

APPLIED
RESEARCH
CENTER FOR
COMPUTER
NETWORKS

SDN&NFV: Виртуализация сетевых функций (NFV)

Доп. главы Компьютерных сетей и
телекоммуникации

к.ф.-м.н., м.н.с., Шалимов А.В.



ashalimov@lvk.cs.msu.su



[@alex_shali](https://twitter.com/alex_shali)

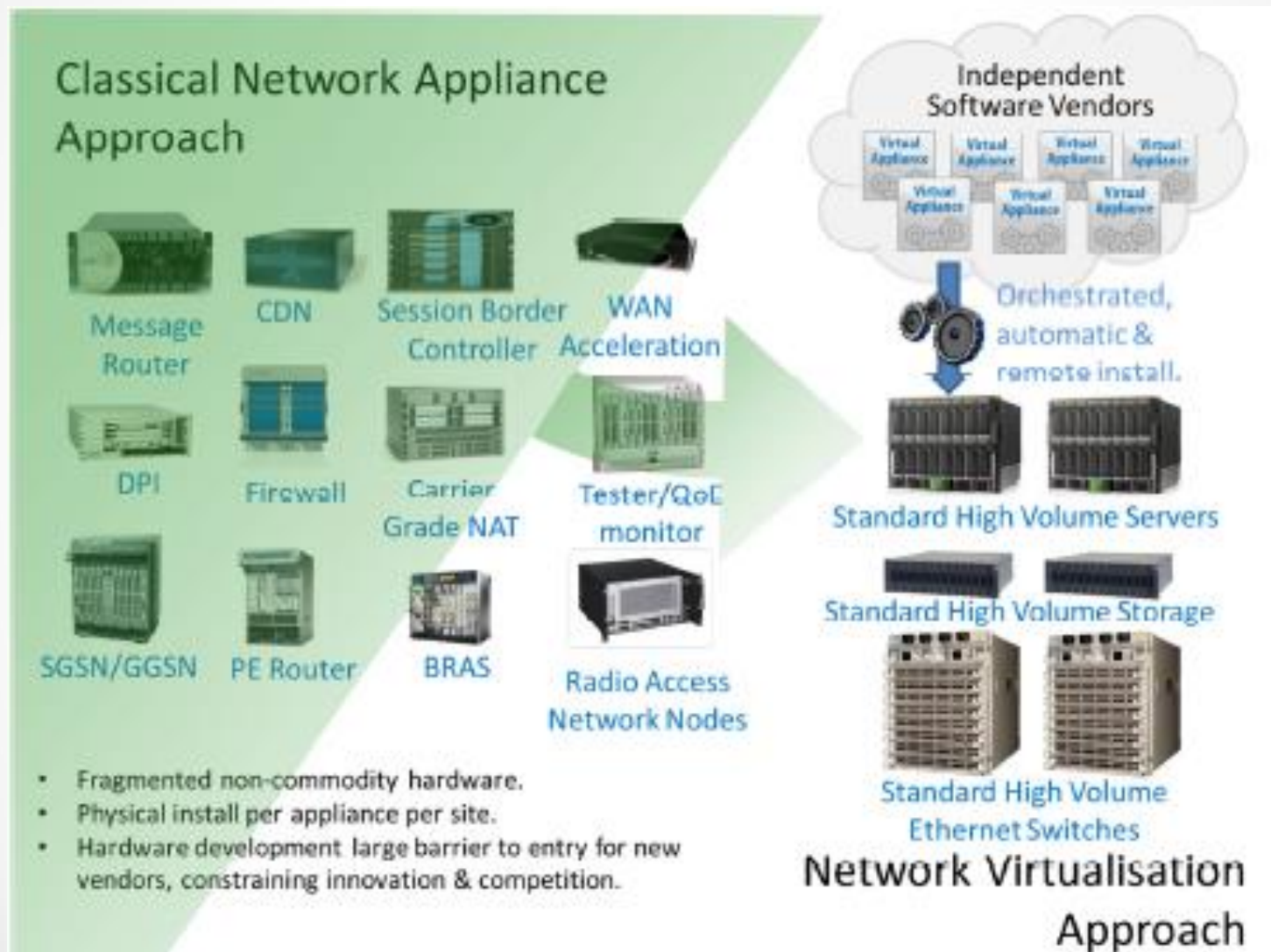
[@arccnnews](https://twitter.com/arccnnews)

Часть I: Введение в Network Function Virtualization (NFV)

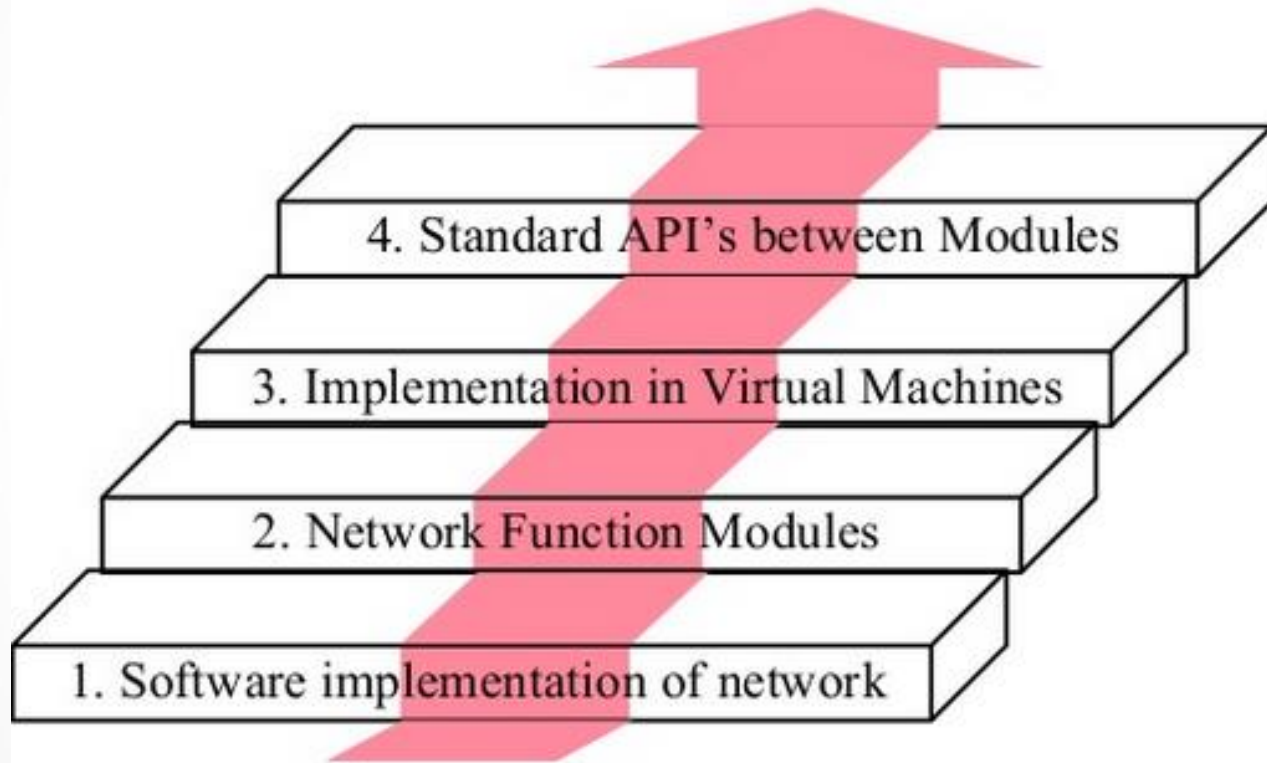
Проблемы телеком операторов

- Количество трафика растет, требуется больше сетевого оборудования, НО доход не растет.
 - Инфраструктура состоит из проприетарного дорогого оборудования.
 - Статическое распределение ресурсов.
 - Вывод новых сервисов занимает до 18 месяцев.

Виртуальные сетевые сервисы

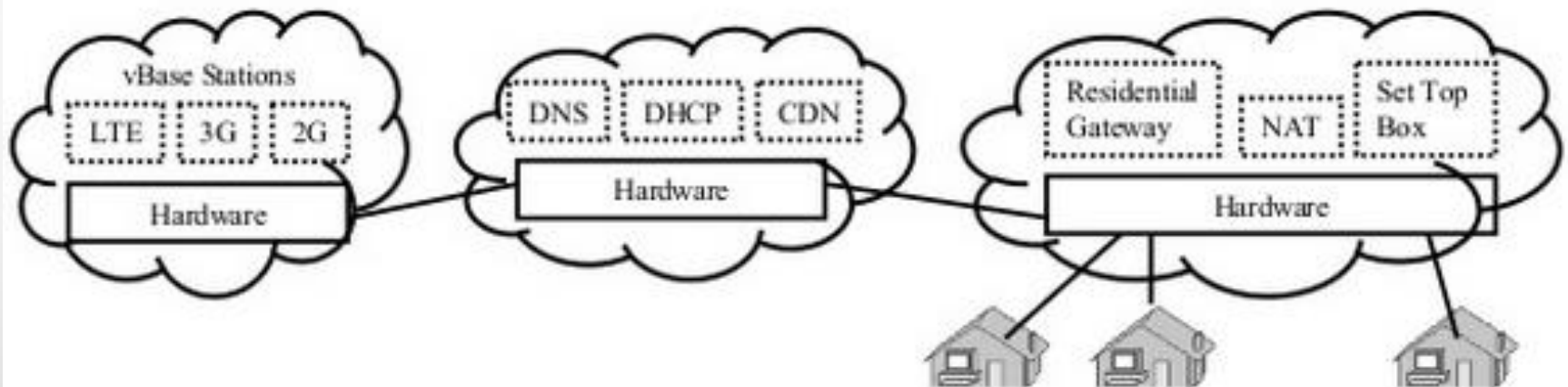


Уровни развития NFV



Уровни развития NFV

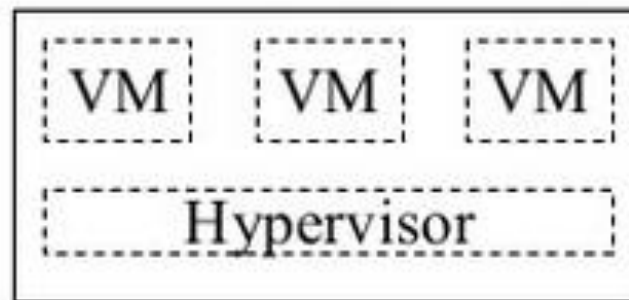
1. Fast standard hardware \Rightarrow **Software based Devices**
Routers, Firewalls, Broadband Remote Access Server (BRAS)
 \Rightarrow A.k.a. *white box* implementation
2. **Function Modules** (Both data plane and control plane)
 \Rightarrow DHCP (Dynamic Host control Protocol), NAT (Network Address Translation), Rate Limiting,



Уровни развития NFV

3. Virtual Machine implementation

- ⇒ Virtual appliances
- ⇒ All advantages of virtualization (quick provisioning, scalability, mobility, Reduced CapEx, Reduced OpEx, ...)



