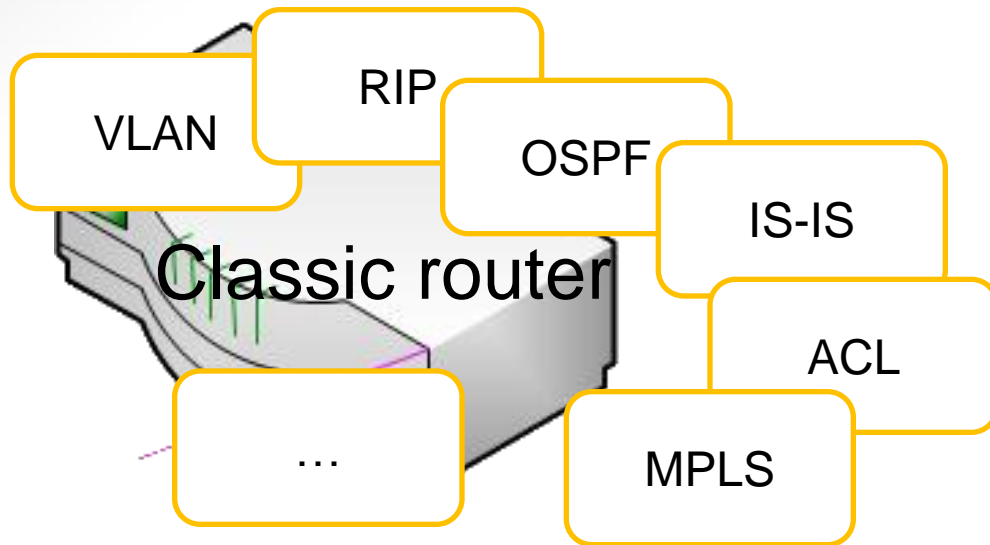
- ✓ Упрощение сетевого оборудования
- ✓ Упрощение проблемы сходимости протоколов маршрутизации
- ✓ Реальное управление качеством передачи данных
- ✓ Повышение эффективности распределения ресурсов и размещения сервисов в сети



