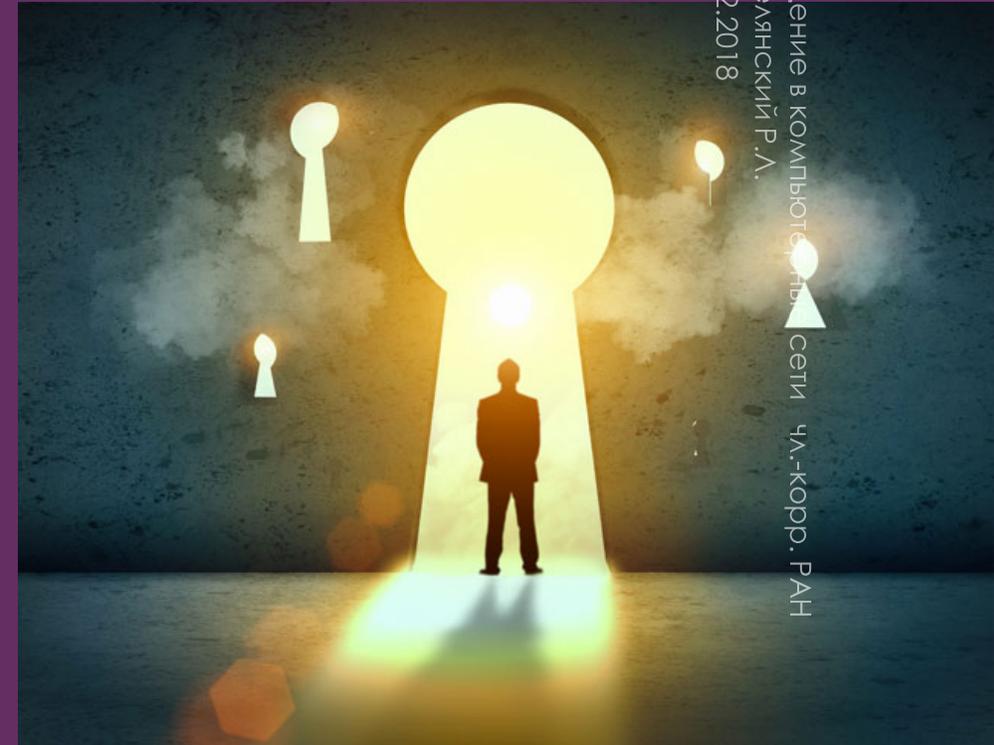




SDN & NFV: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЕЙ



Введение в компьютерные сети Чл.-корр. РАН
Смелянский Р.Л.
05.12.2018

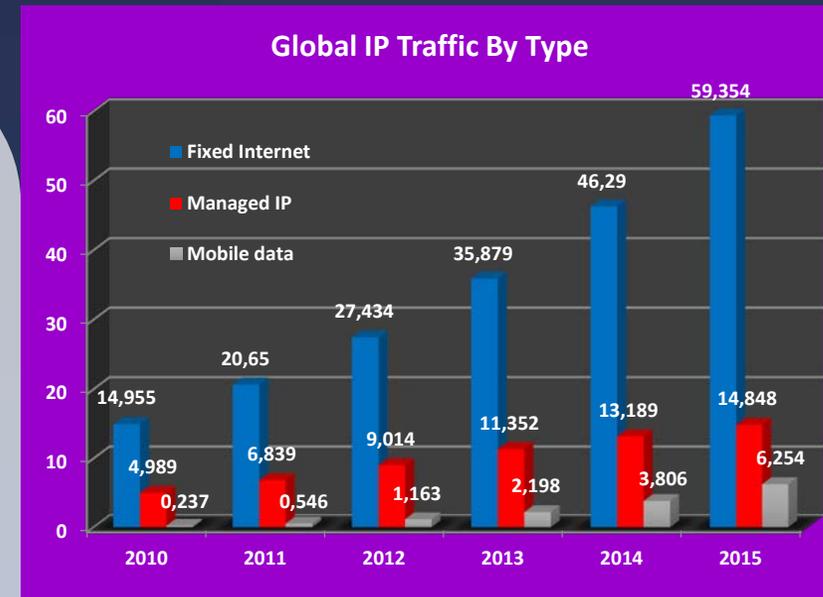
член-корр. РАН Смелянский Р.Л.



Ключевые тенденции

- Изменение модели вычислений (outsourcing & robosourcing);
- Быстрый рост трафика: с 2010 по 2017 год объем трафика возрос в 6 раз
- Изменение структуры трафика: к 2017 г. + 70 % - видеотрафик;
- Взрывной рост мобильности;
- Несоответствие темпов роста трафика и темпов роста доходов операторов

Необходимо сокращать стоимость передачи трафика!



Эрик Шмит, Google

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

Основные тренды роста трафика в сетях



Основные тренды:

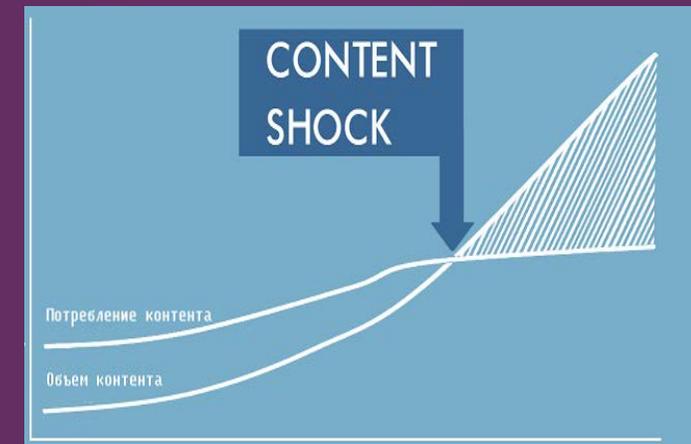
- Глобальный годовой IP трафик: 2.3 ZB (зеттабайт = 10^{21}) в год к 2020 году.
- Трафик «часа пик» подключений (время с наибольшим числом пользователей онлайн) растет быстрее чем средний интернет трафик.
- Объем трафика со смартфонов превысит объем трафика со стационарных компьютеров к 2020 году.
- Трафик с беспроводных и мобильных устройств составит **две трети общего IP трафика к 2020 году.**
- **Доминировать будет трафик между ЦОД**

Source: blog.sisco.com



Особенности роста мобильного трафика:

- С 2015 по 2020 годы объем мобильного трафика возрастет в 8 раз и достигнет в 2020 г. показателя 30,6 ЭБ/мес (Эксабайт = 10^{18}).
- Мобильный трафик в этот период будет расти в три раза быстрее, чем трафик в фиксированных сетях.



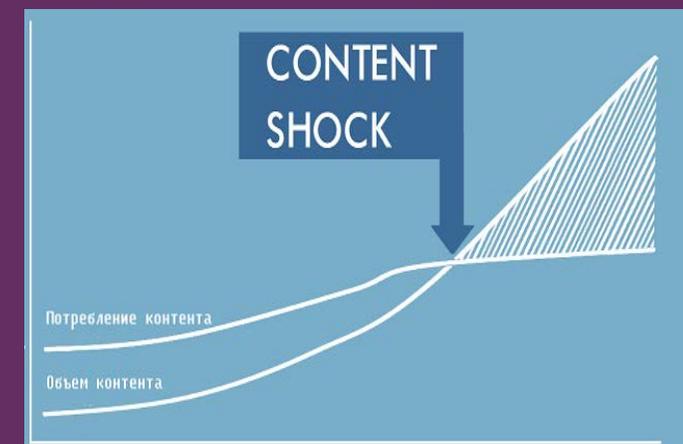
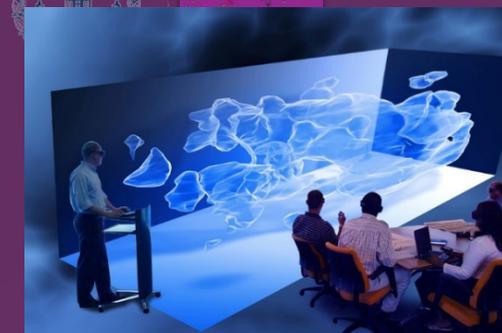
Основные тренды роста трафика в сетях



Особенности роста игрового и видеотрафика:

- В 2020 году для просмотра всего видеоконтента, который будет проходить через глобальные IP сети каждый месяц, потребуется более 5 миллионов лет.
- Трафик виртуальной реальности вырос к 2015 году в 4 раза. К 2020 году он вырастет еще в 61 раз при среднегодовом темпе роста в 127%.
- За последний год объем трафика видеонаблюдения практически удвоился, а к 2020 г. вырастет десятикратно.
- Игровой интернет-трафик вырастет к 2020 году в 7 раз.
- Объем потребительского трафика видео по требованию к 2020 году вырастет почти в два раза.
- Трафик IPTV увеличился в 2015 году на 50 процентов. К 2020 году вырастет в 3,6 раза.

Source: Cisco IBSG, Cisco.com



Тенденции информационных технологий



Мобильность

2014, млрд

GSMA



Виртуализация

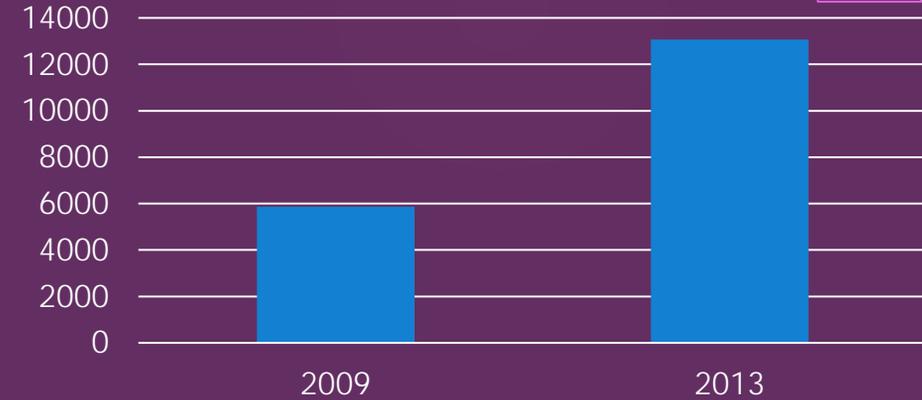
ЦОД, %

Gartner



ДОХОДЫ ОТ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ, млн

IDC



Консолидация инфраструктуры

темпы роста рынка до 2020 года, %

IDC



Введение в компьютерные сети
 чл.-корр. РАН Смелянский Р.А.

Тенденции рынка телеком технологий



Big Data

Всего с начала 2010 г. объем хранимых данных вырос в 50 раз IDC

Центры обработки данных

- В 2014 году объем мирового рынка колокации в ЦОДах составил \$22,8 млрд. Общая площадь размещения оборудования достигла 10,13 кв. км. (451 Research)



- Российский рынок услуг на базе коммерческих ЦОД по итогам 2014 года составил в объеме 11,35 млрд рублей, рост к 2013 году составил около 20-25% (Tadviser)

- Общее число дата-центров всех типов в 2017 г. вырастет до 8,6 млн (IDC)

Телеком

- Каждый из пользователей глобальной сети генерирует больше трафика, чем вся Всемирная паутина 30 лет назад

- В 2014 году интернет-трафик вырос, по сравнению с 1984 годом, в 2,7 миллиардов раз (Cisco)



Введение в компьютерные сети.
чл.-корр. РАН* Смелянский Р.А.

Изменение бизнес-модели

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ БИЗНЕСА



Промышленное производство
Энергодобыча
Тяжелая и легкая промышленность

Доступ к «транспорту» должен быть бесплатным, платным должен стать контент и услуги.

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ БИЗНЕСА

Оператор связи
Интернет провайдер



Информация о пользователе:

- **Использование:** посещаемые сайты, звонки и сообщения (включая тип сообщений и их частоту);
- **География:** где находится мобильное устройство в конкретный момент (уровень точности может различаться от района к району);
- **Демография:** доход домохозяйства, число и возраст проживающих детей;
- **Уровень дохода:** тарифный план, история платежей, паттерн совершения покупок;
- **Мультиплатформенность:** использование данных на разных устройствах и типах подключения к сети (3G, WiFi и т.п.).

- 2011 - **AT&T** – запуск подразделения AdWorkds: поддержка целевой рекламы в web, мобильной среде и ТВ.
2013 – **AdWorks** открывает доступ к анализу данных 70 млн. пользователей.
- 2012 – **Verizon** - запуск инициативы Precision Market Insights – доступ к мобильным данным пользователей для маркетинговых и рекламных компаний.