4. Standard APIs: New ISG (Industry Specification Group) in ETSI (European Telecom Standards Institute) set up in November 2012

Преимущества

NFV - перенос сетевых функций на виртуальные машины:

- Упрощение развертывания и обновления как софта, так и железа
- Уменьшение стоимости за счет использования стандартных серверов
- Объединение сервисов в группы

Примеры

BRAS

- Терминация пользовательских сессий
- Интересует выгода на одного пользователя ~ 1Mbps
- Стоимость существующего решений примерно 10к за 10Gbps => **Одно подключение = \$1**
- С NFV: один сервер может обрабатывать 50Gbps. Стоимость \$5k => **Одно подключение = \$0.1.**
- CG-NAT
 - Трансляция адресов
 - **Высокая стоимость существующих решений.**
 - **Экономия:** \$16 -> \$4 -> **\$2** на подключение

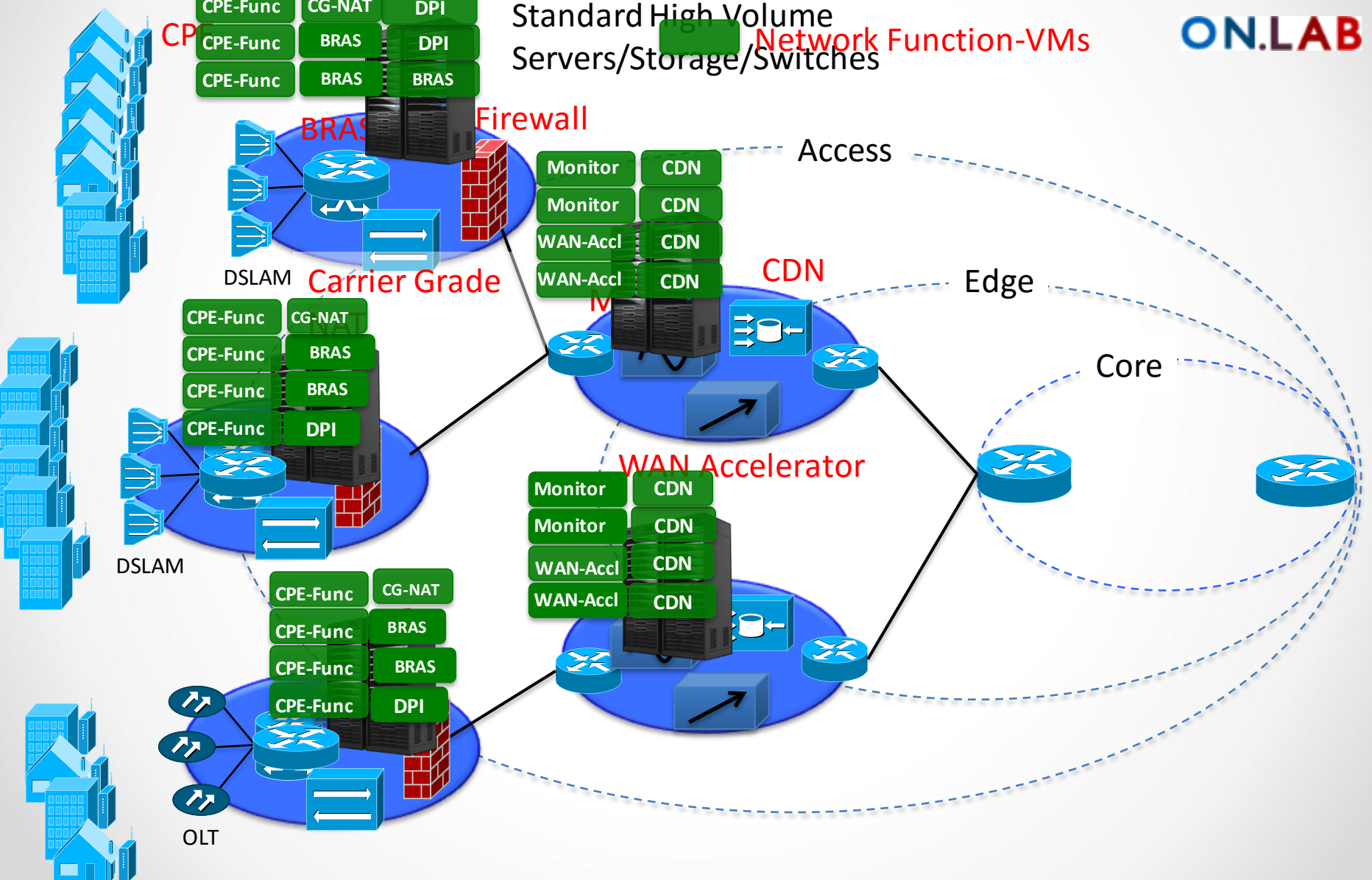
Carrier Edge Network with NFV

CP

CPE-Func	CG-NAT	