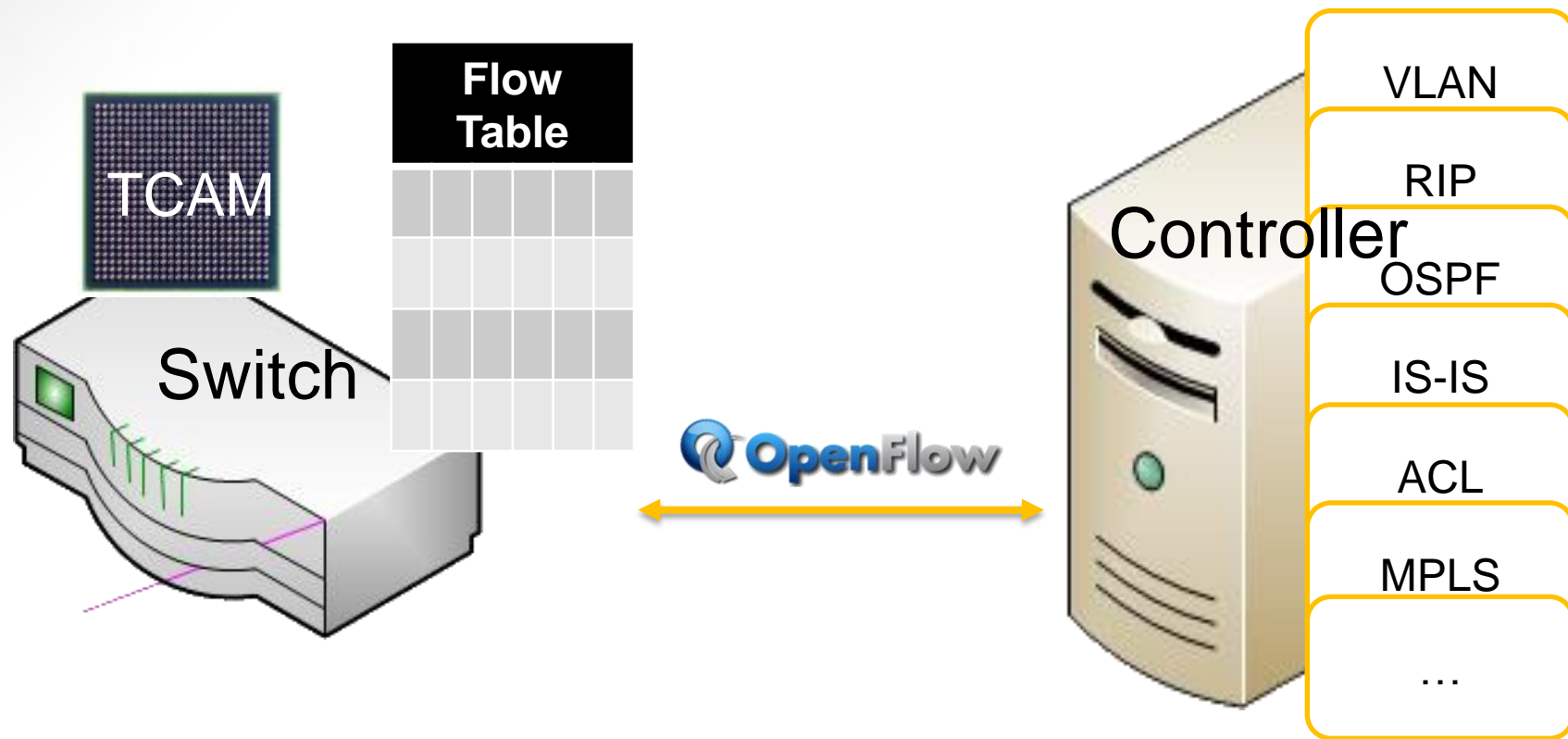
PKS эволюция



PKS Эволюция

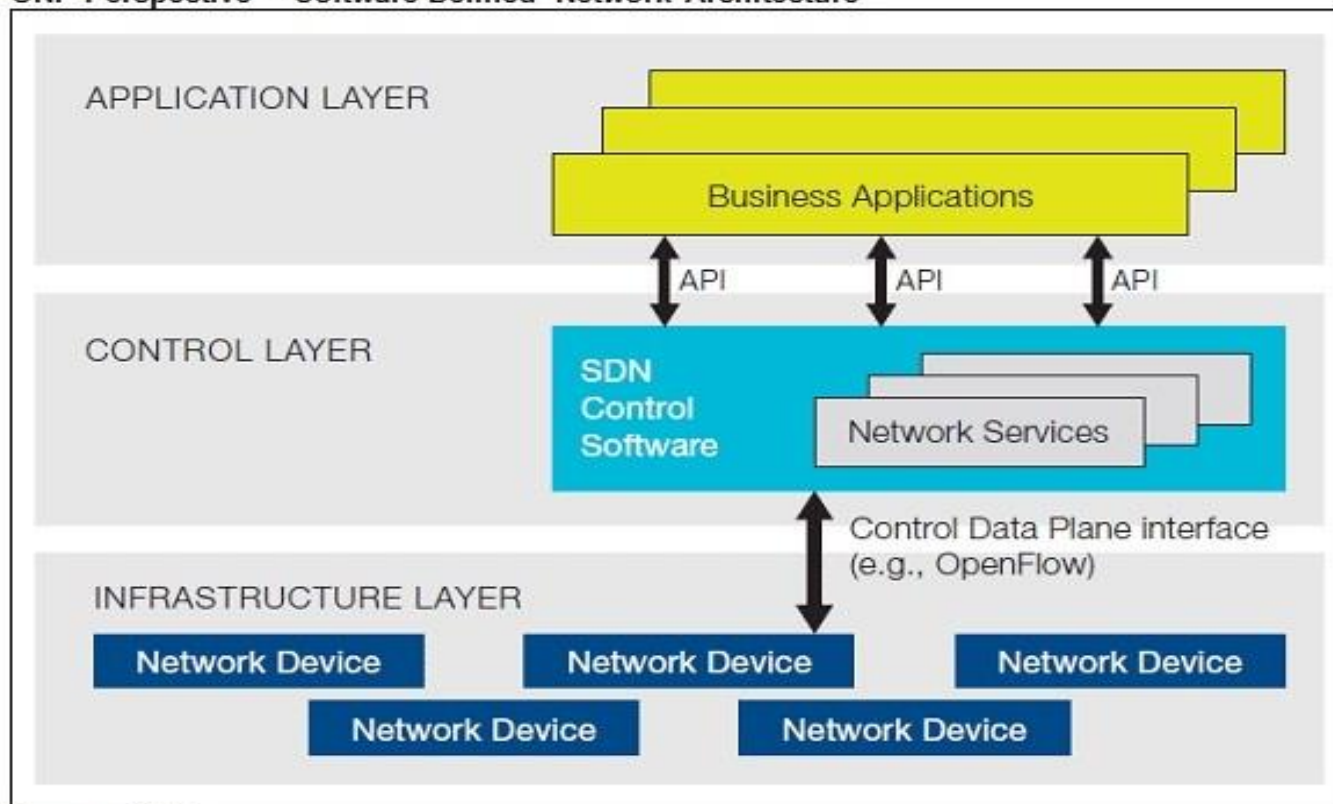


PKS Эволюция



Структура ПКС

ONF Perspective – Software-Defined Network Architecture



Source: ONF

Open Flow Основные понятия

Сущности таблицы потоков



Счётчики пакетов, байтов

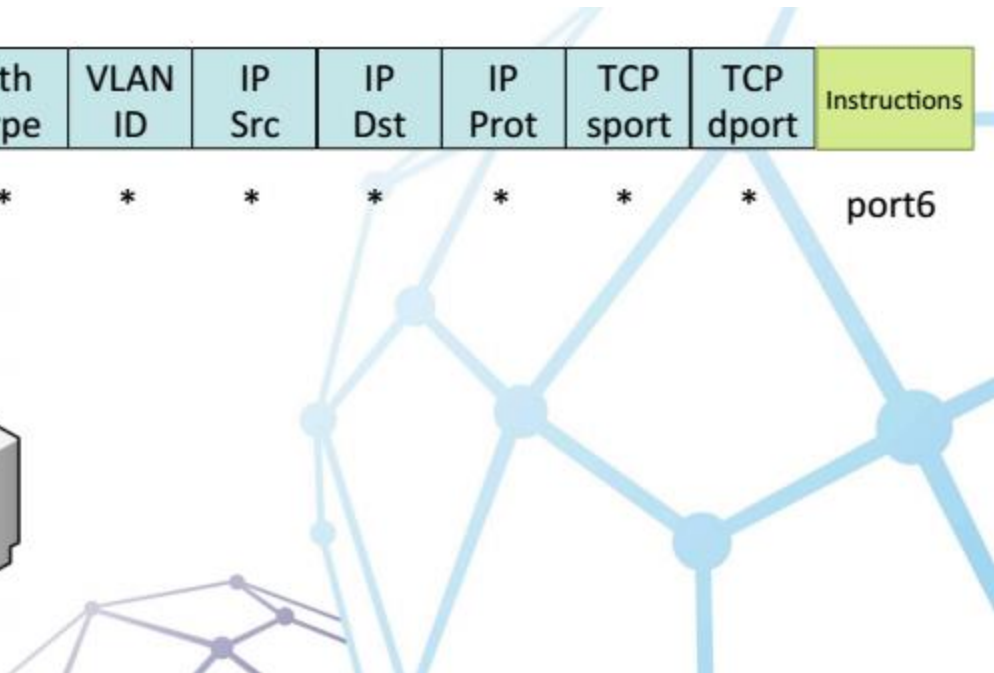
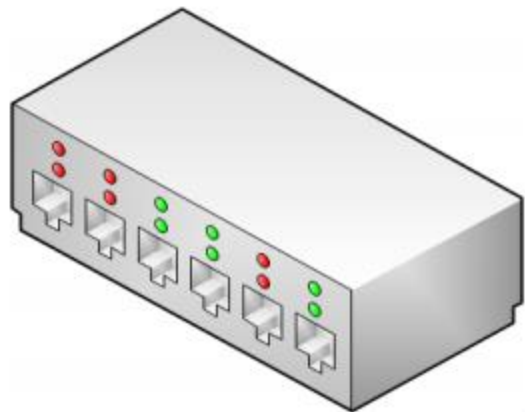
1. Пересылка пакета на порт(ы)
2. Инкапсуляция и отправка на контроллер
3. Сброс пакета
4. Нормальная обработка
5. Изменение полей

Switch Port	VLAN ID	MAC src	MAC dst	Eth type	IP Src	IP Dst	IP Prot	TCP sport	TCP dport
-------------	---------	---------	---------	----------	--------	--------	---------	-----------	-----------