TELEPRESENCE



IN THE HOME



SURVEILLANCE



DIGITAL SIGNAGE



MOBILE



DESKTOP



Transcode

Encrypt

Ad Insertion

Stream

QoS

Enhance

Transrate

Protect

Translate

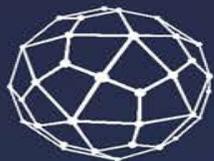
Multicast

Compress

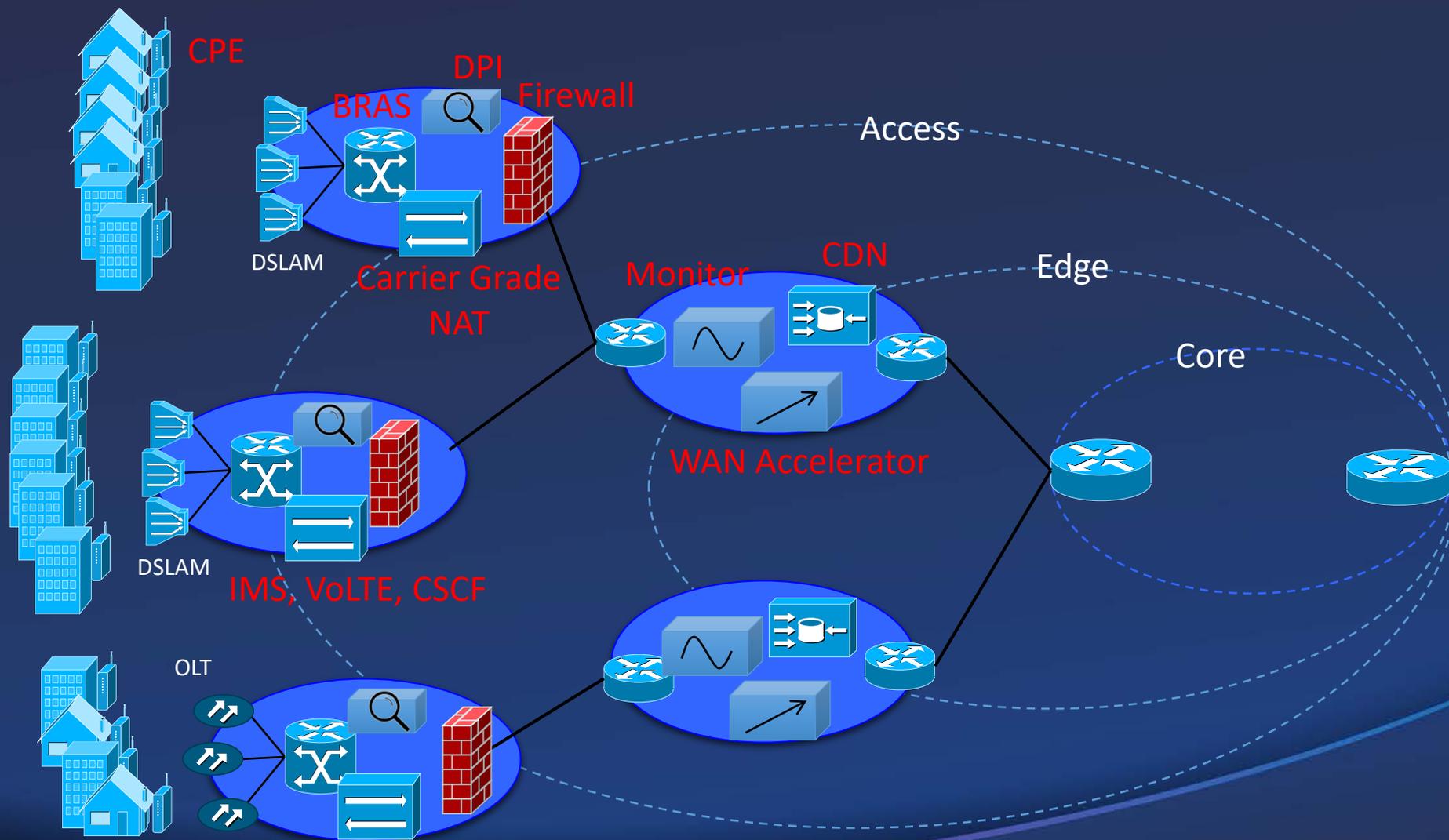
Legacy Network

convergence

CDN



Сеть оператора

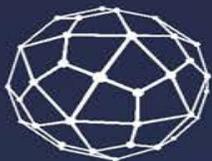




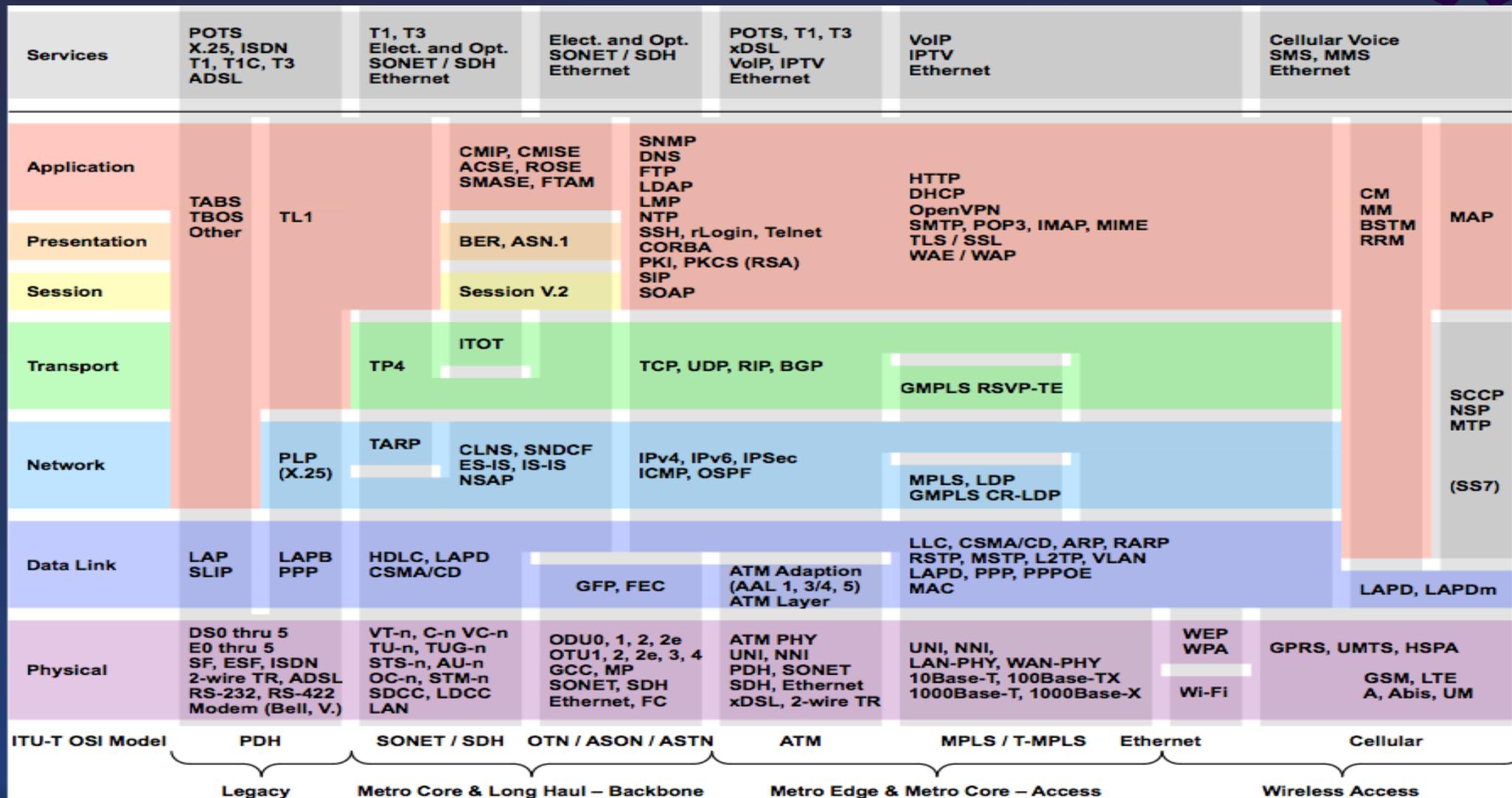
Проблемы современных компьютерных сетей

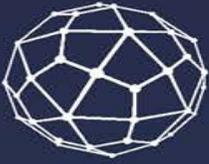


- Современные сети проприетарны: диктат производителя
- Закрытость для инноваций: внесение любых изменений трудоемко, дорогостояще, длительно по срокам (увеличение срока ROI)
- Сложность: свыше 600 используемых протоколов, более 10 000 RFC
- Число middle boxes растет постоянно
- Нет надежных решений по безопасности
- Невозможно контролировать и надежно предвидеть поведение таких сложных объектов, как глобальные компьютерные сети (ping, traceroute)

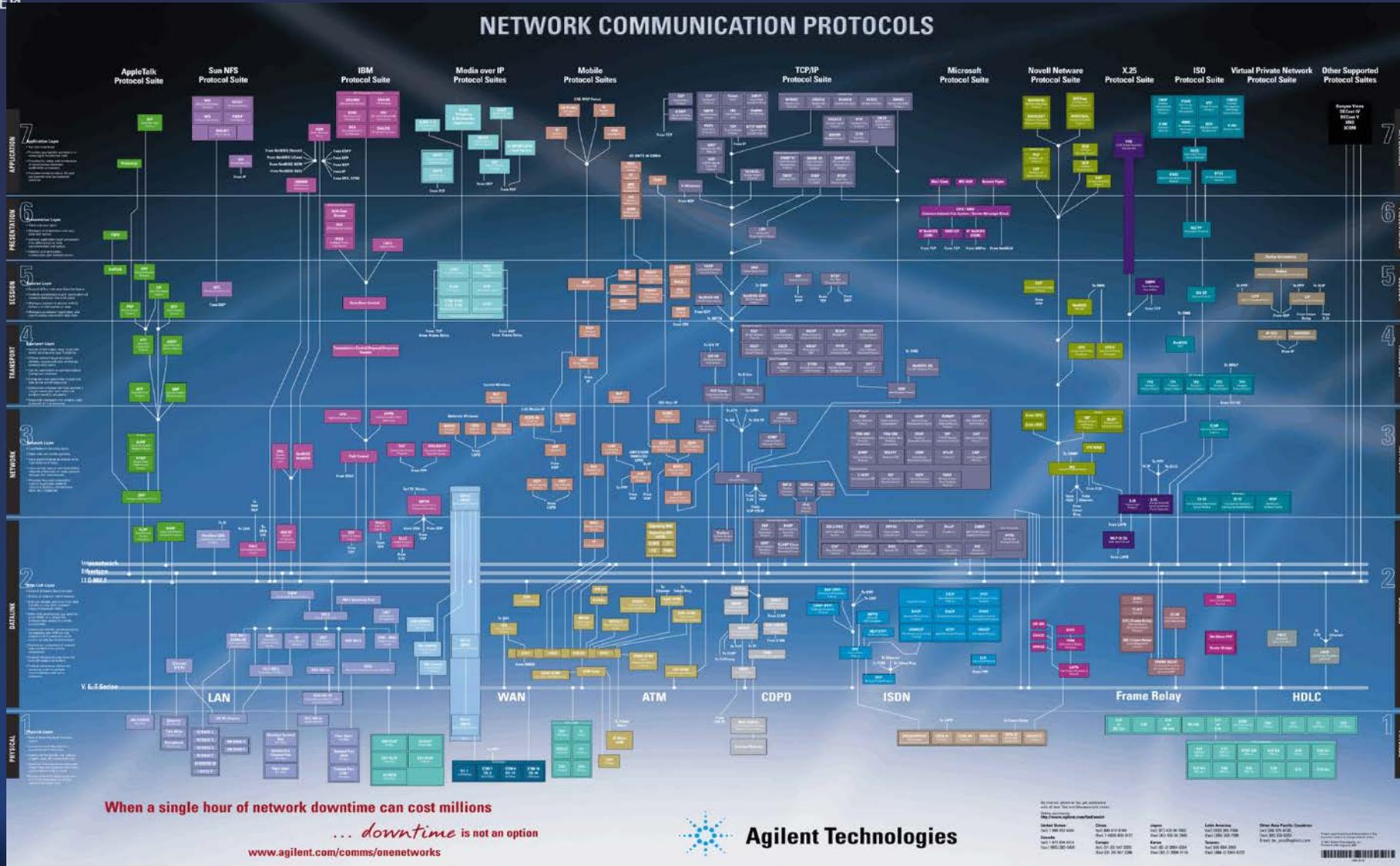


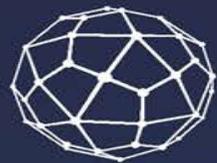
Модель стека протоколов не совершенна





Протоколы множатся





Экономика развития и эксплуатации современных сетей



- Скорость роста трафика не пропорциональна ростам доходов
- Требования снижения стоимости абонентской платы при возрастающих затратах на развитие, поддержку инфраструктуры и низких темпах роста клиентской базы
- Сервис и аппаратура жестко связаны (middlebox). Большие сроки и инвестиции для вывода сервиса на рынок
- Требования к качеству и составу сервисов растут – растет число и изощренность конфигурации middleboxes
- Ввод новых сервисов зависит от приоритетов вендоров
- Высокое энергопотребление и требования к охлаждению
- Низкий уровень автоматизации управления и нехватка кадров

Сегодня:



Будущее:

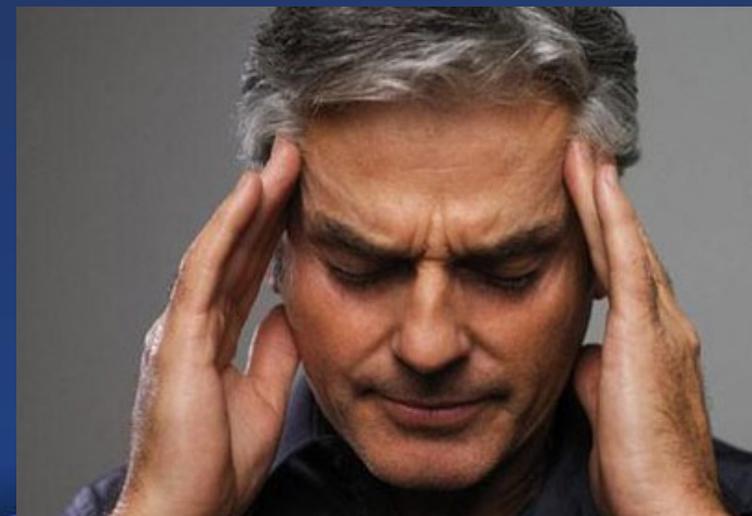




Бизнес требования



- Необходимо сократить время вывода сервиса на рынок и зависимость от вендора
- Необходима дифференциация сервисов
- Необходимость снижения OPEX и CAPEX при улучшении QoS и не повышения цен
- Уметь быстро создавать те сервисы, которые востребованы пользователями
- Отделять функциональную часть сервиса от железа (программируемость)
- Оптимизация затрат на предоставление сервисов (запускать там, столько и тогда сколько востребовано пользователями - виртуализация)
- Повысить уровень автоматизации управления сетью





Облачные вычисления



Что такое облачные вычисления?



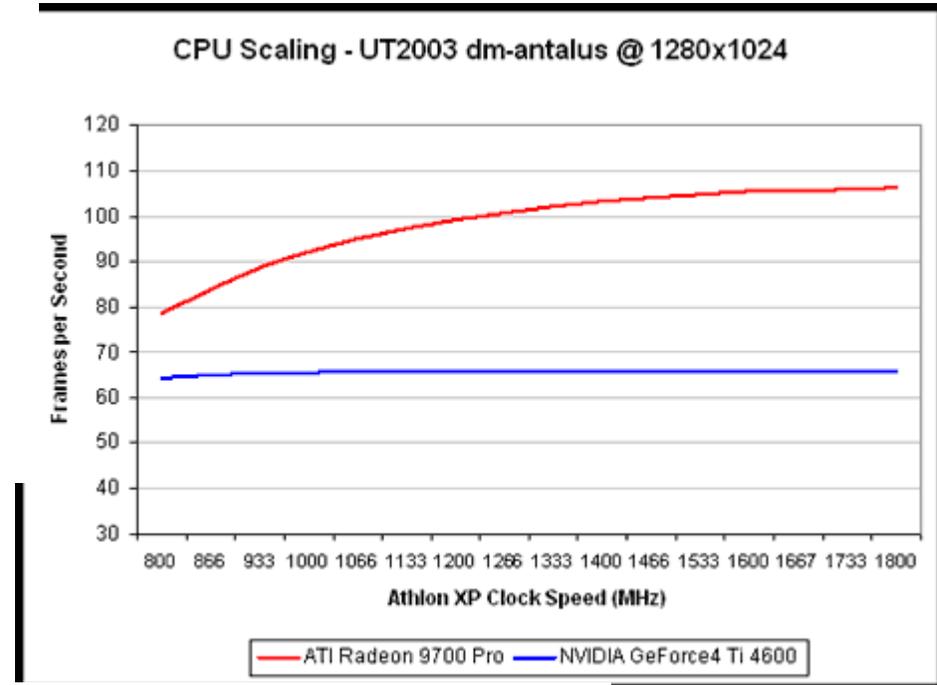
Облачная платформа – вычислительная инфраструктура, обеспечивающая виртуализацию и масштабирование сервисов.