CPE-Func	CG-NAT	DPI
CPE-Func	BRAS	DPI
CPE-Func	BRAS	BRAS

Network Function-VMs

Standard High Volume Servers/Storage/Switches



Carrier Grade

CPE-Func	CG-NAT	
CPE-Func	CG-NAT	DPI
CPE-Func	BRAS	DPI
CPE-Func	BRAS	BRAS

DSLAM

Carrier Grade

CPE-Func	CG-NAT
CPE-Func	BRAS
CPE-Func	BRAS
CPE-Func	DPI

DSLAM

Carrier Grade

CPE-Func	CG-NAT
CPE-Func	BRAS
CPE-Func	BRAS
CPE-Func	DPI

OLT

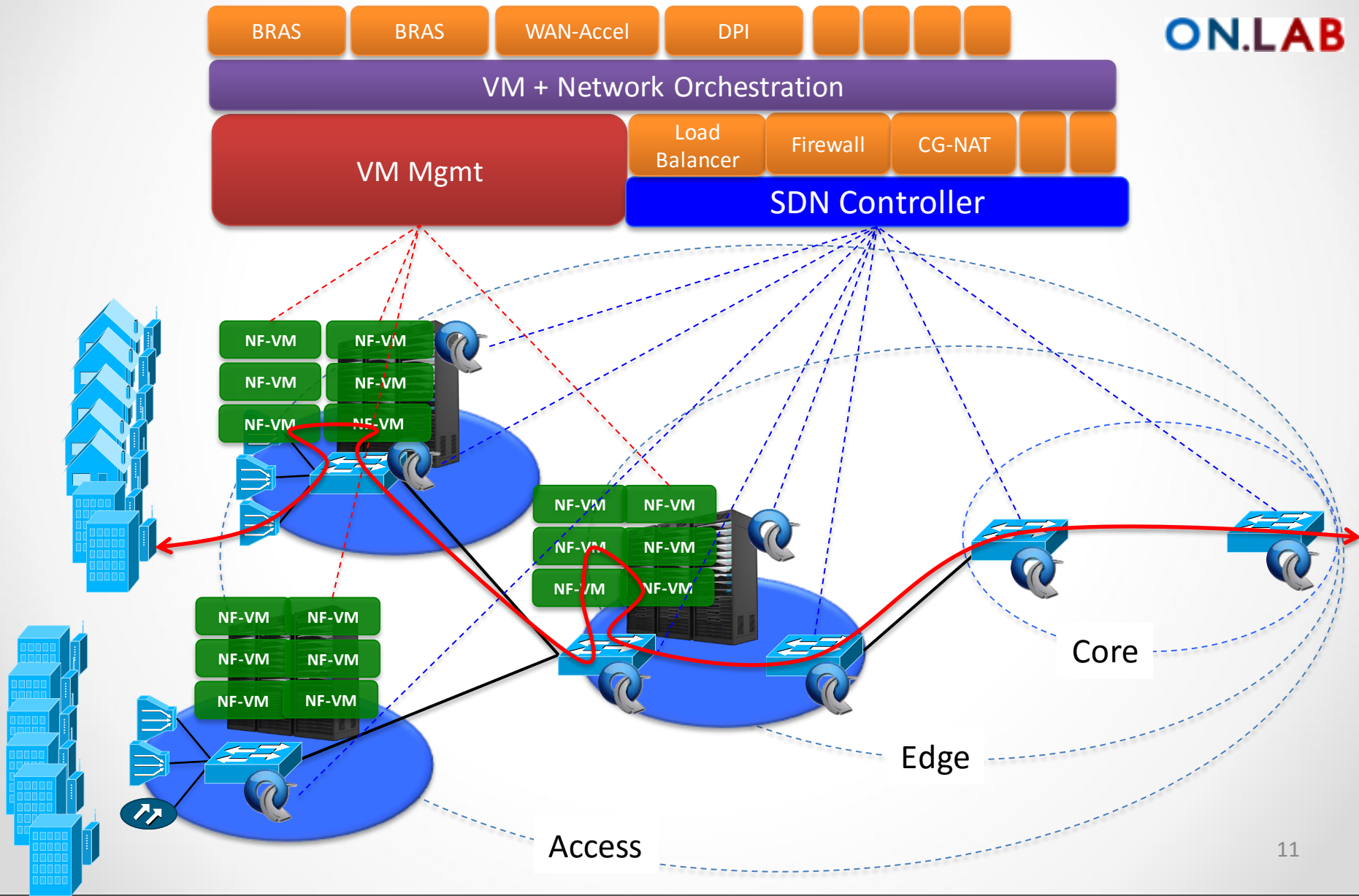
WAN Accelerator

Monitor	CDN
Monitor	CDN
WAN-Accl	CDN
WAN-Accl	CDN

WAN Accelerator

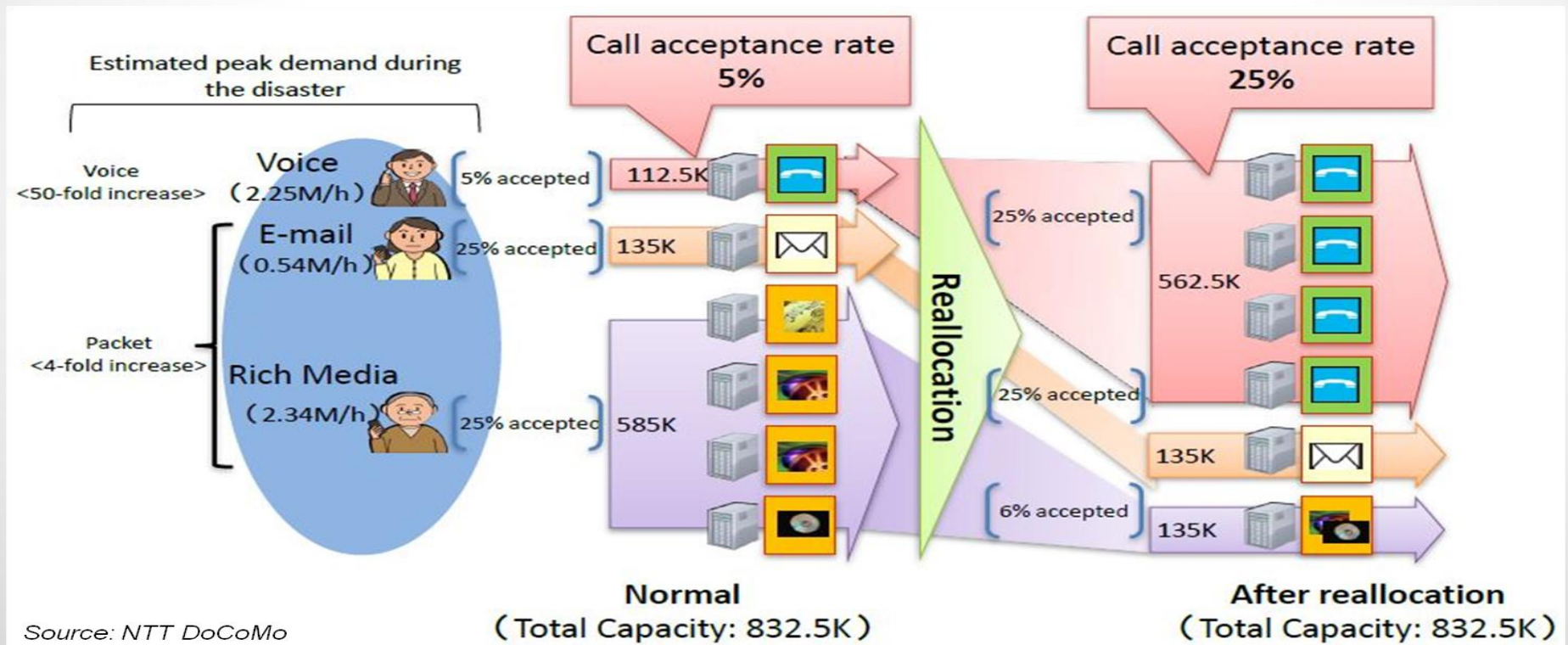
Monitor	CDN
Monitor	CDN
WAN-Accl	CDN
WAN-Accl	CDN

NFV with the SDN Control Plane



Пример

- NTT DoCoMo – динамическое перераспределение ресурсов



Архитектура по ETSI

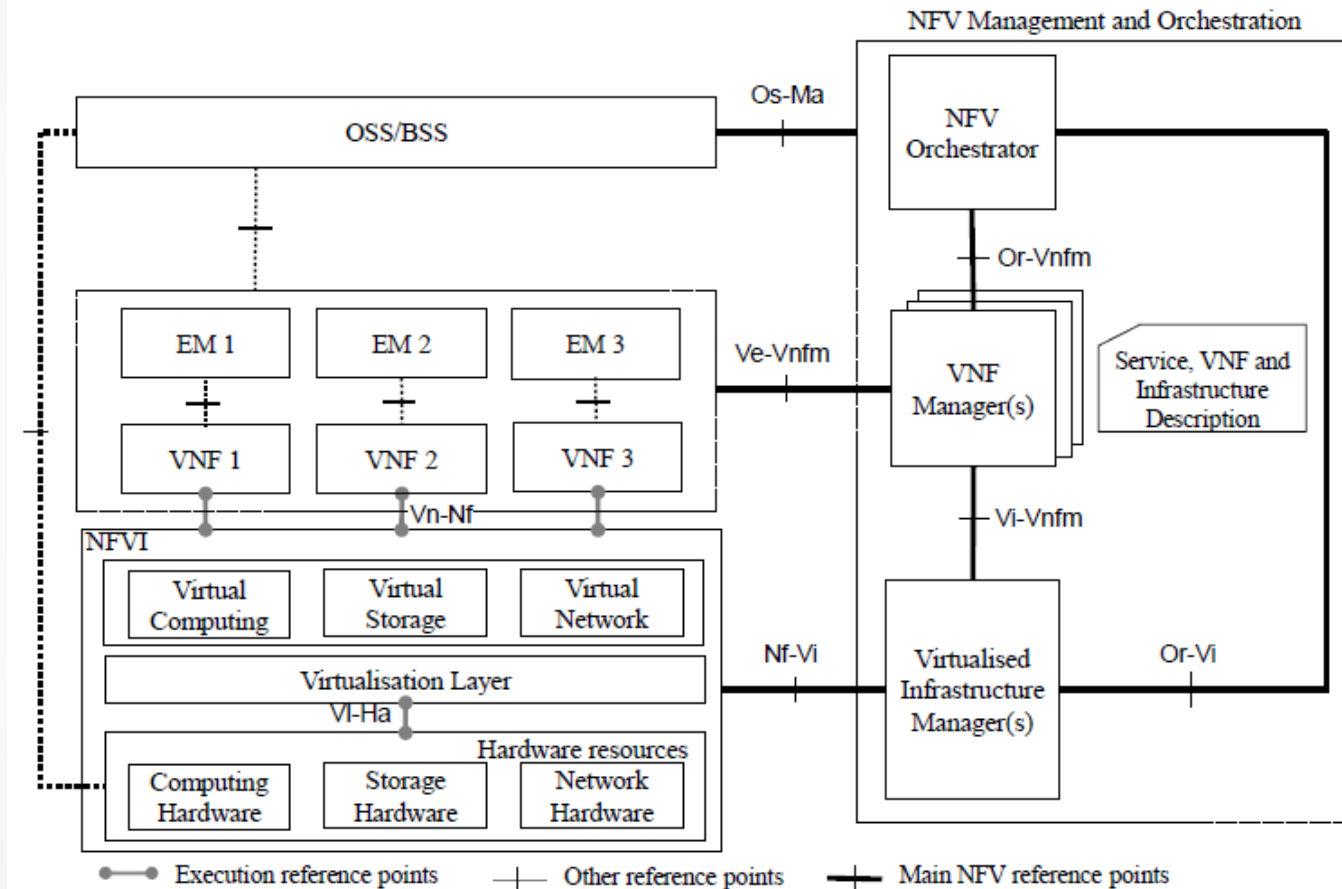


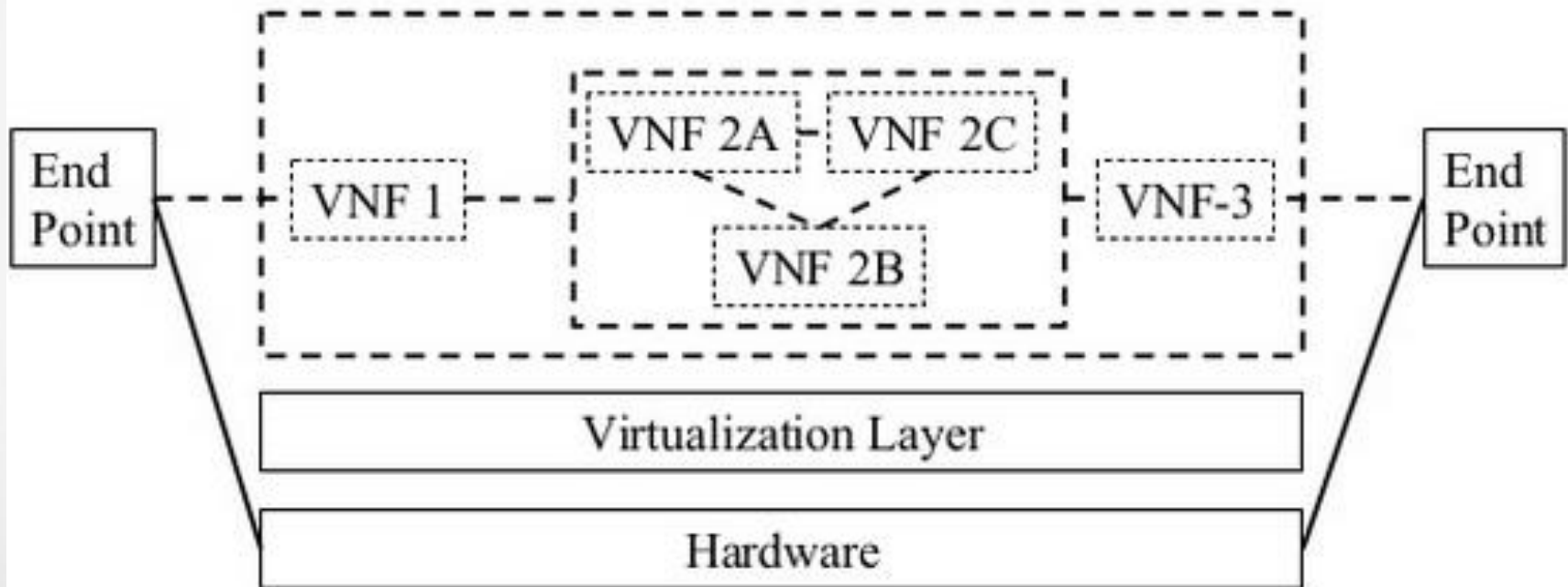
Figure 4: NFV reference architectural framework