+ маска, для обозначения значащих полей

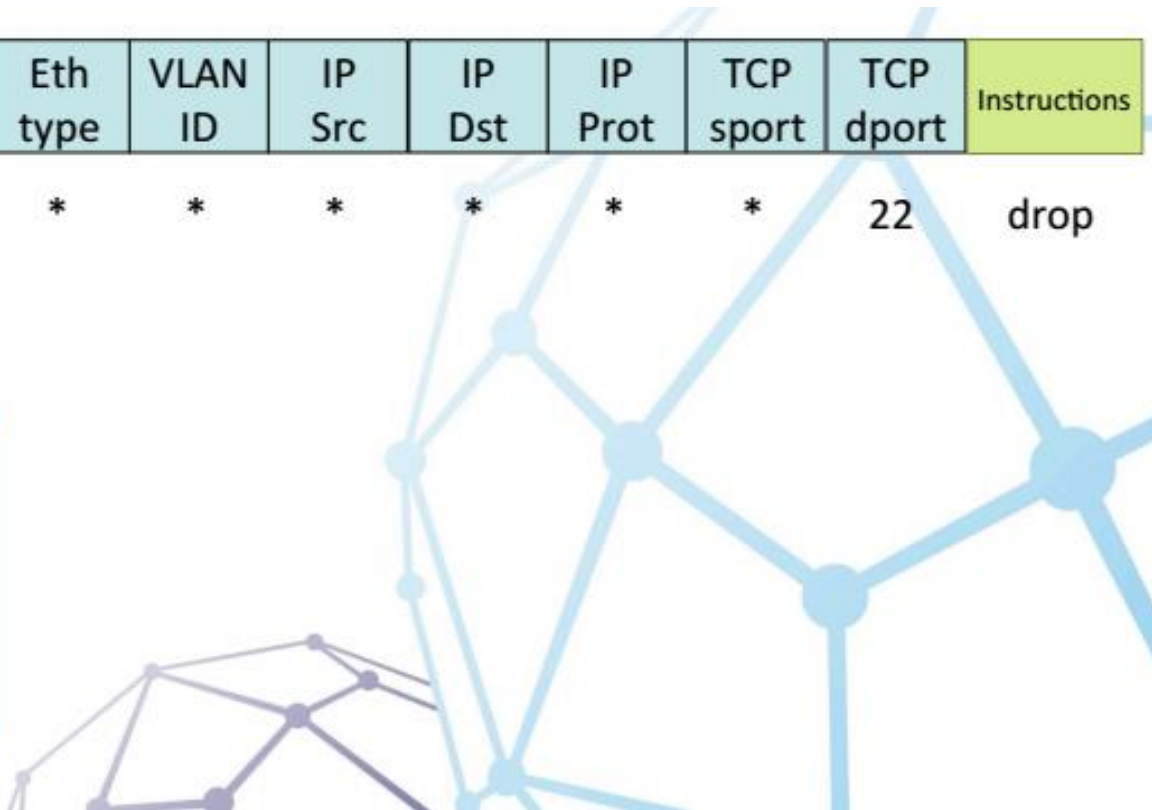
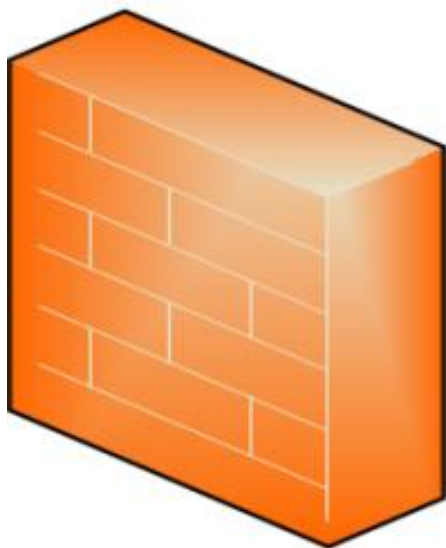
Примеры: Коммутация на канальном уровне

Switch Port	MAC src	MAC dst	Eth type	VLAN ID	IP Src	IP Dst	IP Prot	TCP sport	TCP dport	Instructions
*	*	00:1f:...	*	*	*	*	*	*	*	port6