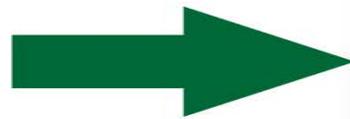
Масштабирование

Масштабирование

- вертикальное
- горизонтальное

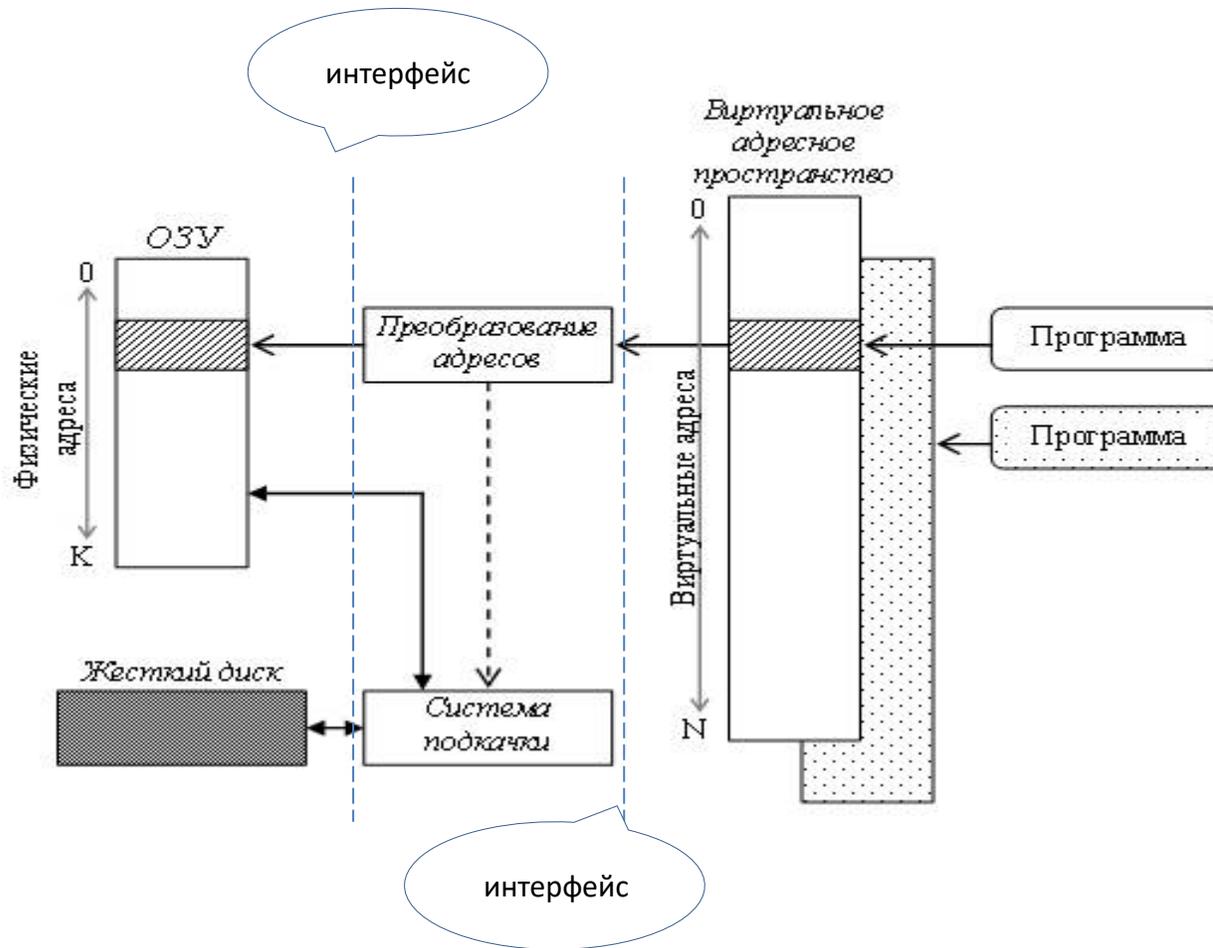


Горизонтальное





Виртуальная память





Вычислительная система

Иерархия интерфейсов



App

OS

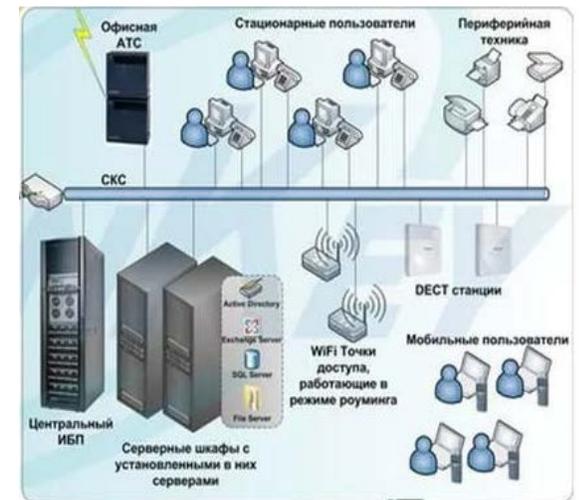
CPU, Memory,
Devices

Интерфейс

Взаимодействие приложения с внешними устройствами, памятью, процессором

Интерфейс

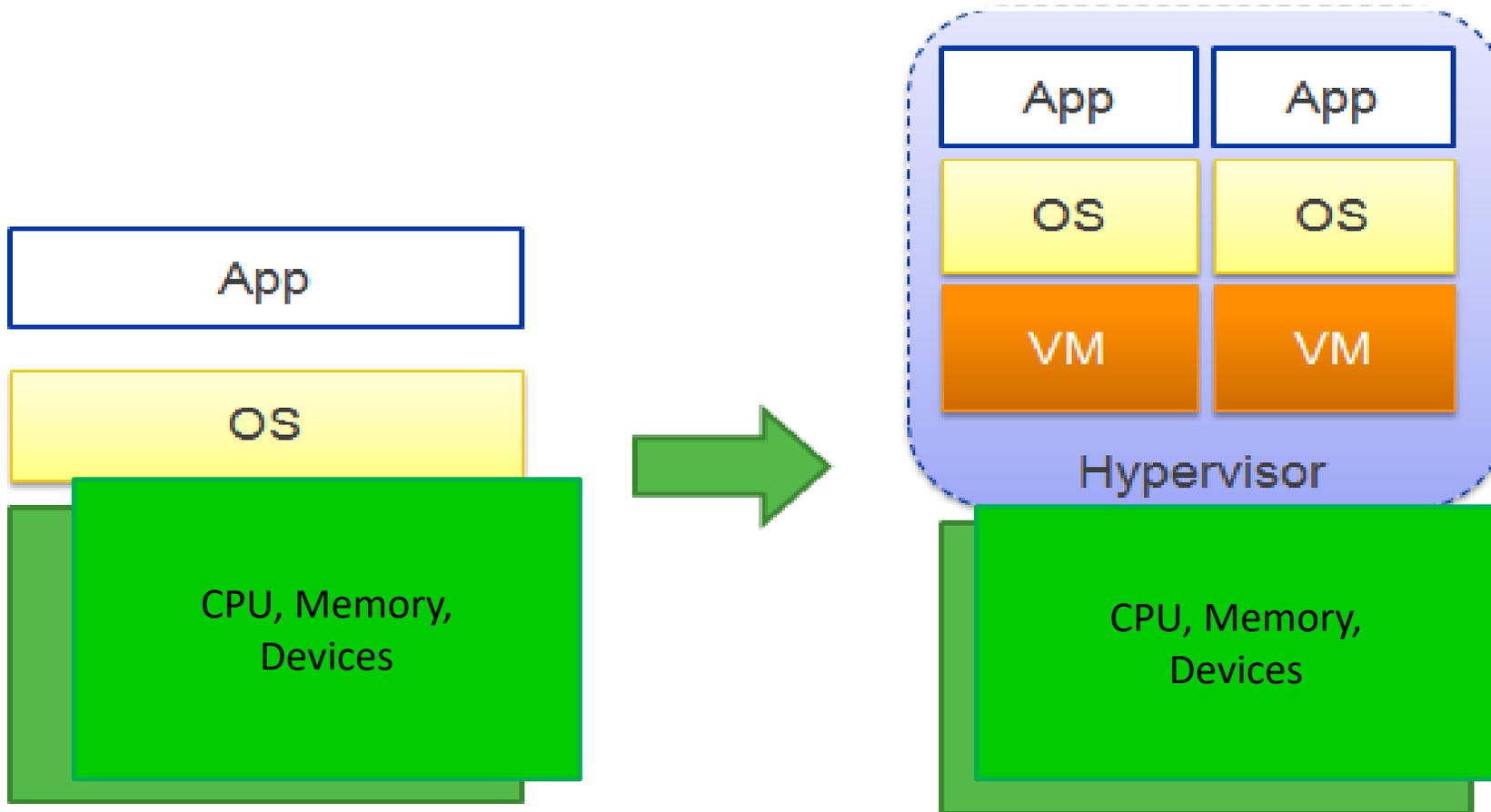
Процессор, память, устройства





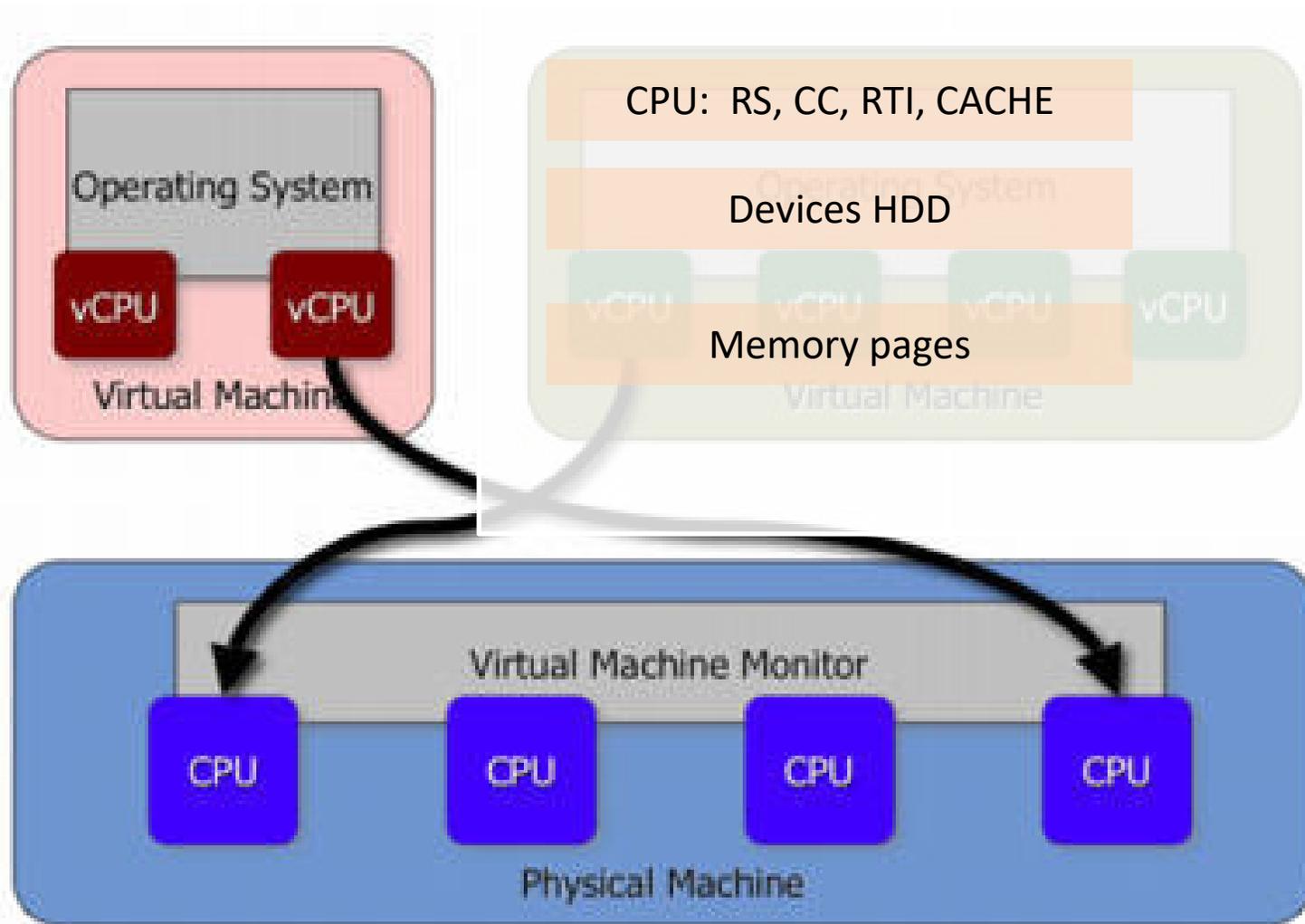
Виртуализация

Виртуализация – это динамическая подмена физической подсистемы с определенными сервисами, на объект, имеющий такой же интерфейс и реализующий тот же самый набор сервисов.