Основные термины

- ❑ **Network Function (NF):** Functional building block with a well defined interfaces and well defined functional behavior
- ❑ **Virtualized Network Function (VNF):** Software implementation of NF that can be deployed in a virtualized infrastructure
- ❑ **VNF Set:** Connectivity between VNFs is not specified, e.g., residential gateways
- ❑ **VNF Forwarding Graph:** Service chain when network connectivity order is important, e.g., firewall, NAT, load balancer
- ❑ **NFV Infrastructure (NFVI):** Hardware and software required to deploy, manage and execute VNFs including computation, networking, and storage.

Network Forwarding Graph

- An end-to-end service may include nested forwarding graphs



Основные термины

- ❑ **NFVI Point of Presence (PoP):** Location of NFVI
- ❑ **NFVI-PoP Network:** Internal network
- ❑ **Transport Network:** Network connecting a PoP to other PoPs or external networks
- ❑ **VNF Manager:** VNF lifecycle management e.g., instantiation, update, scaling, query, monitoring, fault diagnosis, healing, termination
- ❑ **Virtualized Infrastructure Manager:** Management of computing, storage, network, software resources
- ❑ **Network Service:** A composition of network functions and defined by its functional and behavioral specification
- ❑ **NFV Service:** A network services using NFs with at least one VNF.

Основные термины

- ❑ **User Service:** Services offered to end users/customers/subscribers.
- ❑ **Deployment Behavior:** NFVI resources that a VNF requires, e.g., Number of VMs, memory, disk, images, bandwidth, latency
- ❑ **Operational Behavior:** VNF instance topology and lifecycle operations, e.g., start, stop, pause, migration, ...
- ❑ **VNF Descriptor:** Deployment behavior + Operational behavior
- ❑ **NFV Orchestrator:** Automates the deployment, operation, management, coordination of VNFs and NFVI.
- ❑ **VNF Forwarding Graph:** Connection topology of various NFs of which at least one is a VNF

Варианты применения

□ **Cloud:**

1. NFV infrastructure as a service (NFVIaaS) like IaaS
2. Virtual Network Functions (VNFs) as a service (VNFaaS) like SaaS
3. VNF forwarding graphs (Service Chains)
4. Virtual Network Platform as a Service (VNPaaS) like PaaS

□ **Mobile:**

5. Virtualization of the Mobile Core Network and IMS
6. Virtualization of Mobile Base Station

□ **Data Center:**

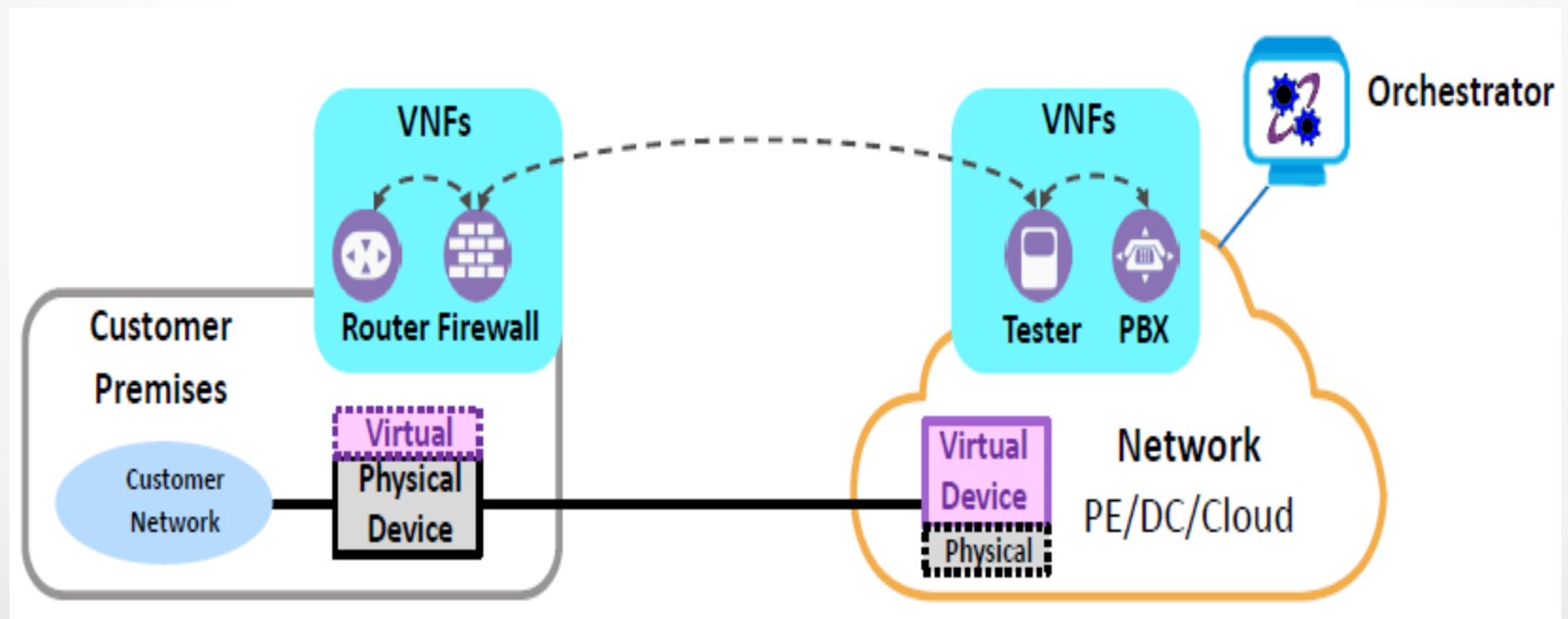
7. Virtualization of CDNs

□ **Access/Residential:**

8. Virtualization of the Home environment
9. Fixed Access NFV

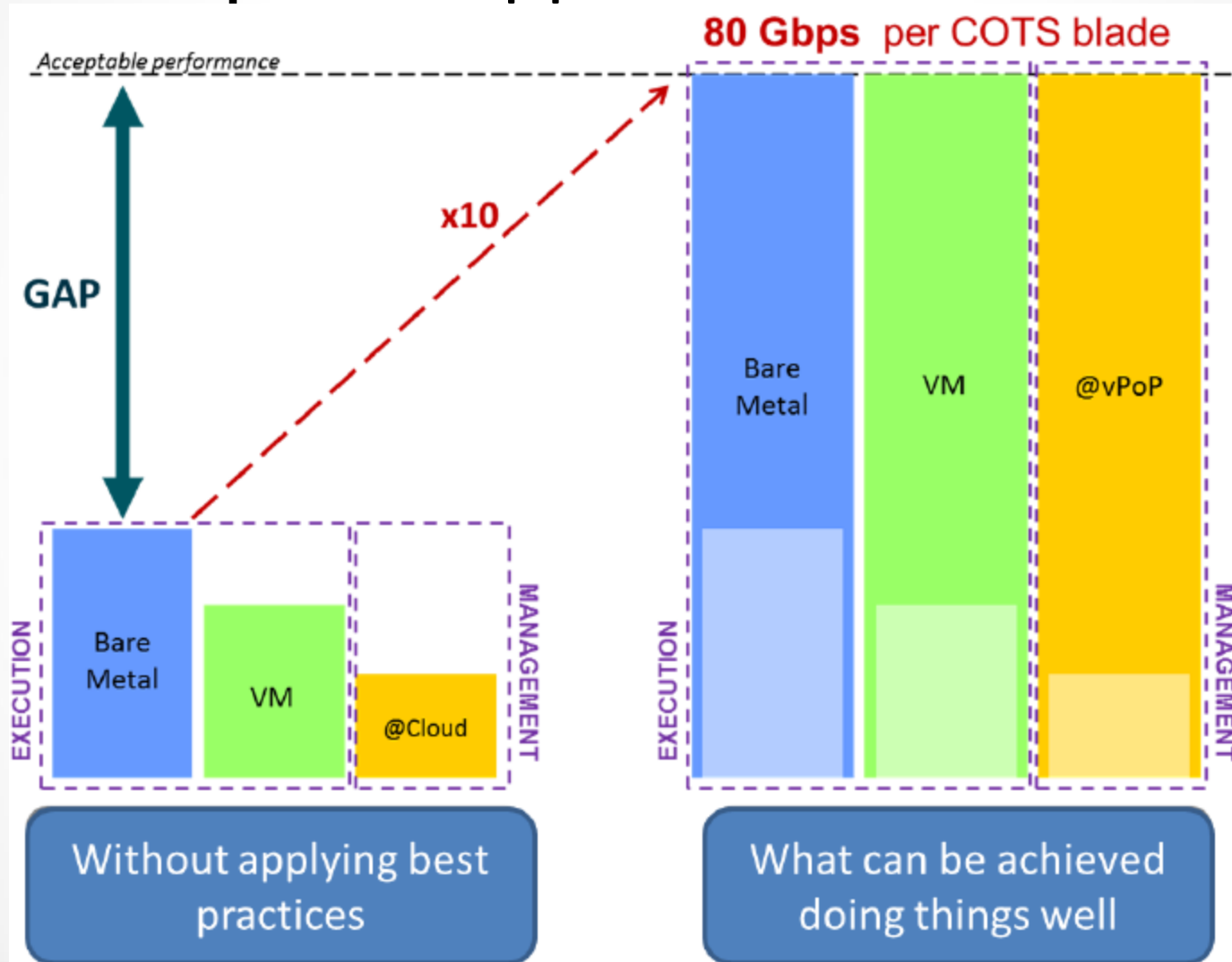
vCPE – Virtual Customer Premise Equipment