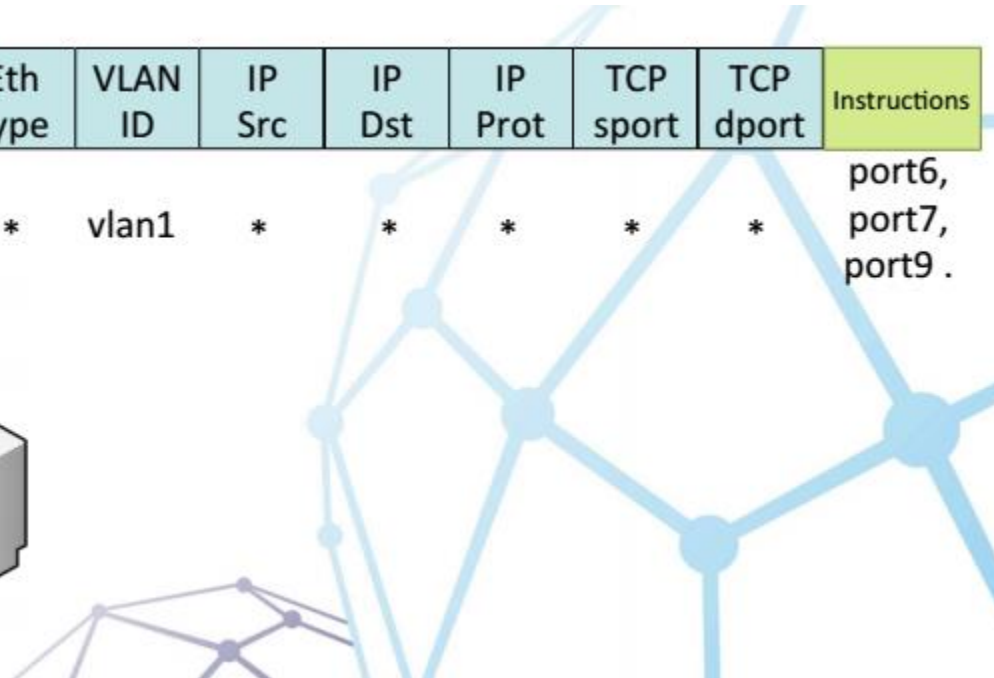
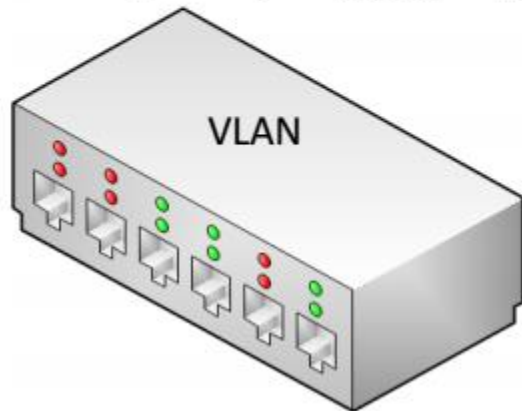
Примеры: Сетевой экран

Switch Port	MAC src	MAC dst	Eth type	VLAN ID	IP Src	IP Dst	IP Prot	TCP sport	TCP dport	Instructions
*	*	*	*	*	*	*	*	*	22	drop