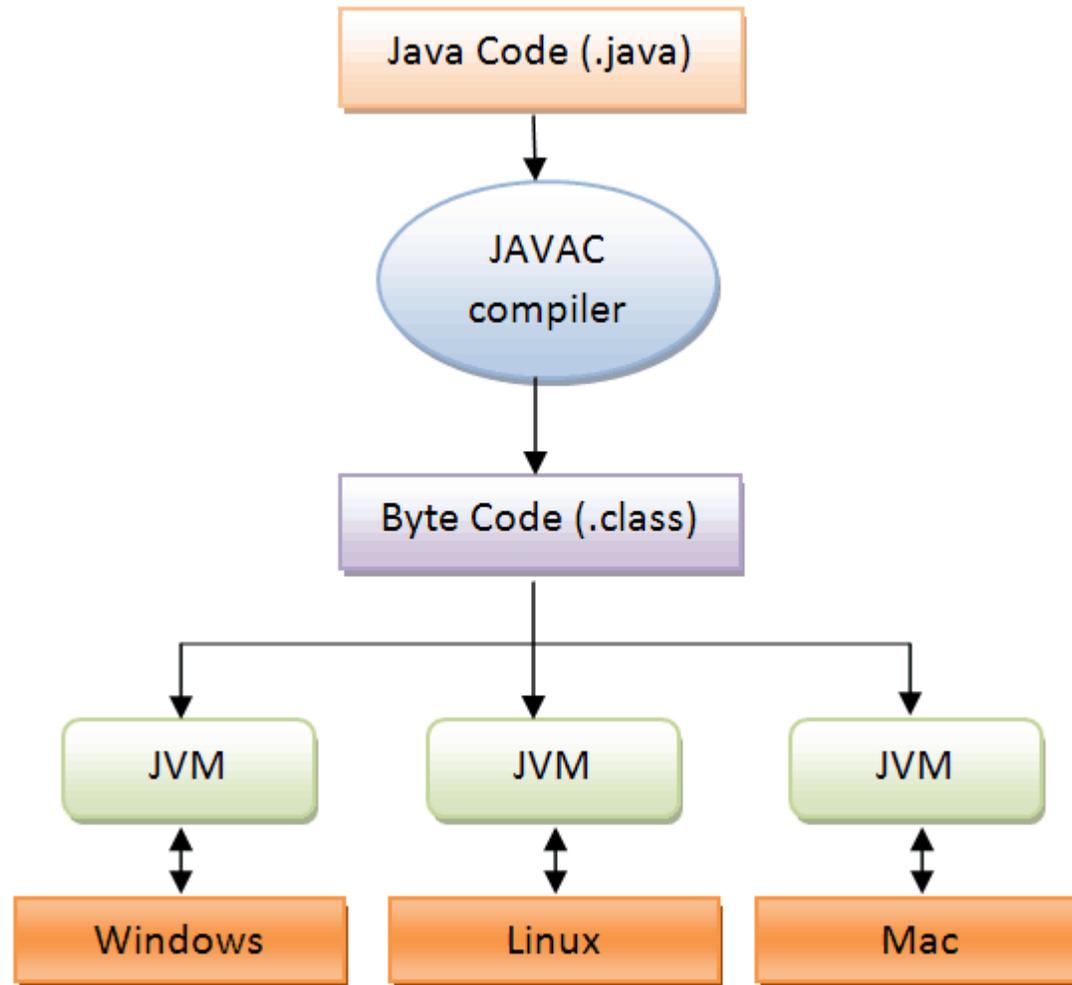


Виртуализация вычислителя





Динамическая виртуализация



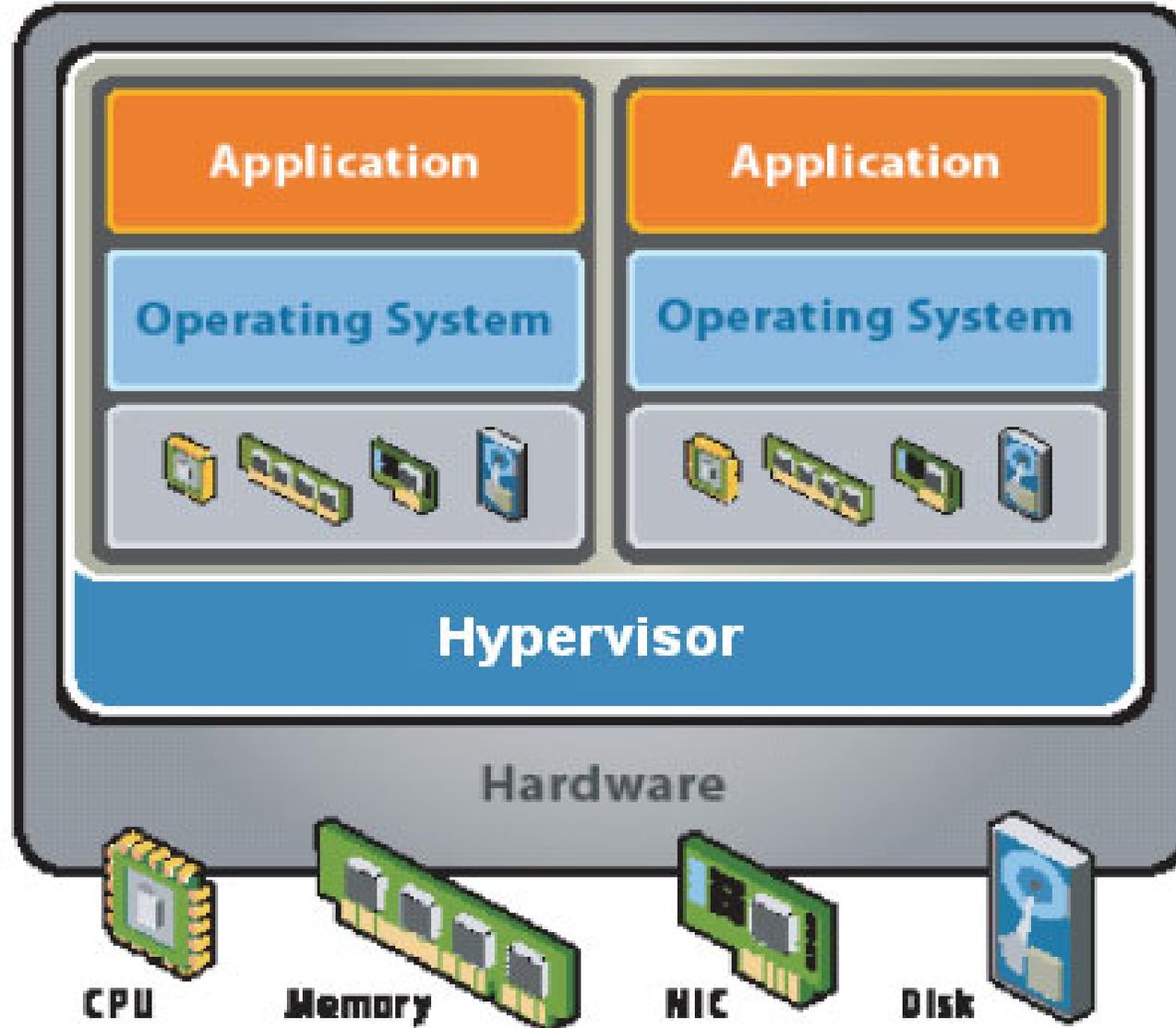


Паравиртуализация



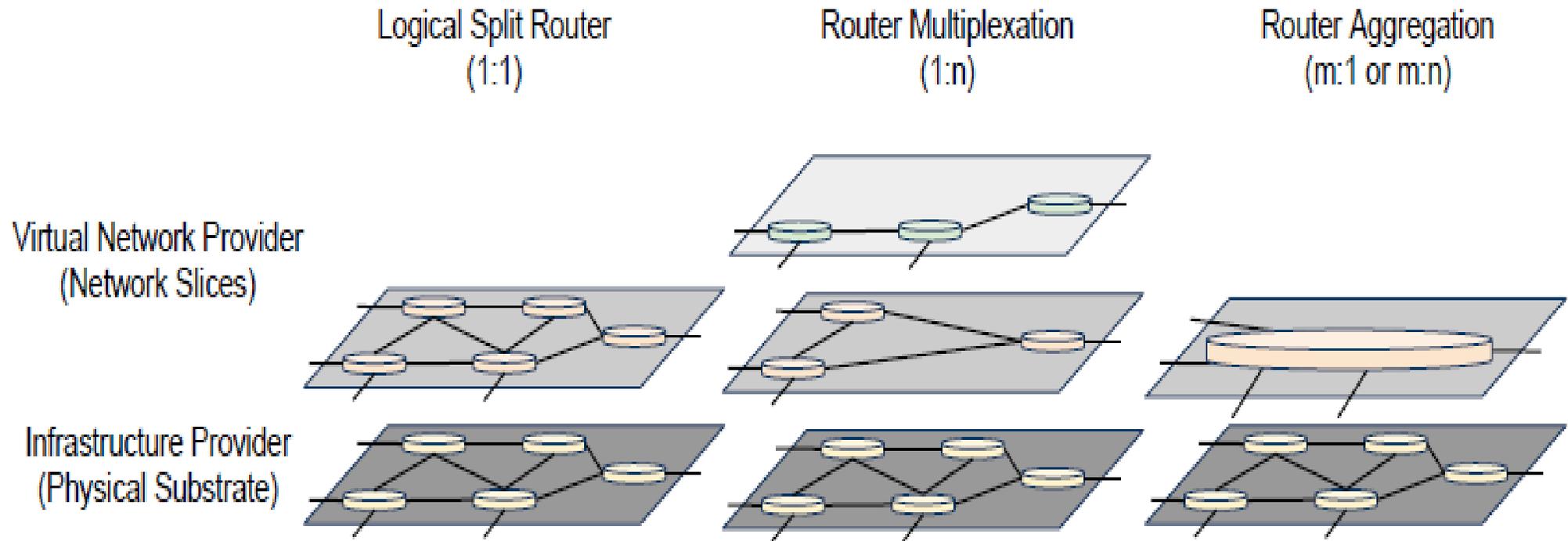


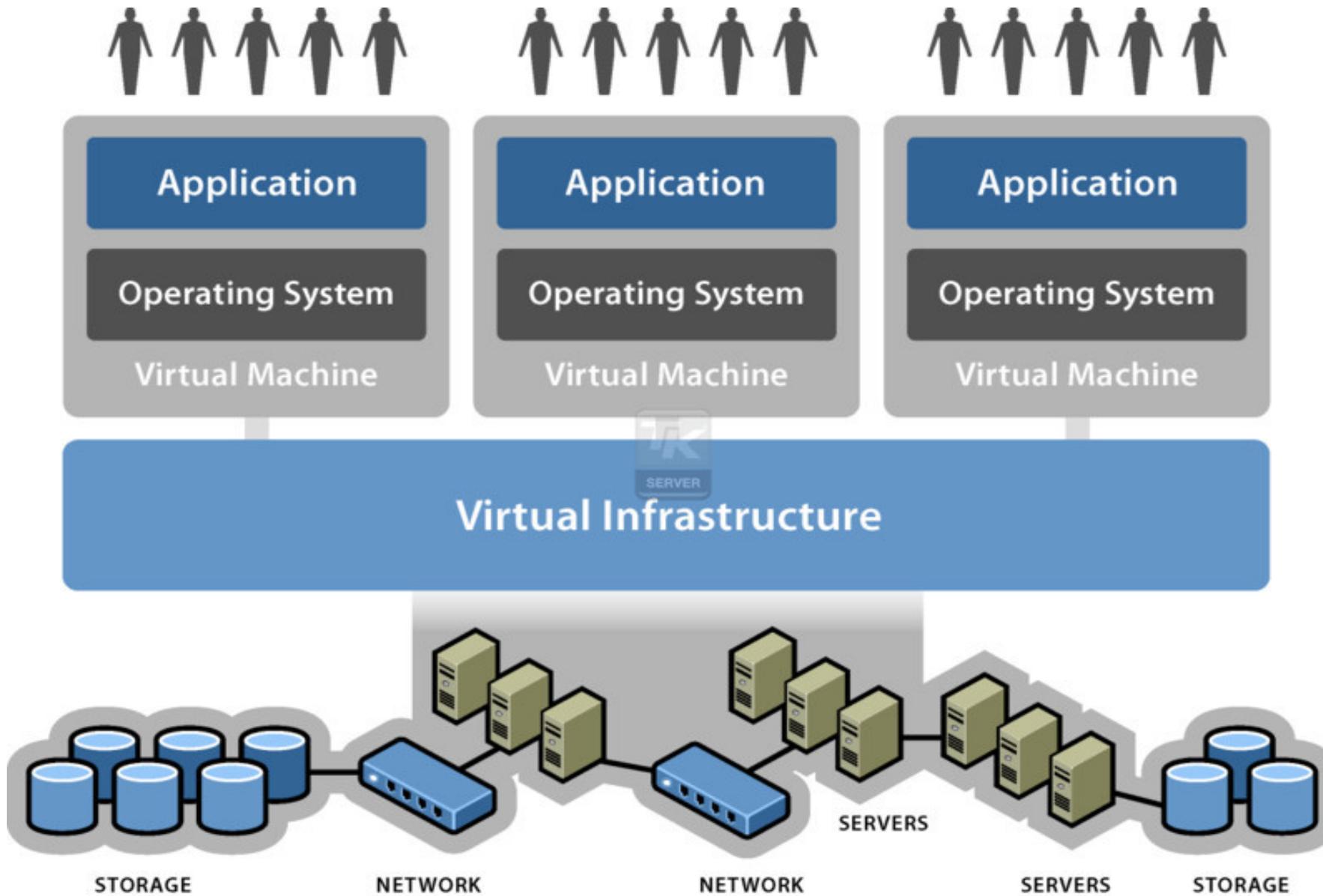
Виртуализация





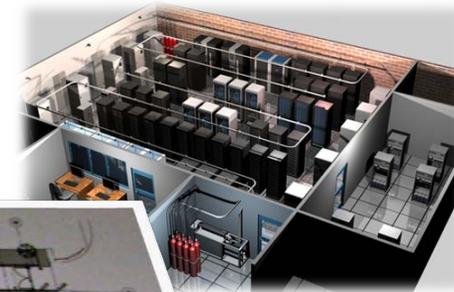
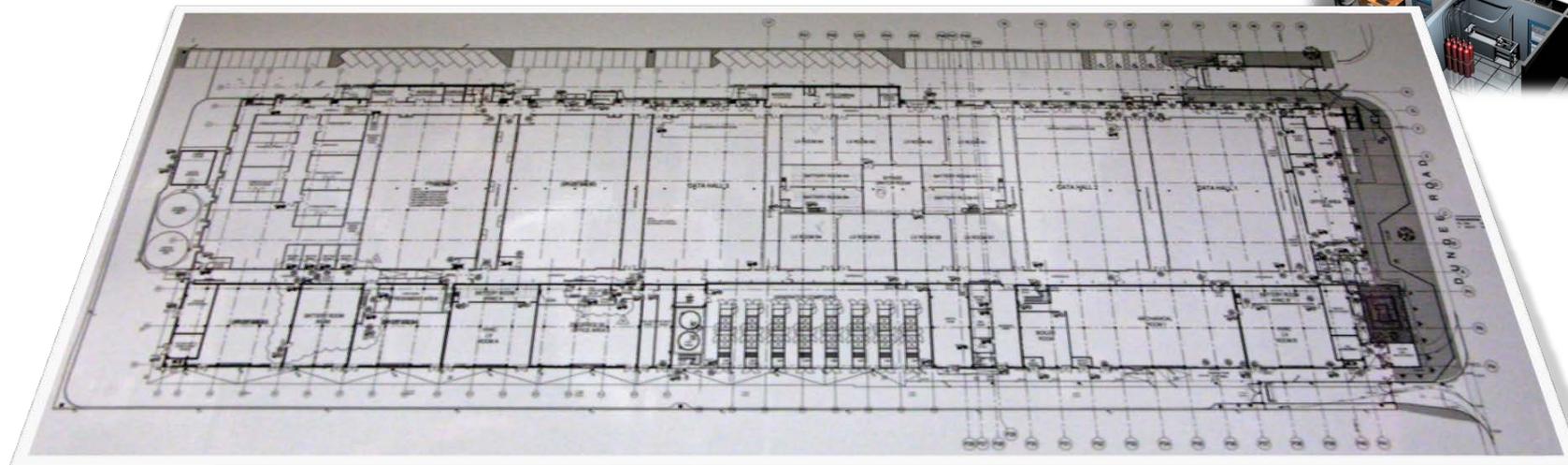
Виртуализация сети







Что такое ЦОД?