- У клиента – маленькая коробочка
- Часть сервисов у клиента, часть в облаке

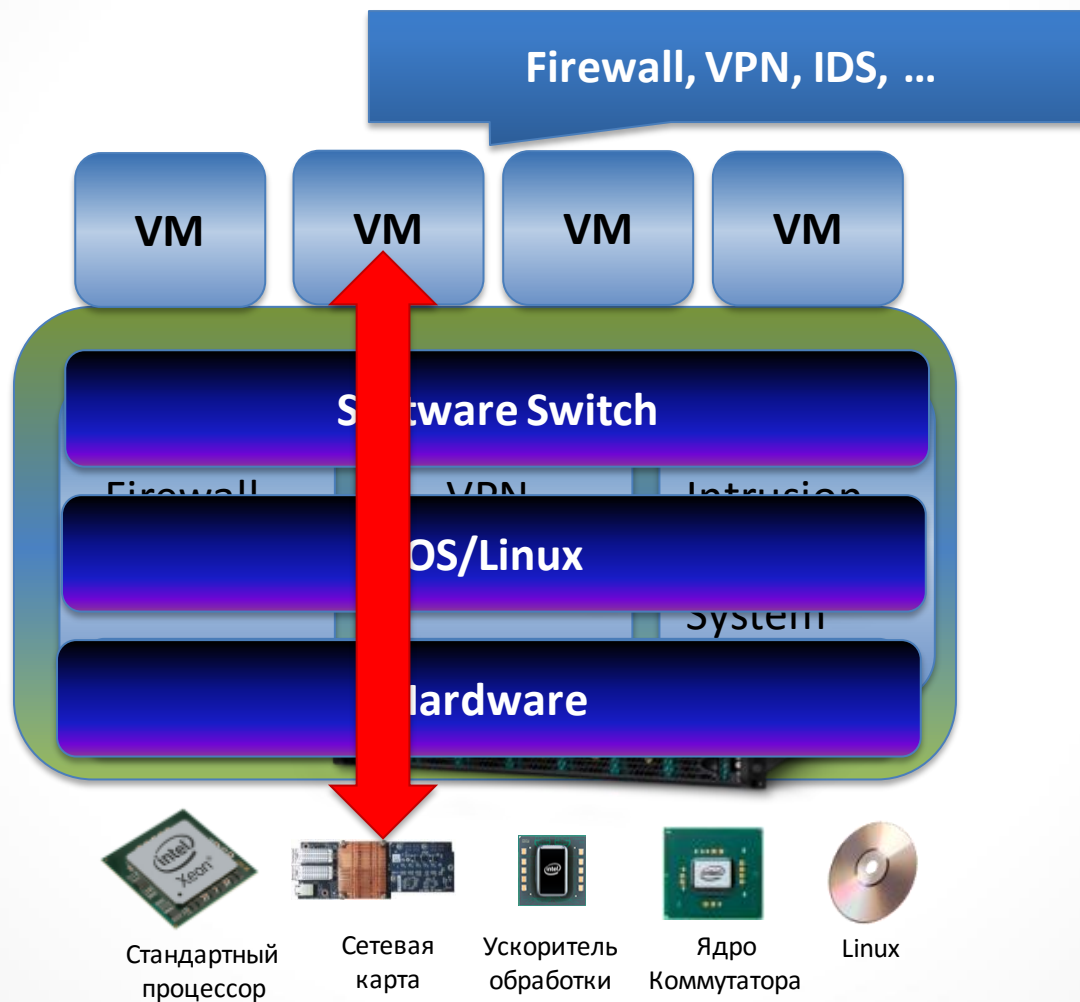


Часть II: Проблематика производительности сетевых сервисов

Суть проблемы с производительностью



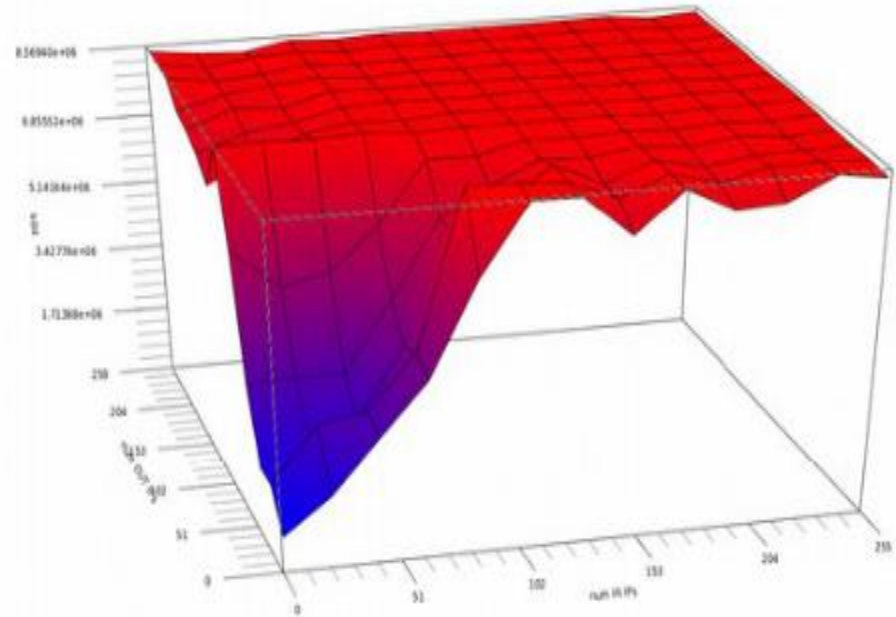
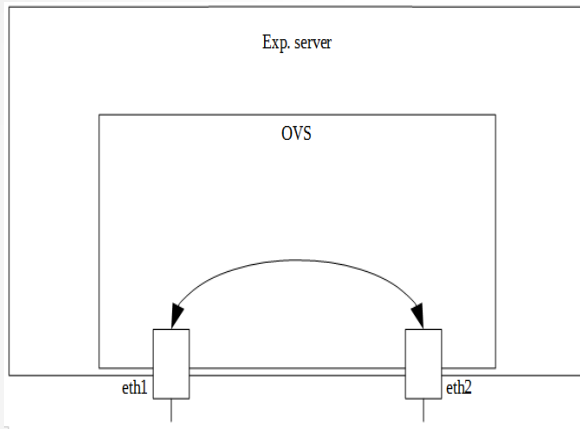
Устройство узла платформы для виртуализации



Узкие места

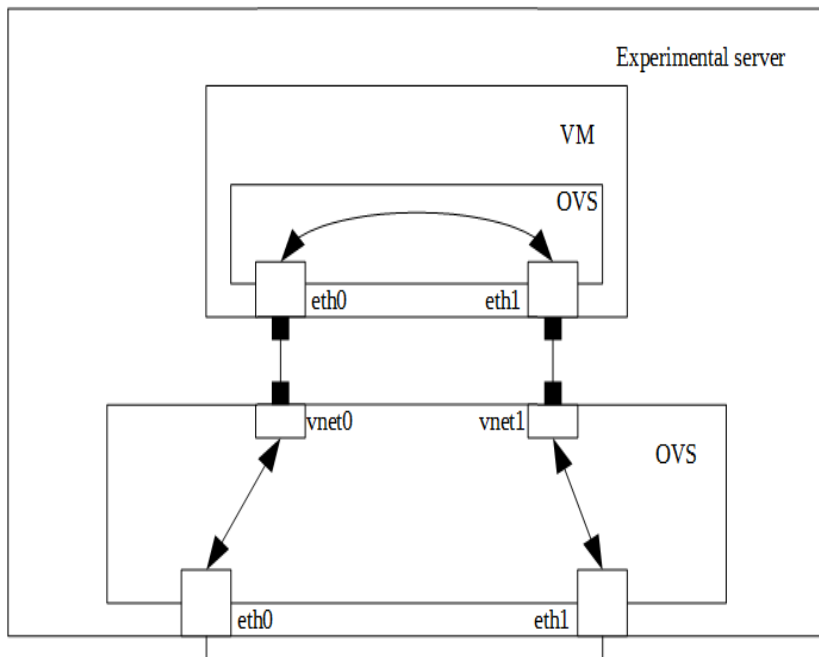
- Linux Networking Stack
 - 300Kpps
- Open vSwitch
- VM

Узкие места (OVS)