Примеры: Коммутация VLAN

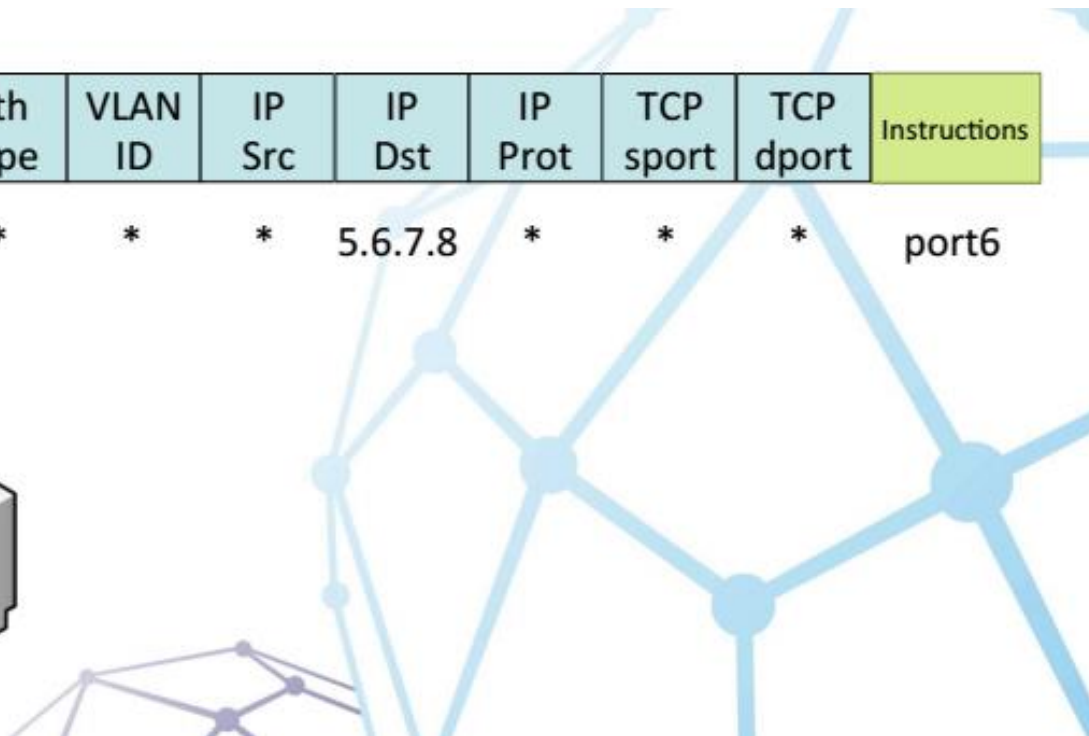
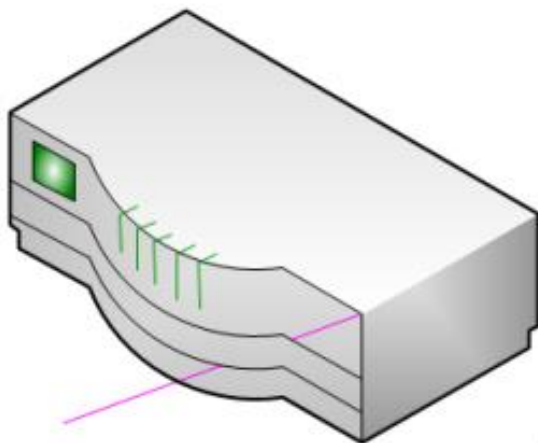
Switch Port	MAC src	MAC dst	Eth type	VLAN ID	IP Src	IP Dst	IP Prot	TCP sport	TCP dport	Instructions
*	*	00:1f..	*	vlan1	*	*	*	*	*	port6, port7, port9 .



Примеры: Маршрутизация на сетевом уровне

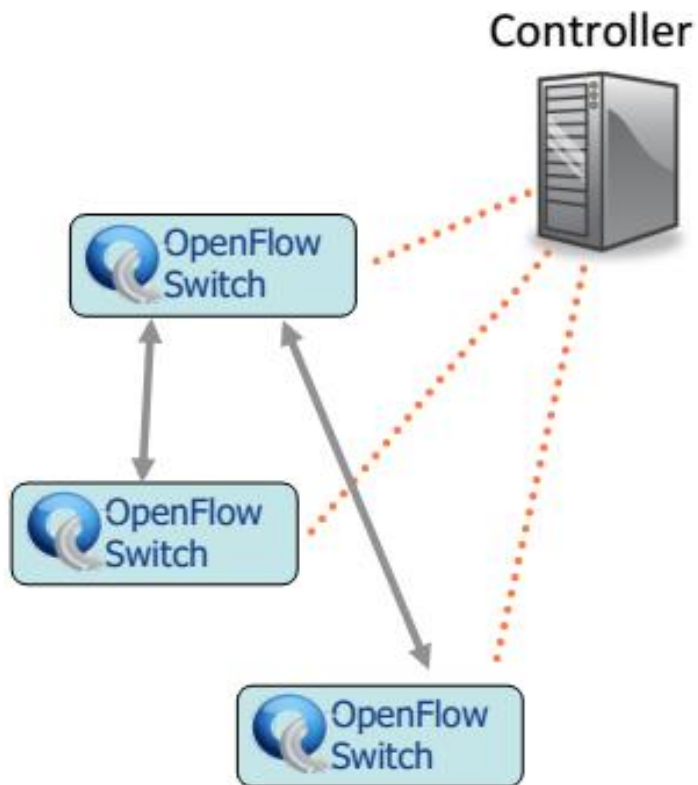
Switch Port	MAC src	MAC dst	Eth type	VLAN ID	IP Src	IP Dst	IP Prot	TCP sport	TCP dport	Instructions
-------------	---------	---------	----------	---------	--------	--------	---------	-----------	-----------	--------------