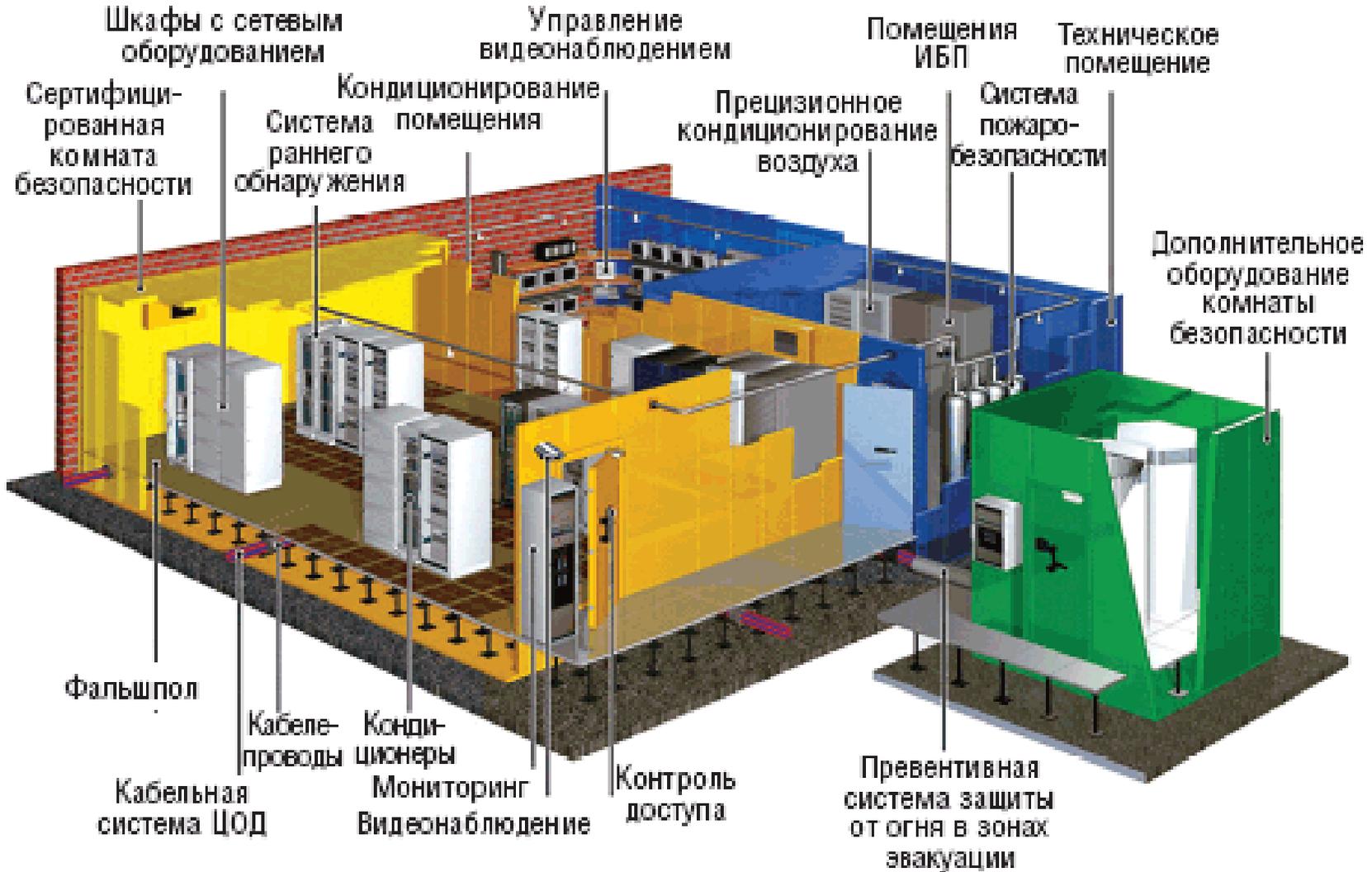


Центр обработки данных (data center) – инженерно-сложный объект, спроектированный, построенный и оснащённый специально для обеспечения заданного уровня доступности работающих в ЦОД Приложений





Структура ЦОД





Модульные ЦОД

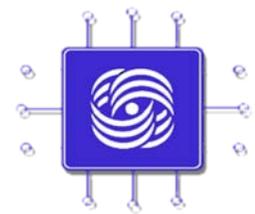


HP POD

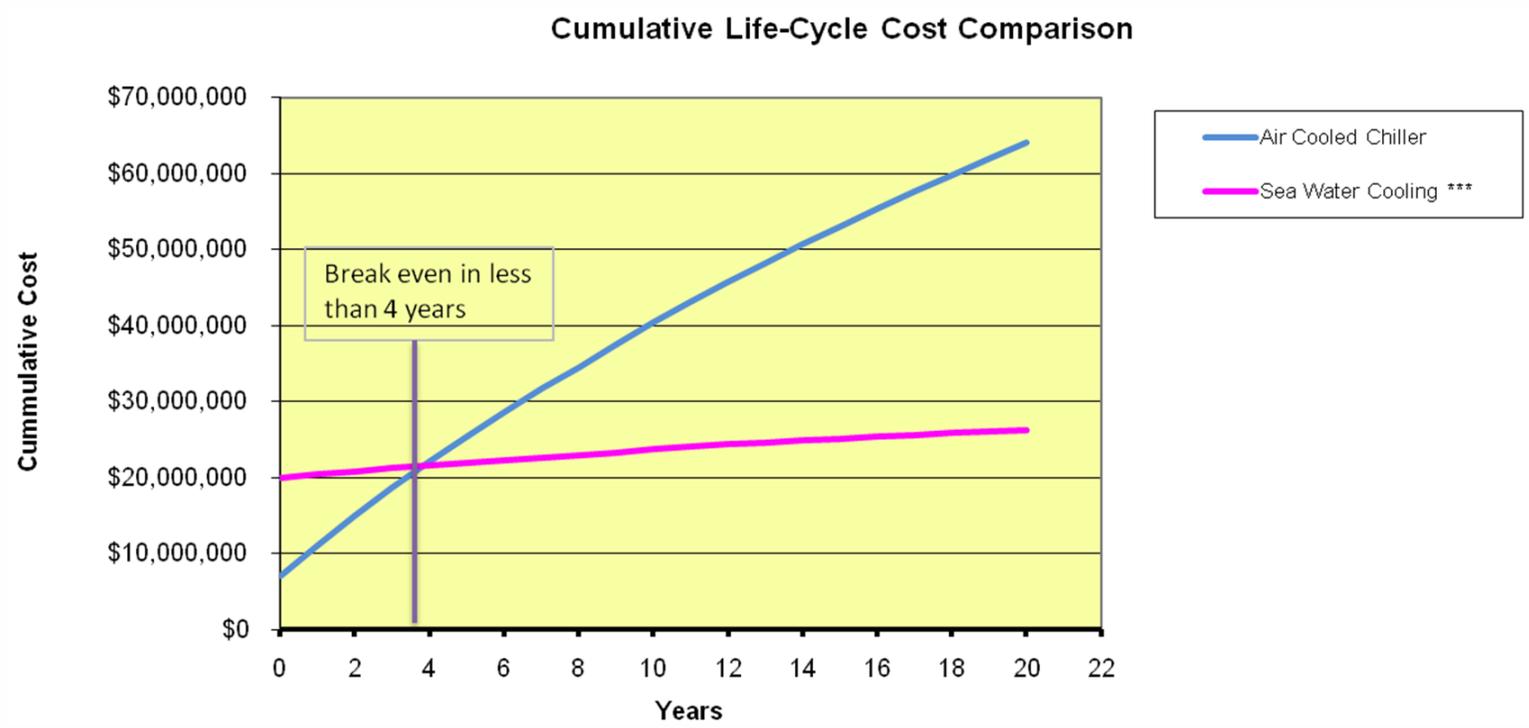
Alternative Thinking for the Data Center

- Mix-and-match IT
- Manage Growth
- Delivery
- Conventional IT
- Deployment and Support





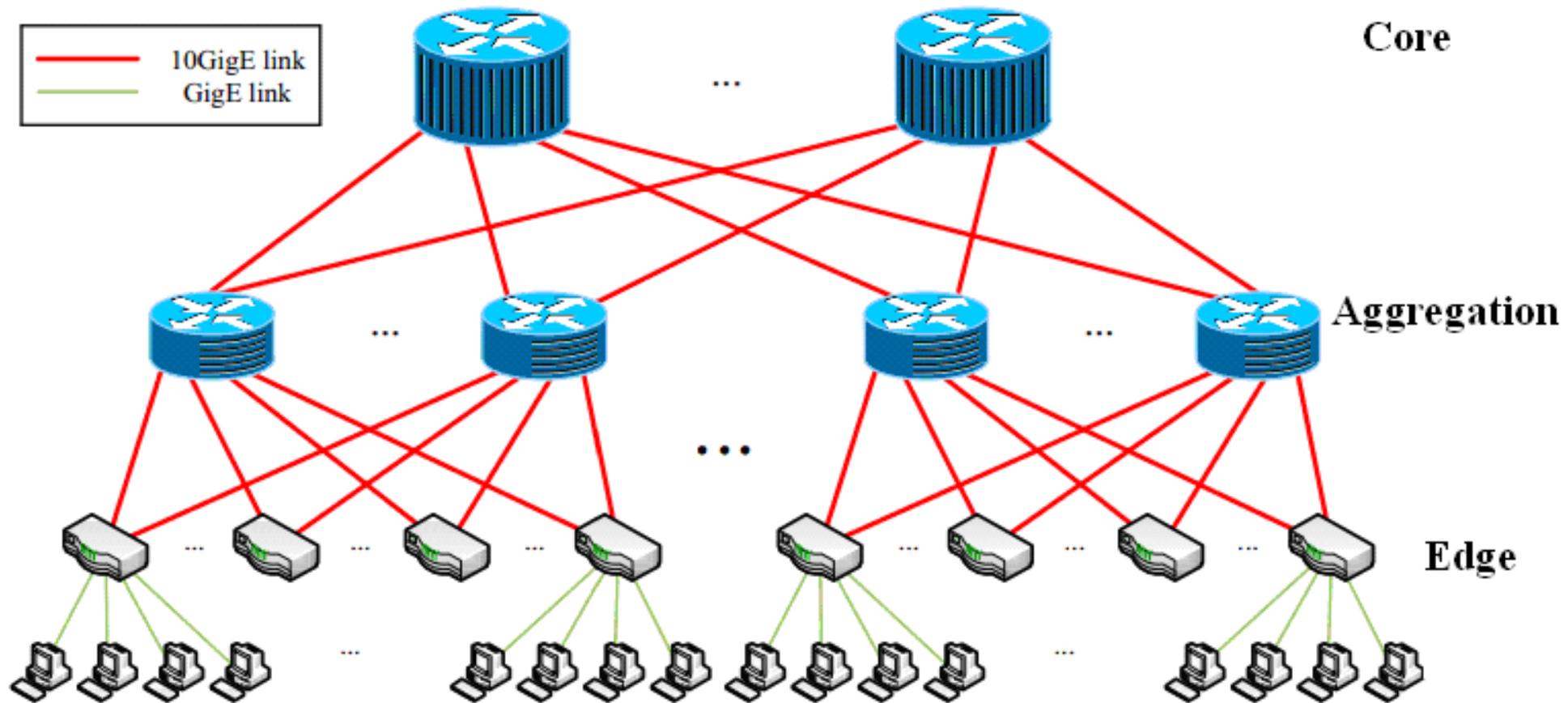
SEA WATER AIR CONDITIONING



Для проекта в 10,000 кв.м. полезной площади при нагрузке в 1615 Вт/кв.м.