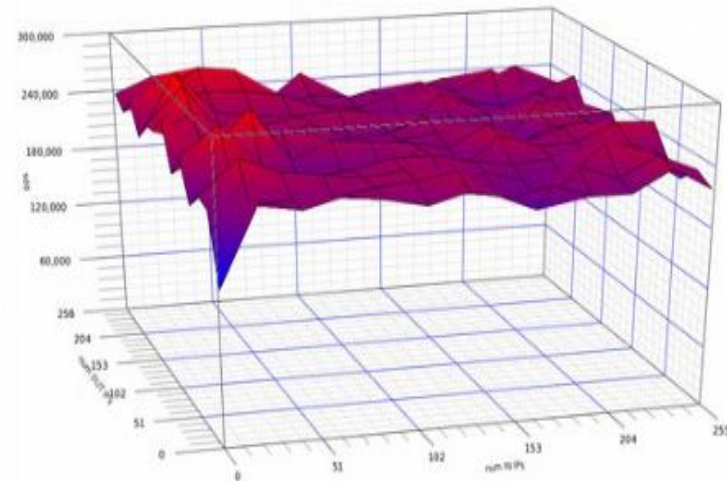
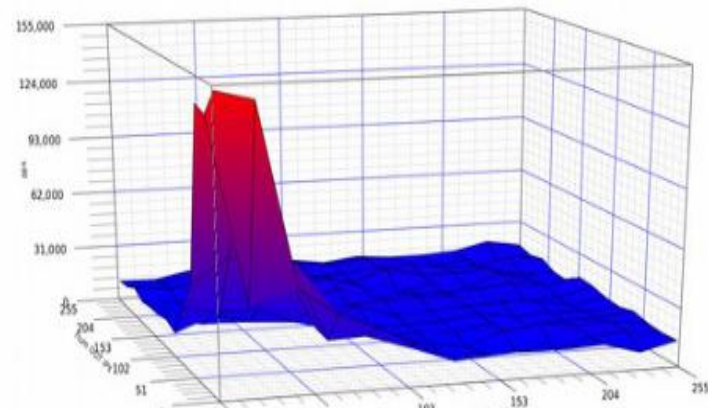


- **Задержка**
 - 11us
- **Пропускная способность**
 - 1Mpps

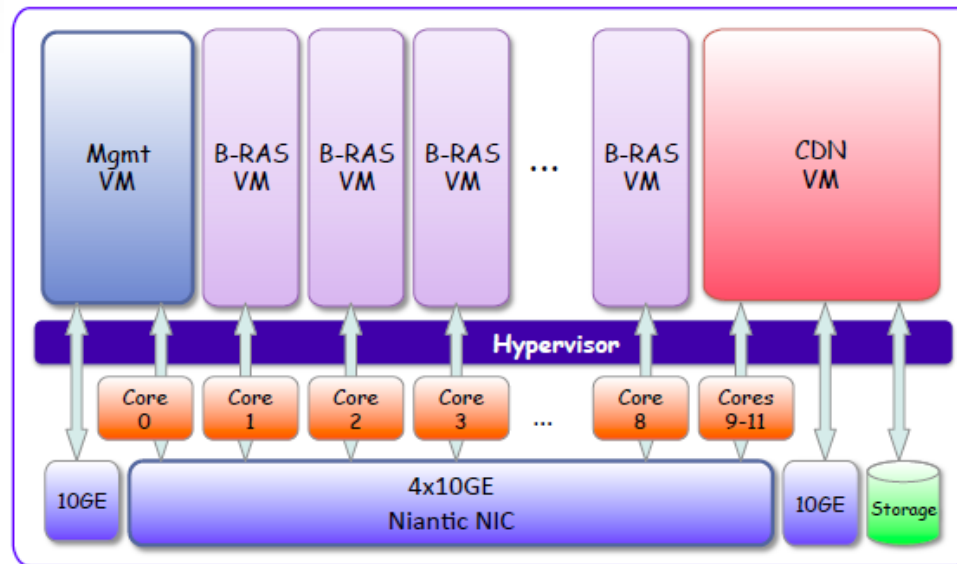
Узкие места (KVM)



- **Задержка**
 - 300us
- **Пропускная способность**
 - 20Kpps (kernel OVS)
 - 200Kpps (userspace OVS)



Требования к сервису



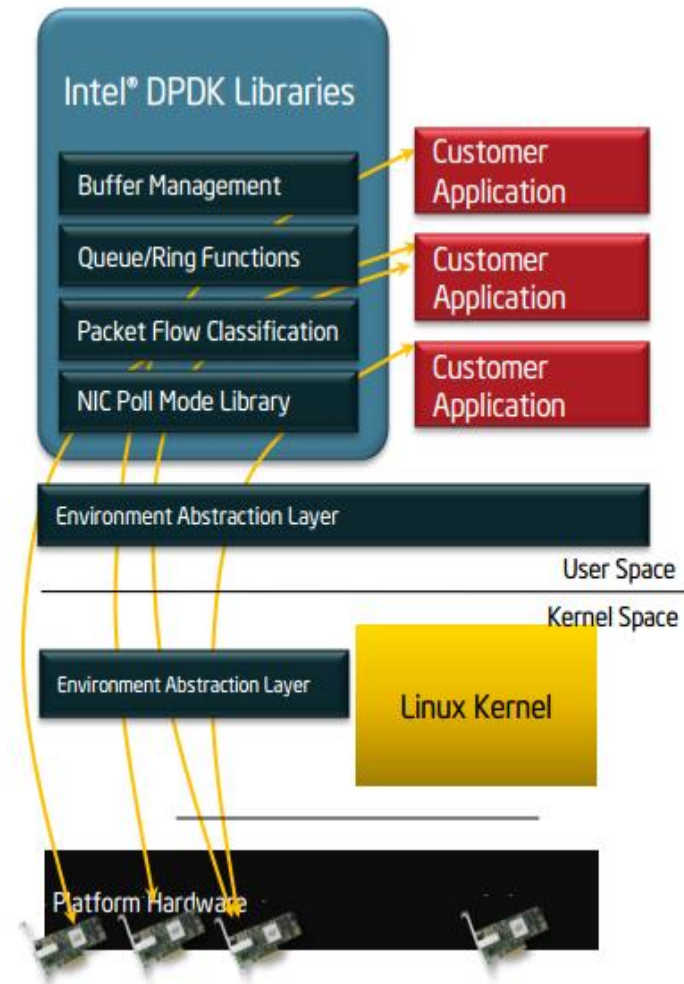
- Возможность привязки VM к ядрам процессора
- Масштабирования сервиса на VM по имеющимся ядрам процессора
- Возможность запуска сервиса без VM

Intel DPDK

DPDK = Data Plane Development Kit

<http://intel.com/go/dpdk/>

- Intel DPDK – это набор библиотек и драйверов для быстрой обработки пакетов на платформах Intel.
- Использование больших виртуальных страниц (huge pages 2mb/1gb).
- Размещение объектов равномерно по всем каналам оперативной памяти.
- Адресное пространство карточки доступно из userspace.
- Неблокирующие очереди для передачи пакетов.
- Нет прерываний в драйверах DPDK – активный цикл.
- Активное использование SSE инструкций для обработки пакетов.
- Выделение целых ядер процессоров под задачи.