* * * * * * 5.6.7.8 * * * port6

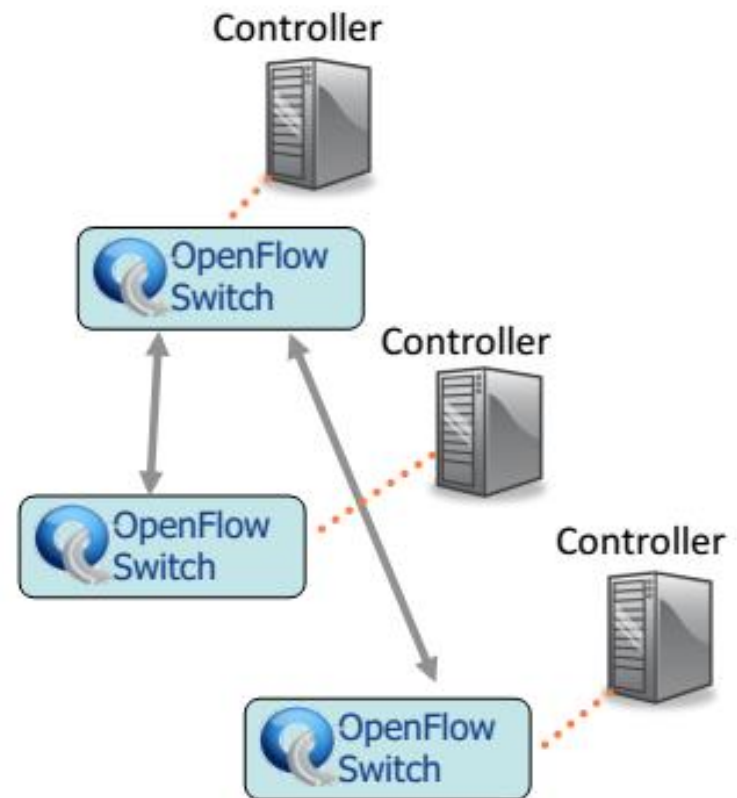


Централизация vs Распределения контроля

Централизованный Контроль



Распределённый Контроль



Отдельные потоки vs. Агрегации потоков

Отдельные потоки

- Каждый поток отдельно управляется контроллером
- Точное соответствие записи потоку
- Таблица потоков содержит одну запись на поток
- Применим для локальных сетей (campus network)

Агрегации потоков

- Одна запись покрывает большую группу потоков
- Wildcard записи потоков (маска)
- Таблица потока содержит запись на группу потоков
- Применим для большого количества потоков (backbone)

Реактивность vs. Проактивность

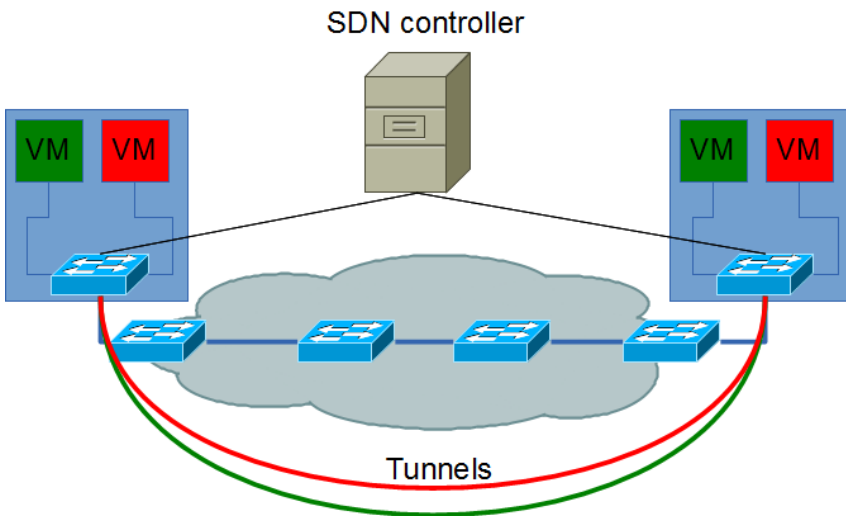
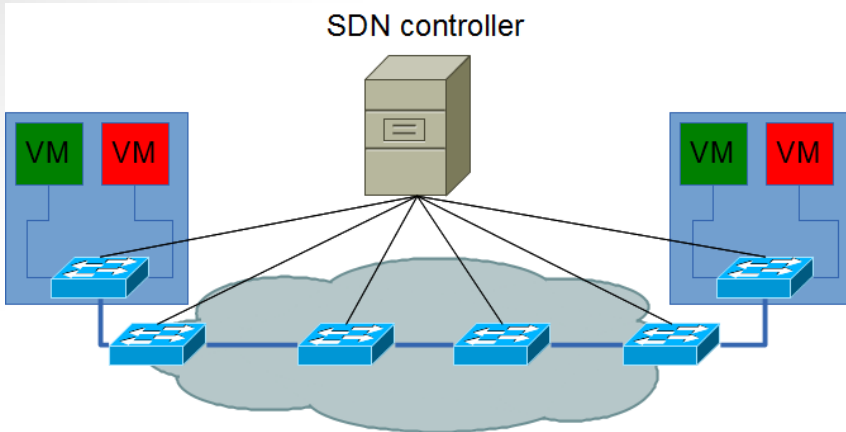
Реактивное добавление правил