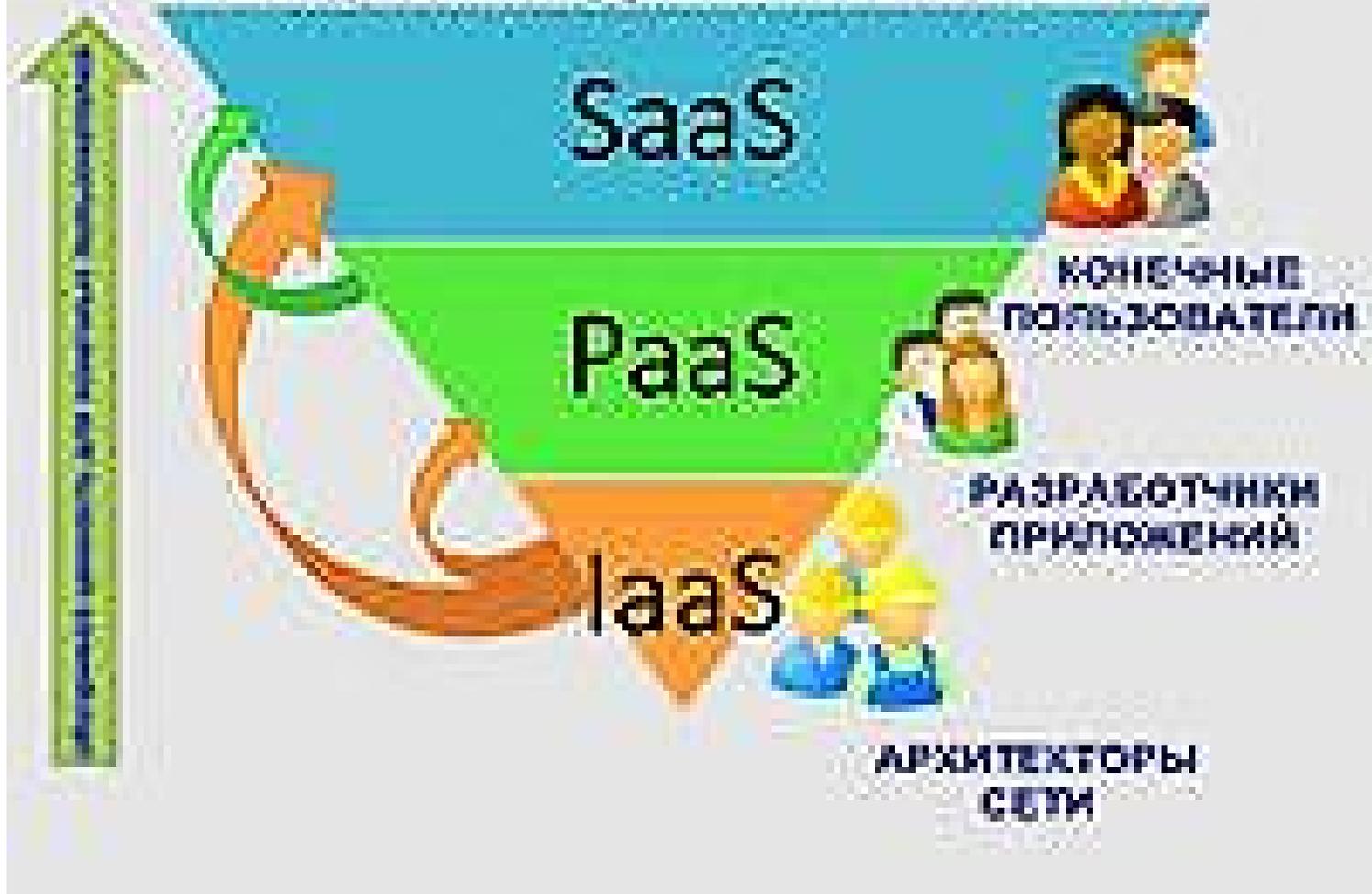


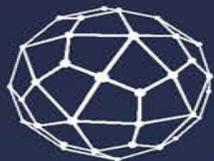
Типовая сетевая структура сети в ЦОД



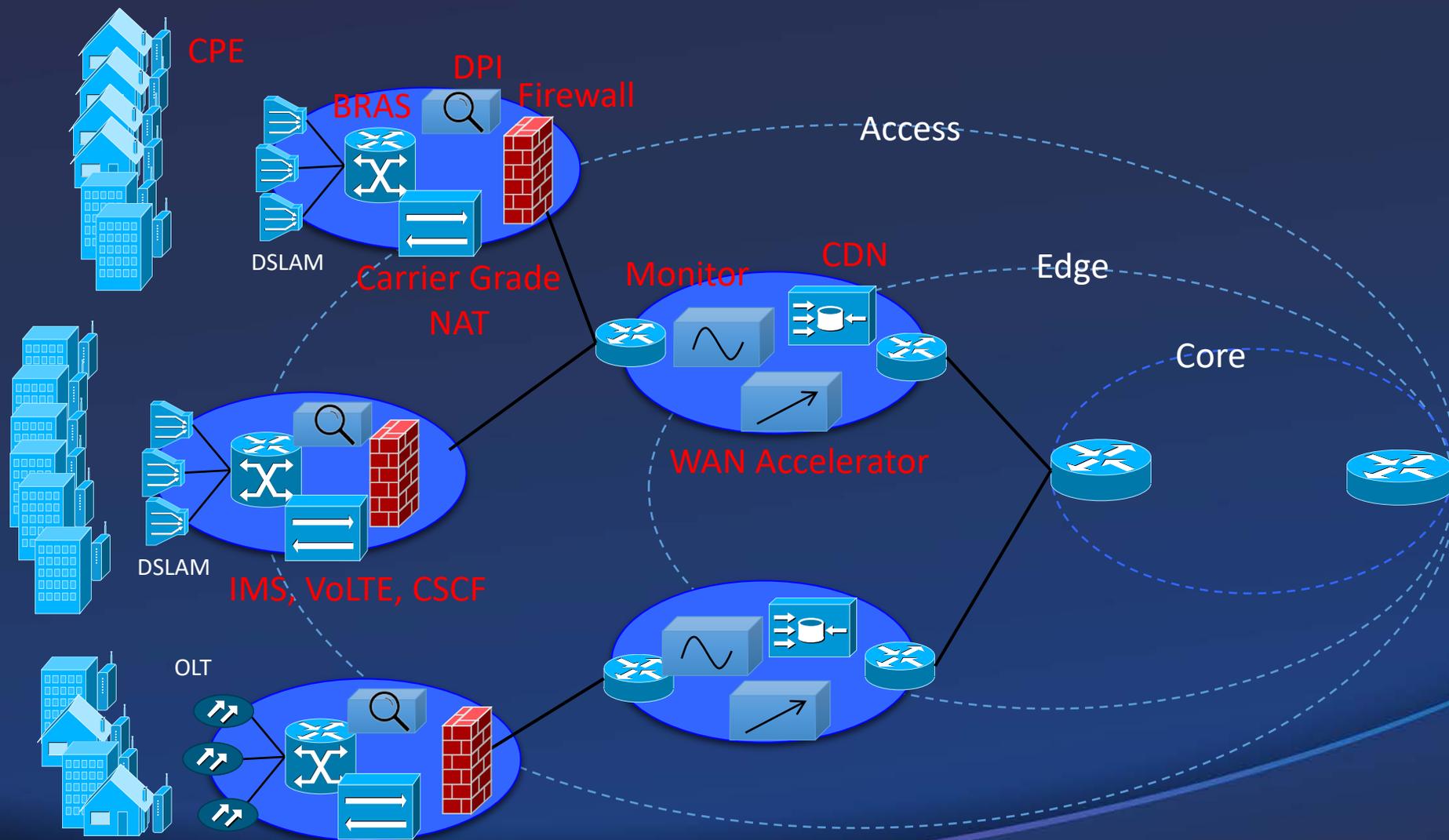


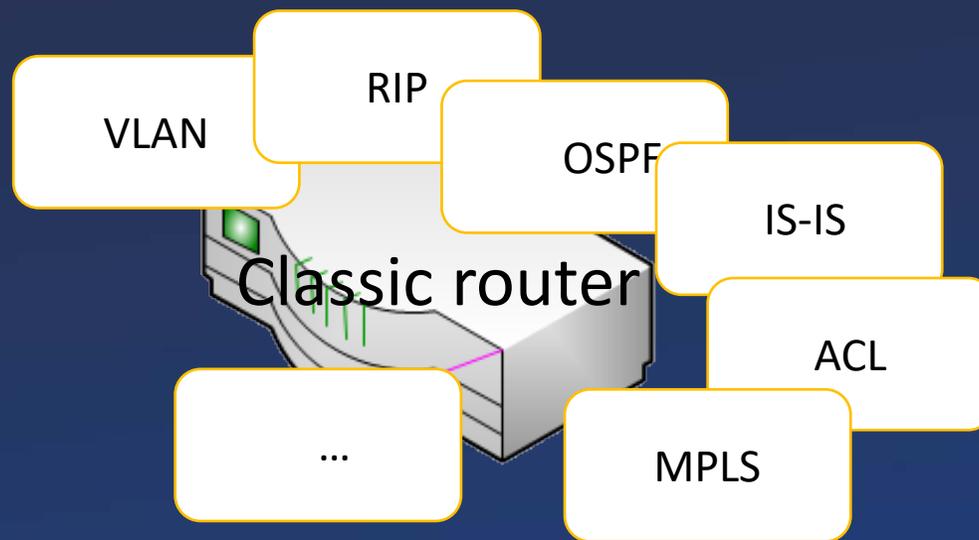
Модели работы с облаком для разных групп пользователей

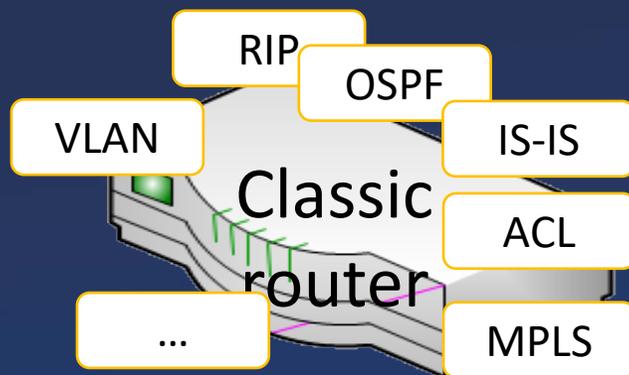


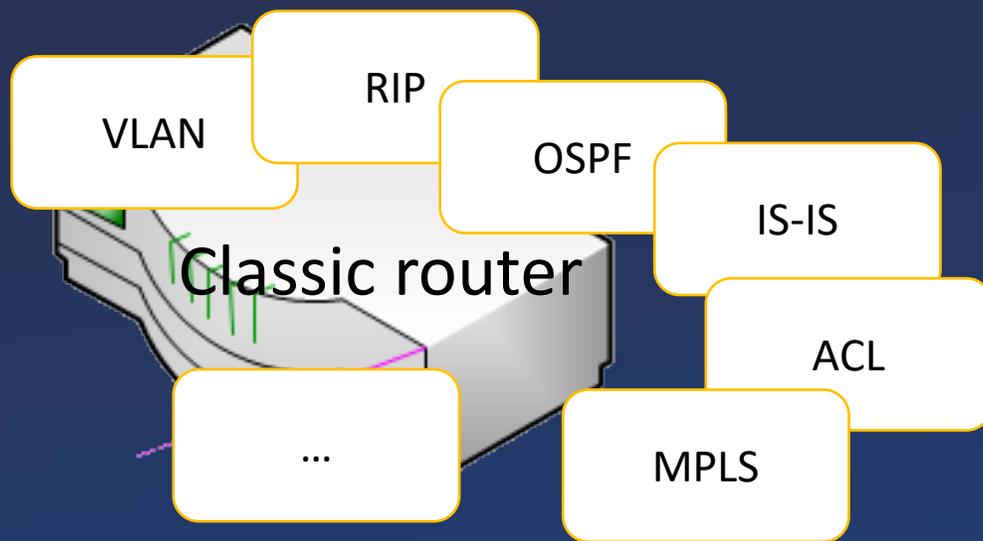


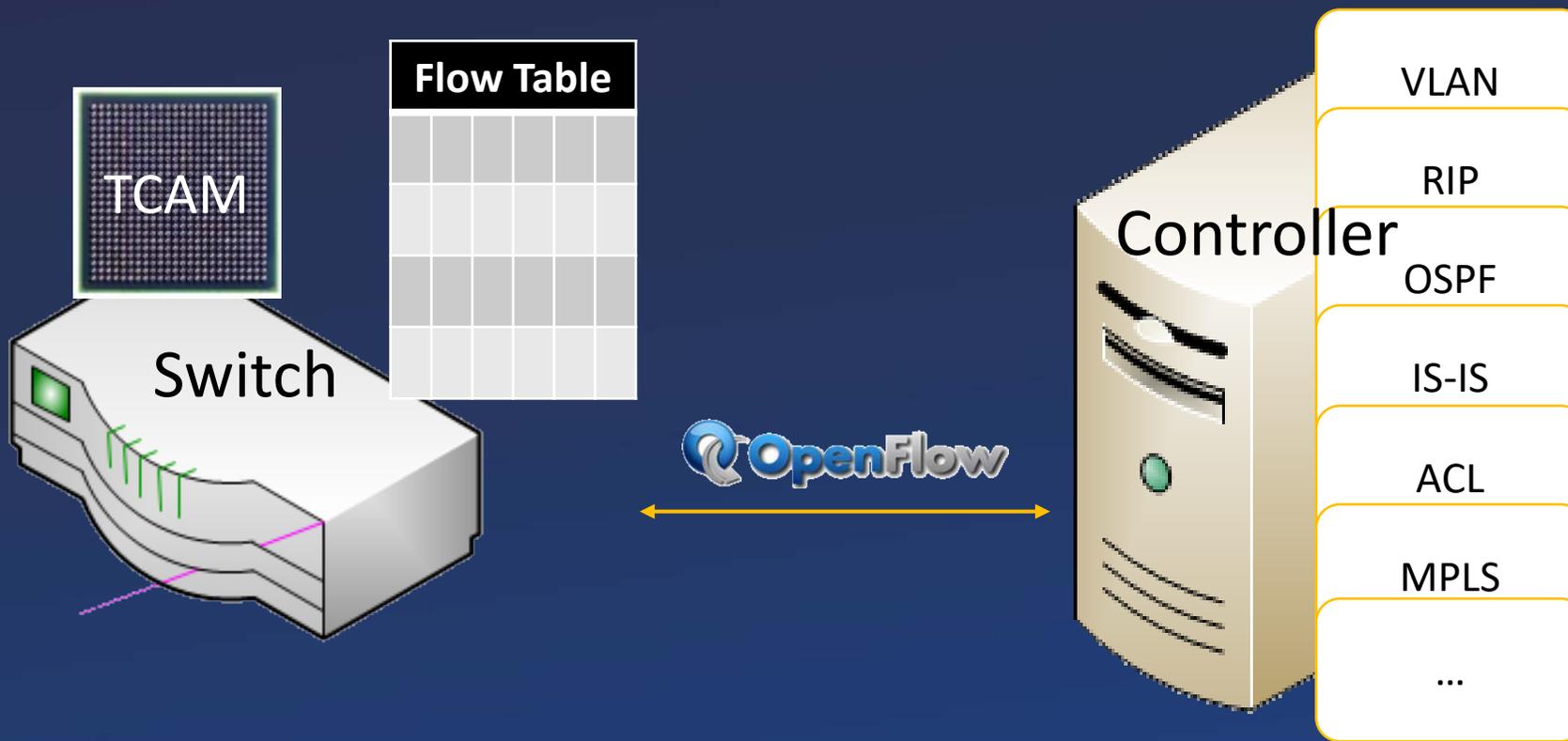
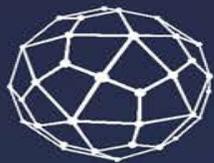
Сеть оператора

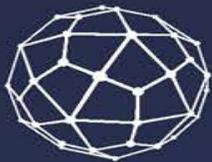












Flow Table

MAC src	MAC dst	IP Src	IP Dst	TCP sport	TCP dport	Action	
*	*	*	5.6.7.8	*	*	port 1	Routing
*	00:1f:...	*	*	*	*	port 5	Switching
*	*	*	*	*	22	drop	Firewall
00:20..	00:1f:...	1.2.3.4	5.6.7.8	20	666	port 7	Flow Switching

Switch

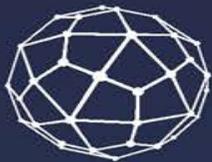
Rule examples

Routing

Switching

Firewall

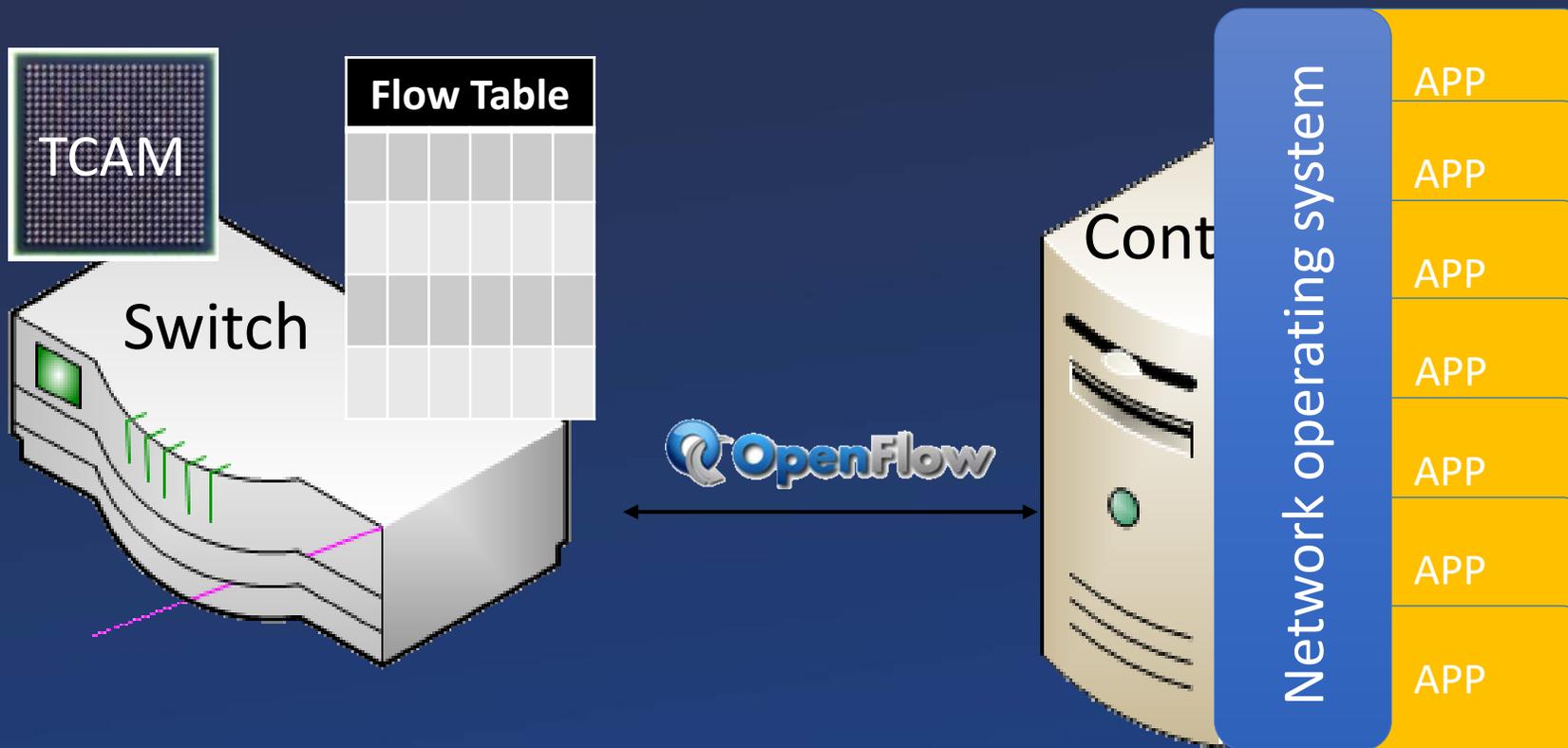
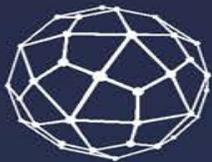
Flow Switching