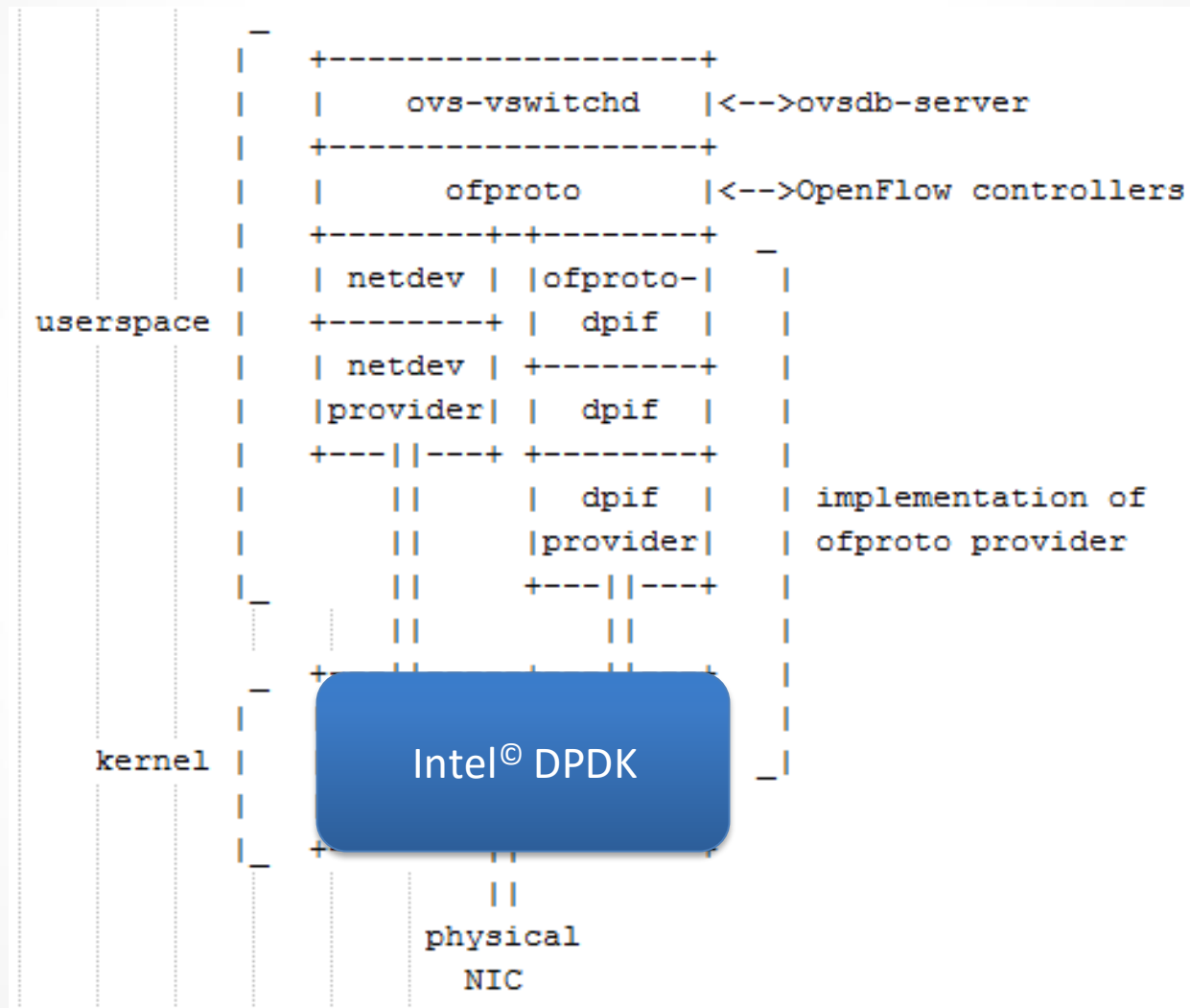


OPEN vSWITCH

An Open Virtual Switch

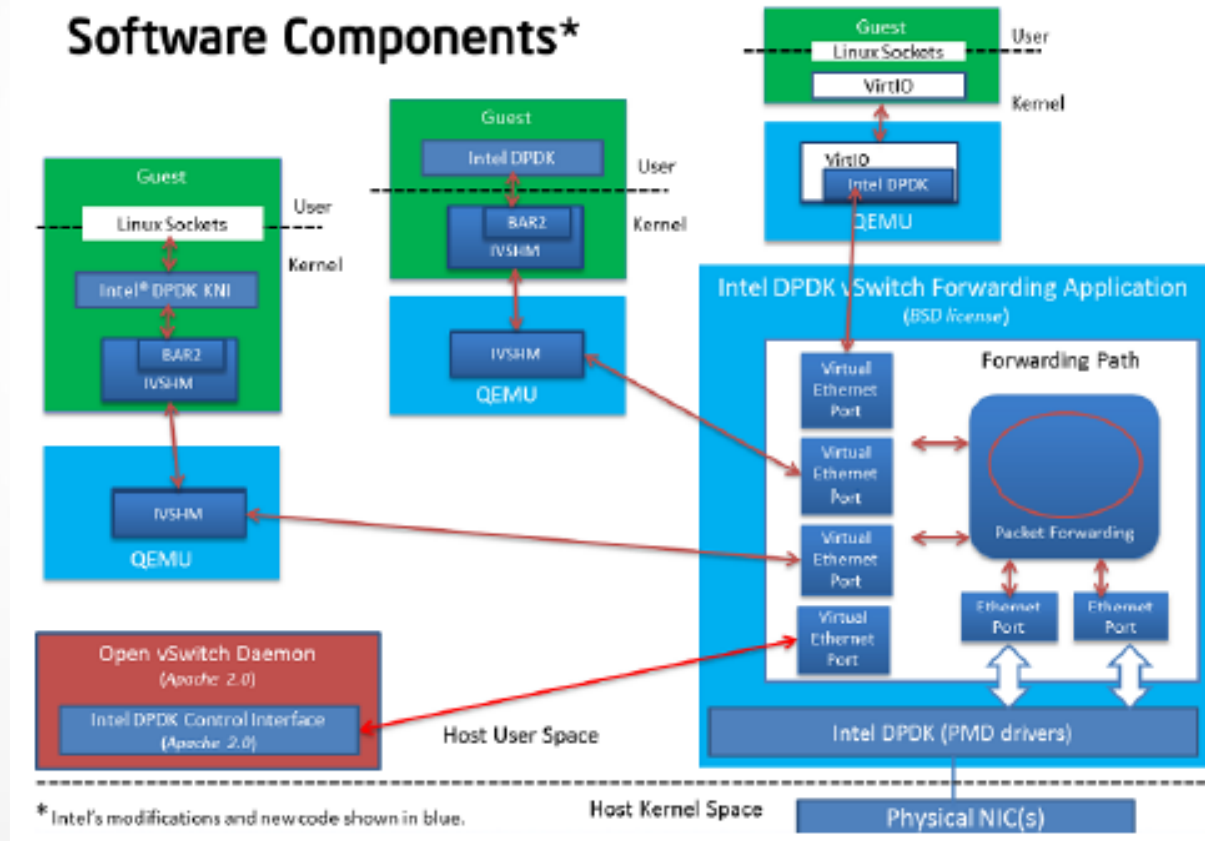
- Open vSwitch - это виртуальный программный коммутатор, который обеспечивает соединение между виртуальными машинами и физическими интерфейсами.
- Поддерживает обычную Ethernet коммутацию с VLAN, SPAN, RSPAN, GRE, sFlow, Netflow.
- Частичная поддержка OpenFlow 1.2.

Архитектура Open vSwitch



Intel DPDK vSwitch

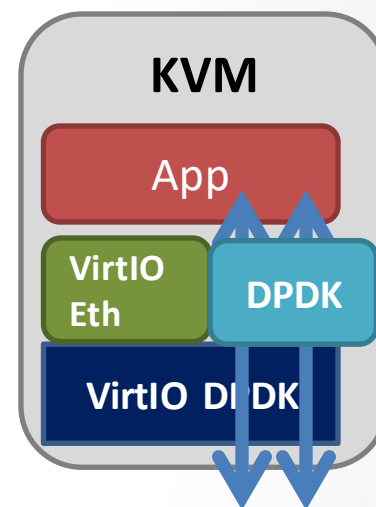
- <https://github.com/01org/dpdk-ovs>



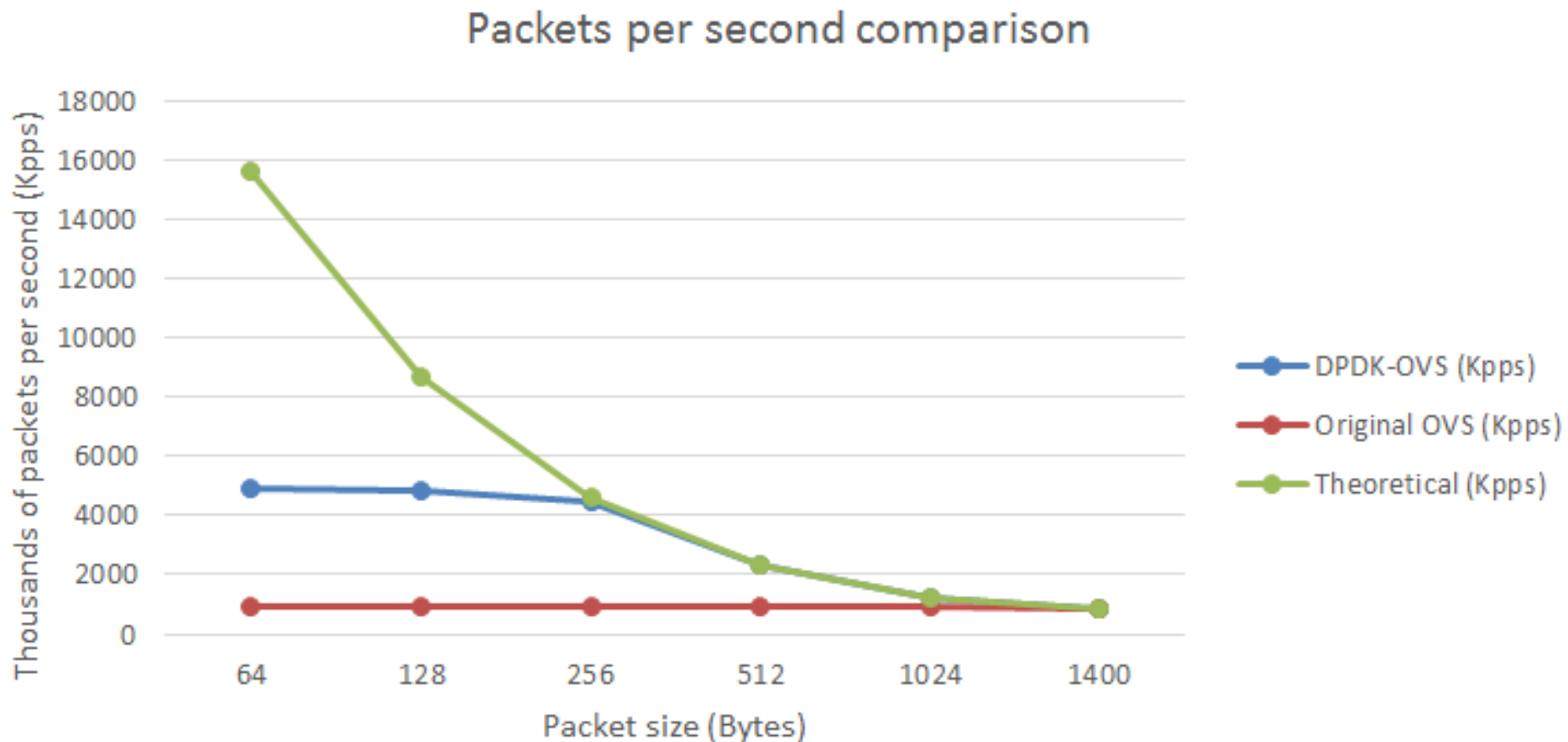
Работа с виртуальными машинами

Способы работы:

- VIRTIO
 - Прозрачно для приложений на виртуальных машинах
 - Медленно
- IVSHMEM
 - Самая высокая скорость
 - Требуется “затачивание” сервиса под Intel vSwitch
- VHOST
 - Средняя скорость
 - Прозрачно для приложений, написанных на DPDK