- Первый пакет потока активирует триггер добавления новой записи
- Эффективное использование таблицы потоков
- Небольшое время на регистрация потока
- Если управляющее соединение потерянно, функциональность маршрутизатора ограничивается

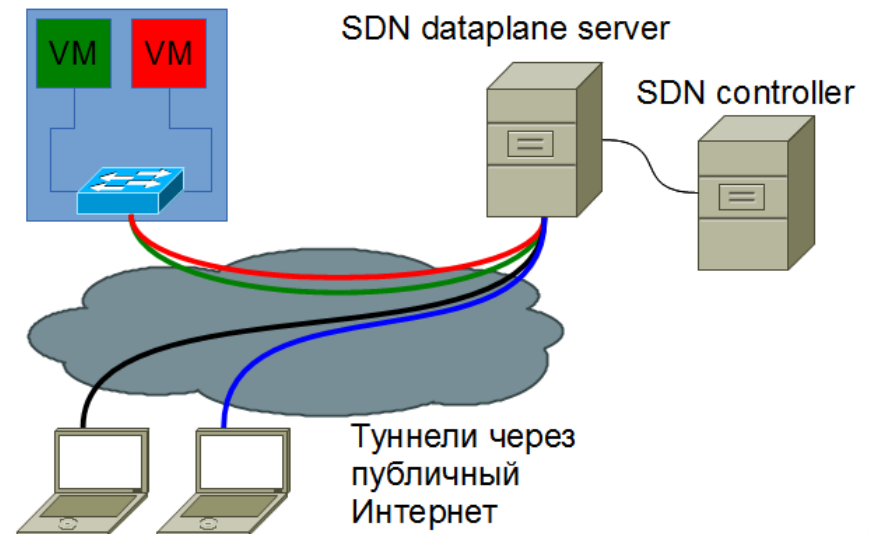
Проактивное добавление правил

- Контроллер предварительно заполняет таблицу потоков на маршрутизаторе
- Нулевое время на регистрацию потока
- Потеря управляющего соединения не нарушает работу маршрутизатора
- Требуется наличие wildcard правил (агрегации)

Техники SDN









- Реализация SDN на базе специальных коммутаторов (протоколы Openflow, XMPP и пр.)
- Реализация SDN на базе виртуальных коммутаторов по технологии Overlay (протоколы VXLAN, NVGRE и пр.)
- SDN на базе серверов агрегации трафика







SDN in Overlays VS SDN in OpenFlow

SDN in overlays:

-  виртуализация адресов и топологии
-  независимость от организации физической сети (любая IP сеть)
-  накладные расходы на процесс инкапсуляции
-  невозможность учитывать качество доступа к сети
-  сложность контроля и отладки инкапсулированного трафика
-  ограничение конфигурации сети

SDN in OpenFlow:

-  скорость работы (отсутствие накладных расходов на инкапсуляцию и работы программных коммутаторов)
-  учет качества доступа к сети.
-  не проработанность подходов виртуализации
-  специальное оборудование

Заключение



ПКС дает существенные преимущества в управлении и виртуализации ресурсов сети и качестве сетевых сервисов



NFV позволяет устанавливать сервис там, тогда и в том количестве, которое востребовано сейчас и в данном месте



ПКС позволяет сократить время между возникновением потребности в услуги до вывода уже готового решения на рынок

Спасибо за внимание!

www.sut.ru

СПб ГУТ)))