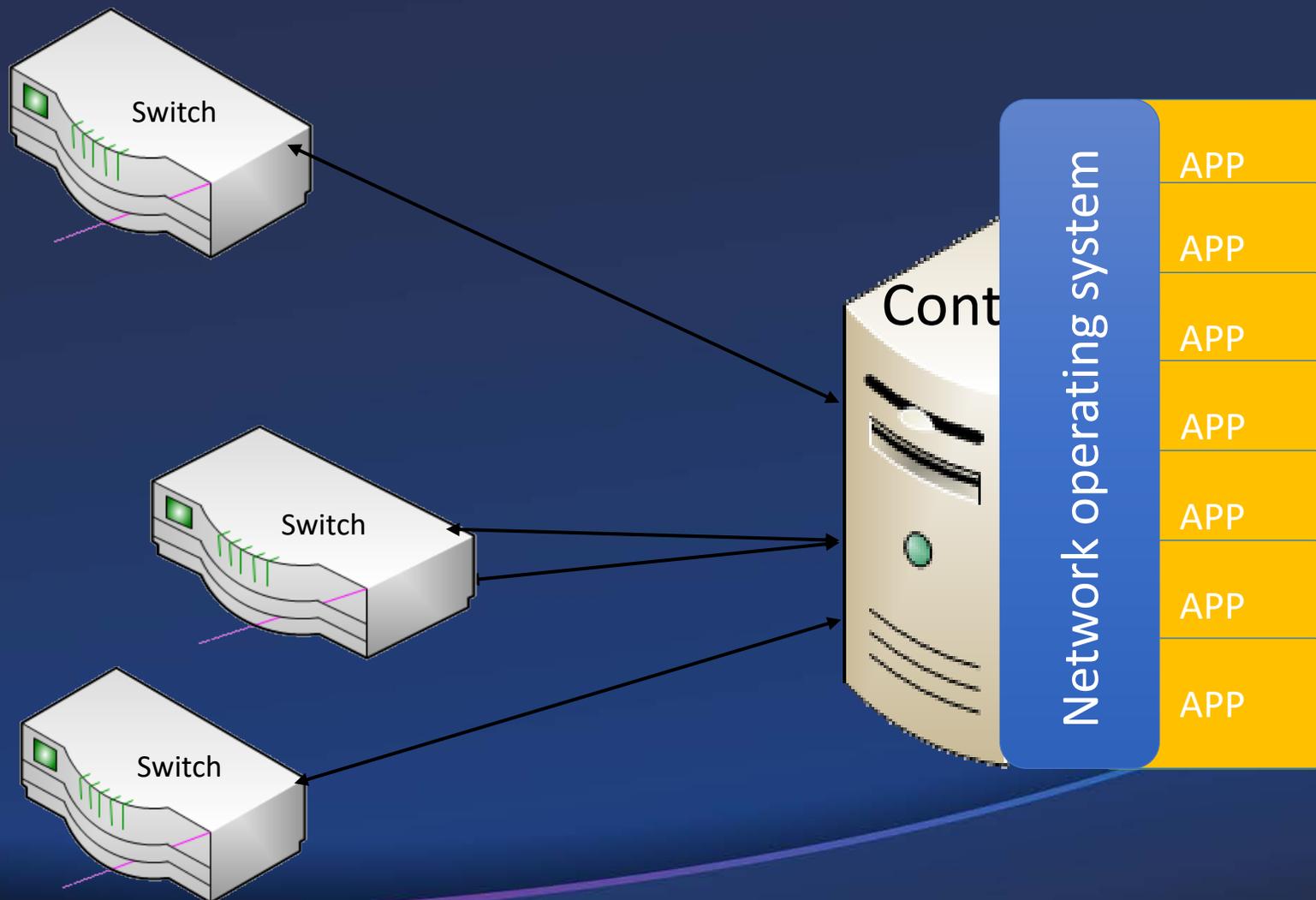
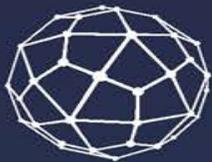


Flow Table

MAC src	MAC dst	IP Src	IP Dst	TCP sport	TCP dport	Action	VLAN
*	*	*	5.6.7.8	*	*	port 1	
Rule examples							
*	00:1f:...	*	*	*	*	port 5	
*	*	*	*	*	22	drop	
00:20..	00:1f:...	1.2.3.4	5.6.7.8	20	666	port 7	

Routing
Switching
Firewall
Flow Switching

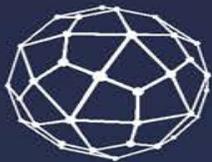




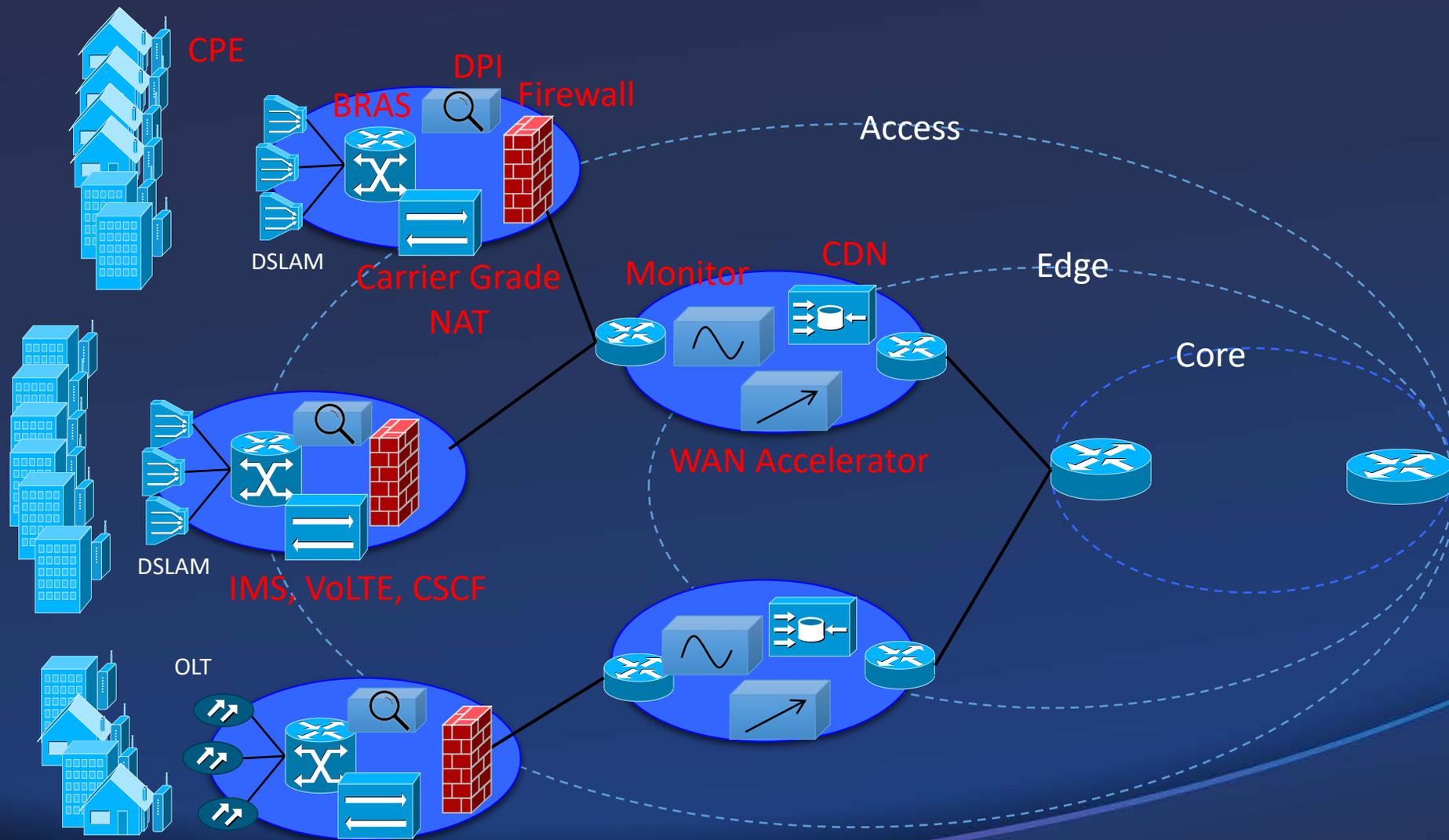


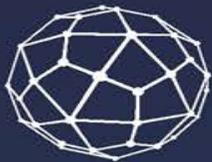
ПКС: промежуточный итог

- Изоляция контура управления от контура передачи данных
- Унифицированный интерфейс для приложений управления
- Унифицированный интерфейс для контура передачи данных
- Централизация управления:
 - понятие состояния сети
 - резкое сокращение времени сходимости
 - топология на L2 и L3



Сеть оператора с ВСС





Виртуальные Сетевые Сервисы (NFV)



Специализированное аппаратное обеспечение.
Требует физического размещения в каждом месте.
Невозможность быстрого развития и инноваций.

Традиционный подход к размещению сетевых функций.

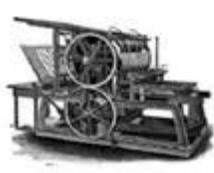
Это похоже на ...



Калькулятор



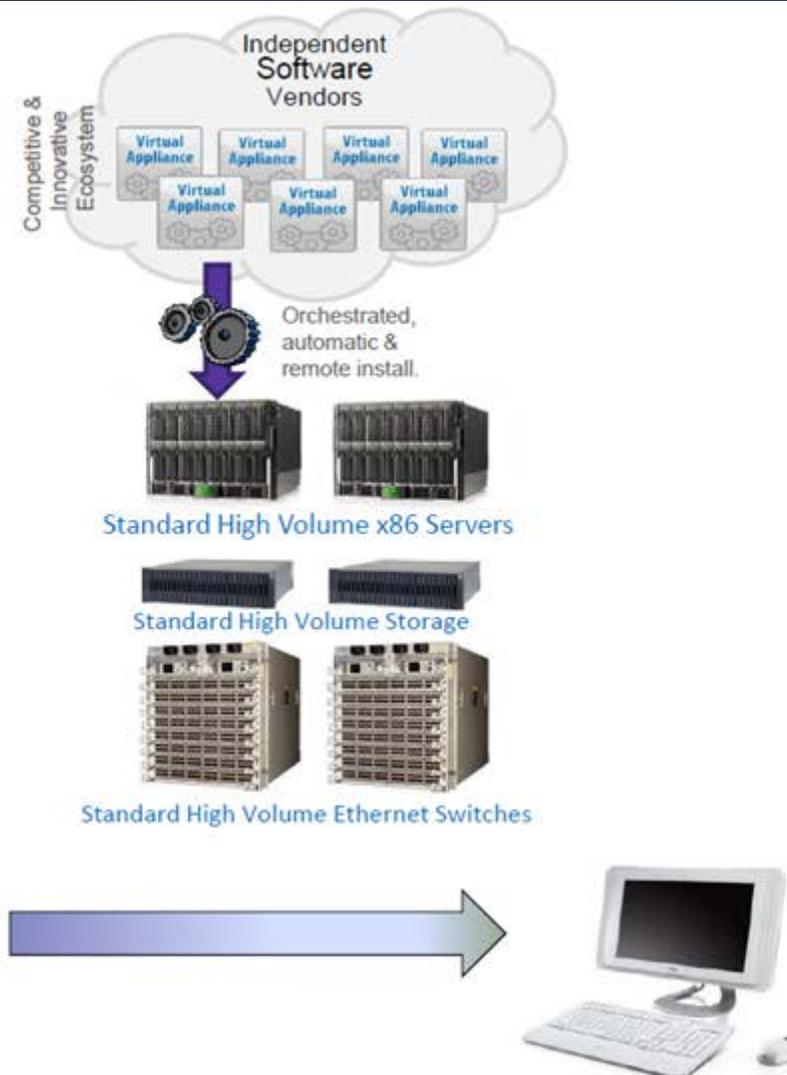
Пишущая машина

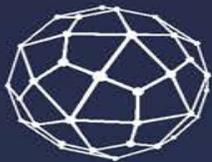


Печатный станок

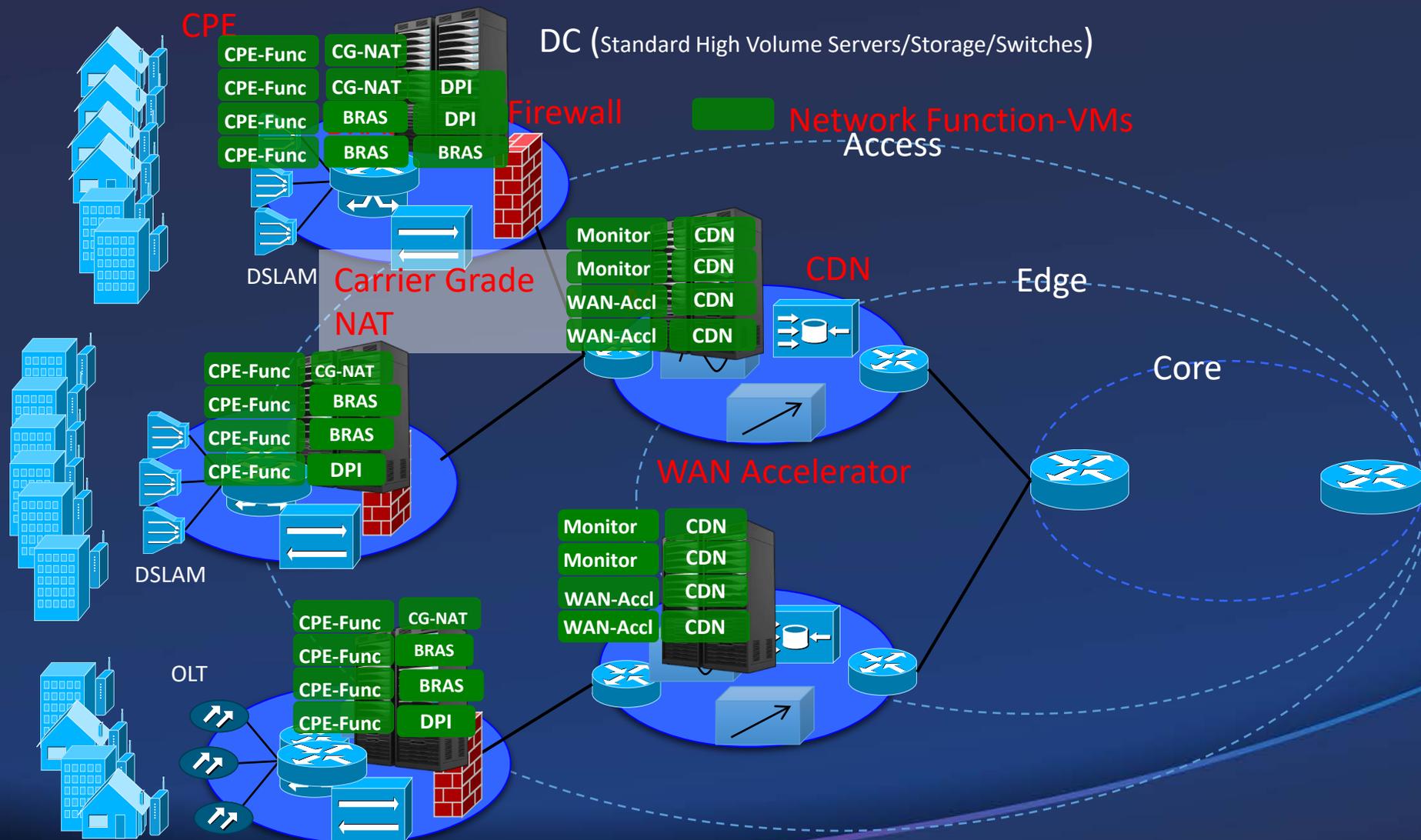


Факс.аппарат



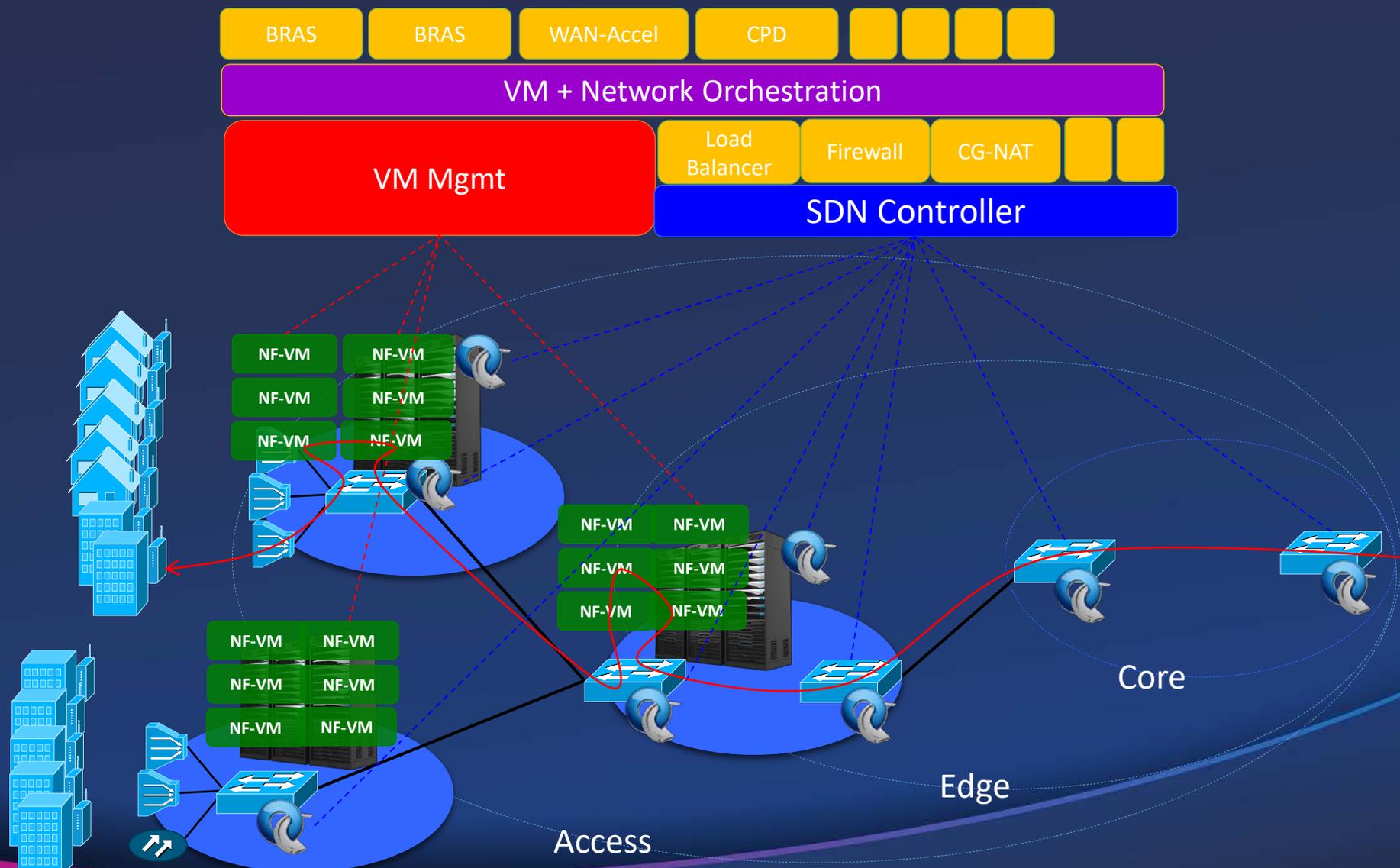


Сеть оператора с NFV





NFV с плоскостью управления SDN





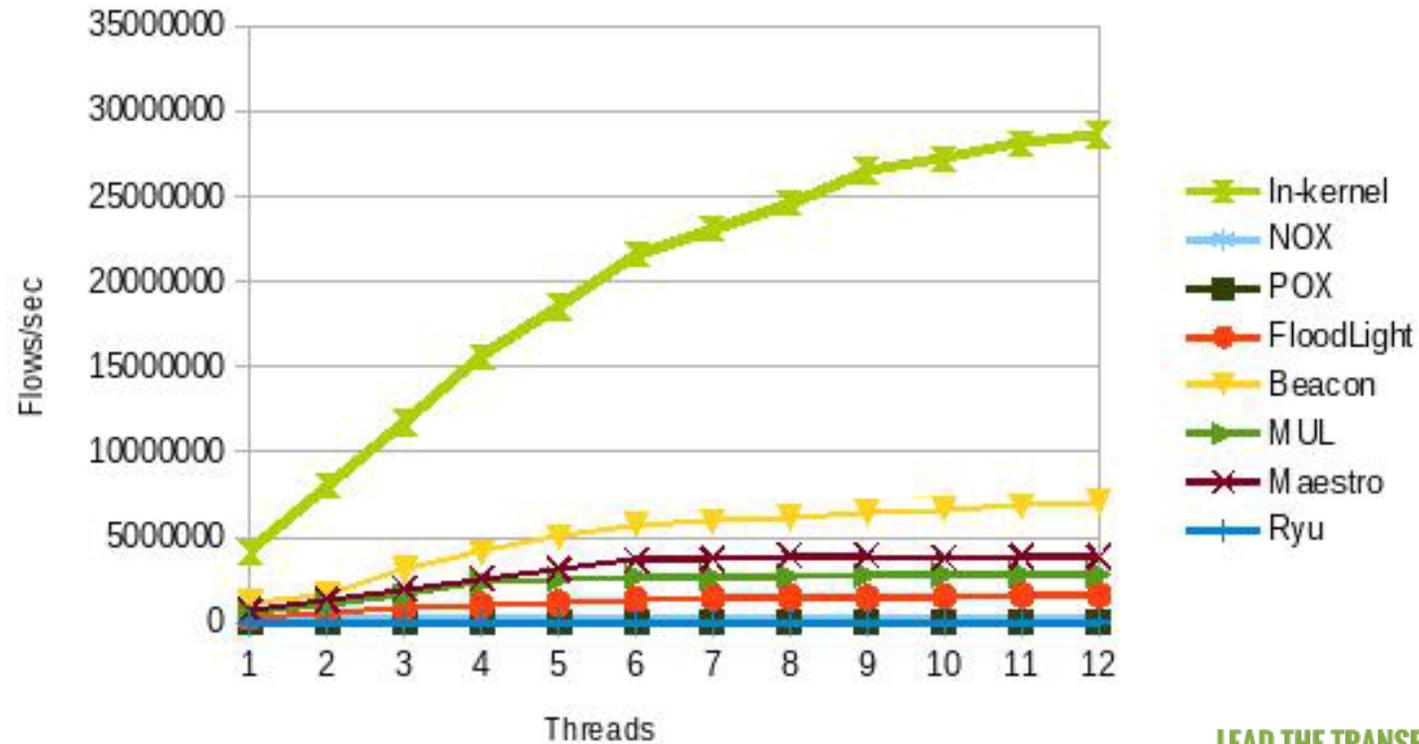
RUNOS

RUNOS = RUssian Network Operating System

- It is a series of SDN/OpenFlow controllers
 - **In-kernel** – super fast, hard to develop apps
 - **Fusion** – userspace memory control interface to the kernel controller
 - **Easy** – fully userspace controller with high functionality, easy to develop your apps, relatively high performance comparing to cotemporary userspace controllers
 - **Distributed** – HA version of the userspace controller
- The project is in the open source arccn.github.io/runos (currently only third version)



Performance (in_kernel)

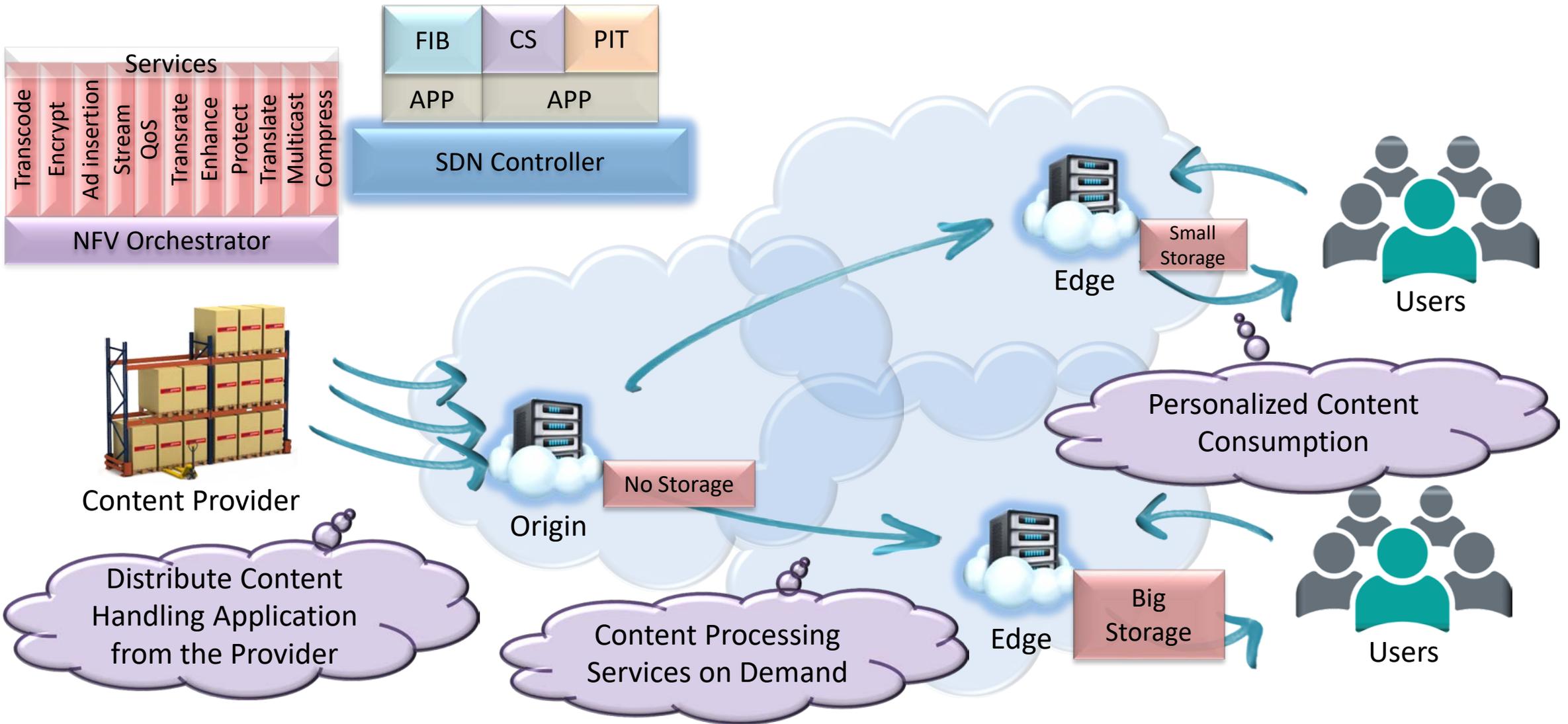


- Performance is **30M fps**
- Latency is **45us**

LEAD THE TRANSFORMATION
OPEN MARCH 3 - 5, 2014
NETWORKING
SUMMIT 2014
SANTA CLARA CONVENTION CENTER & HYATT



NG-CDN = SDN + NFV + vCaching + Naming + vTranscoding...?



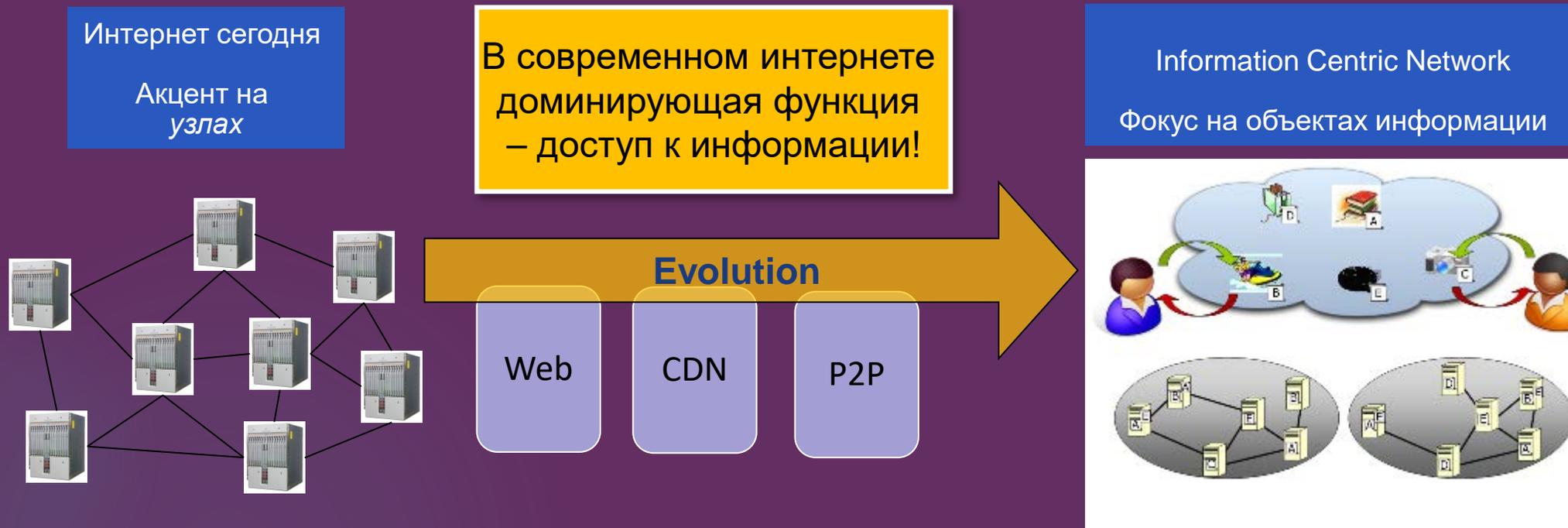
Информационная сеть vs Компьютерная сеть

Information Centric Networking

51



Введение в компьютерные сети Чл.-корр. РАН
Смеянский Р.А.
05.12.2018



Важные требования:

- доступ к названным ресурсам, а не хостам
- масштабируемое распределение через репликацию и кэширование
- хороший контроль разрешающей способности маршрутизации и доступа

С повсеместным кэшированием, НО для всех приложений и для всех пользователей и провайдеров контента!



- Программируемое управление сетью
- Разделение контура управления и контура передачи данных
- Централизация управления – повышение уровня автоматизации управления сетью
- Упрощение конструкции коммутаторов = снижение стоимости
= повышение производительности
- Совместимость (конвергентность) с традиционными сетями
- Программная настройка сетевых коммутаторов – сеть не зависит от стека протоколов
- NFV – Everything is a service
- Сеть – это платформа: CDN на основе SDN&NFV
- ICN