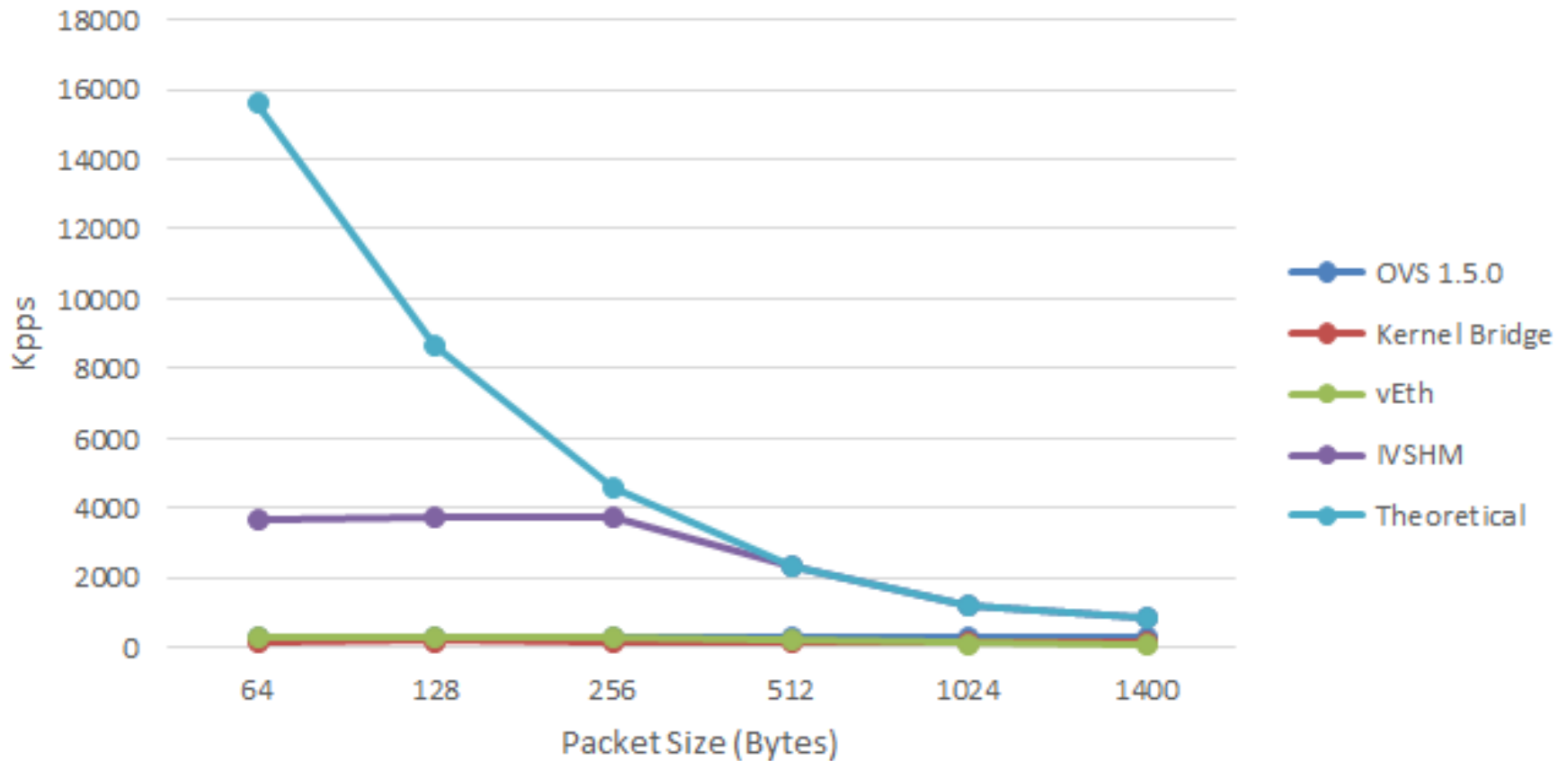


Результаты: Phy-to-Phy (Kpps)

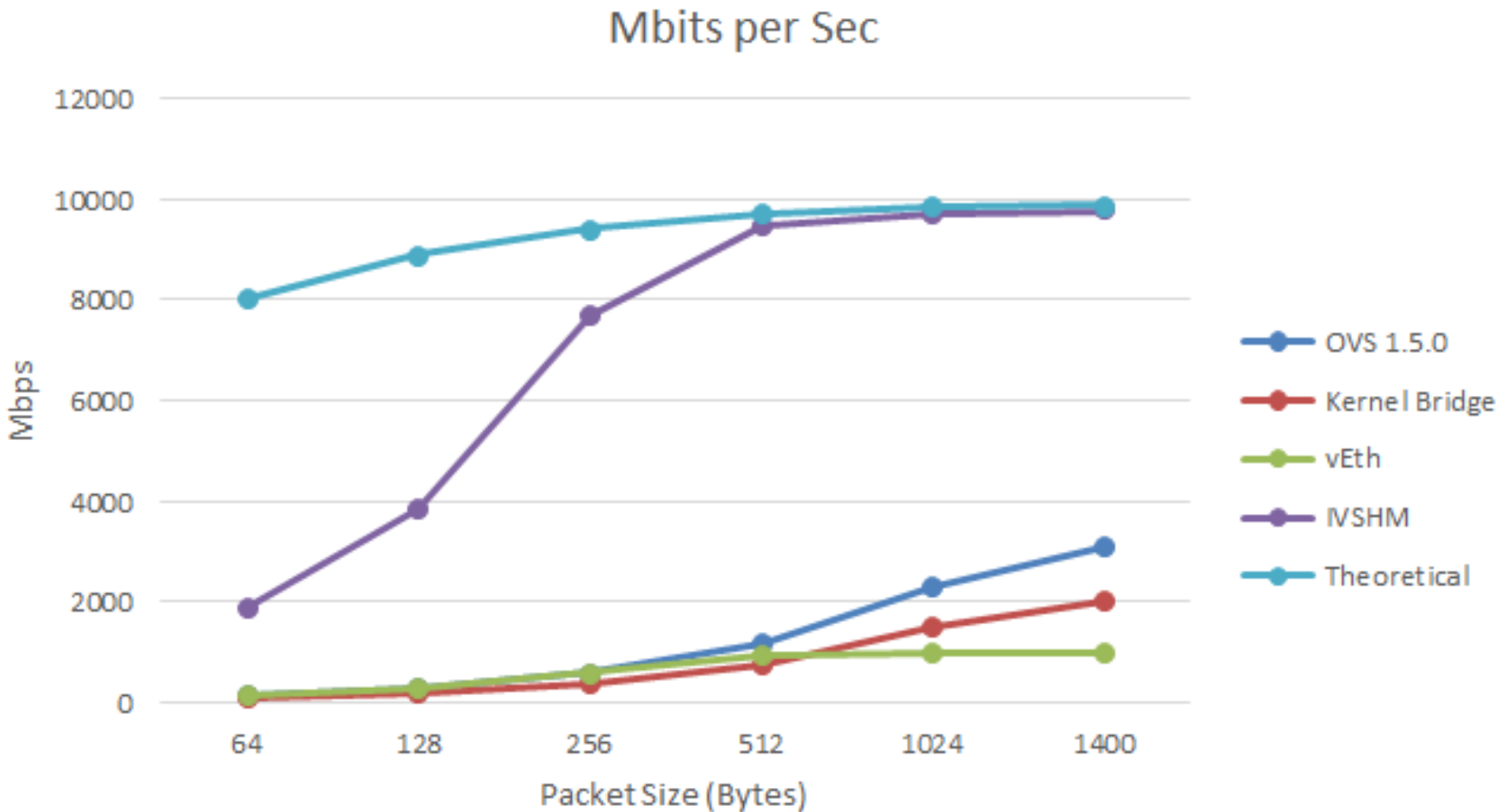


Результаты: Phy-to-VM (Kpps)

Packets per Second



Результаты: Phy-to-VM (Mbps)



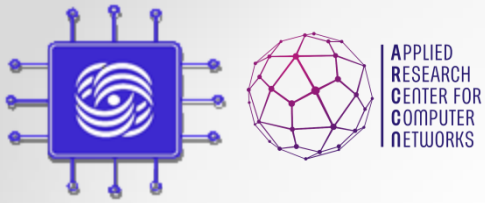
Часть III: NFV+SDN

SDN vs NFV

- ❑ Concept of NFV originated from SDN
 - ⇒ First ETSI white paper showed overlapping Venn diagram
 - ⇒ It was removed in the second version of the white paper
- ❑ NFV and SDN are complementary.
One does not depend upon the other.
You can do SDN only, NFV only, or SDN and NFV.
- ❑ Both have similar goals but approaches are very different.
- ❑ SDN needs new interfaces, control modules, applications.
NFV requires moving network applications from dedicated hardware to virtual containers on commercial-off-the-shelf (COTS) hardware
- ❑ NFV is present. SDN is the future.
- ❑ Virtualization alone provides many of the required features
- ❑ Not much debate about NFV.

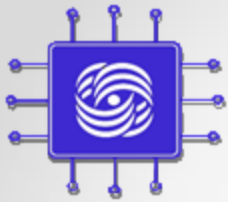
Основные задачи

- Оркестрация
 - +планирование
- Service Chaining
- Переходим на слайды EWSDN-2015



Quiz 3

- На другом слайде



APPLIED
RESEARCH
CENTER FOR
COMPUTER
NETWORKS

Заключение

- Эволюция сетевых сервисов
 - Проприетарное железо
 - Программные решения на обычных серверах
 - Виртуальные решения на обычных серверах
- Единица управления – виртуальная машина
- Гибкость, масштабируемость, производительность

SiliconANGLE » NFV Will Cause A Paradigm Shift For Telcos | #HPdiscover

NFV will cause a paradigm shift for
telcos | #HPdiscover

MIKE WHEATLEY | JUNE 11TH



<http://arccn.ru/>

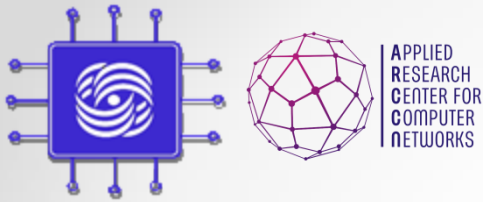


ashalimov@lvk.cs.msu.su



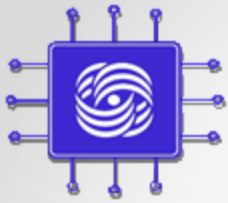
[@alex_shali](https://twitter.com/alex_shali)

[@arccnnews](https://twitter.com/arccnnews)



Вводные к заданиям

- Старосты должны прислать мне на почту списки своей группы с email адресами
 - ashalimov@lvk.cs.msu.su
- По ним будут разосланы задания по курсу
- +рефераты
- Срок 1 неделя до 23 октября.



Задание по курсу SDN/NFV



- Разработка приложений для контроллера Runos
 - Само приложение
 - Скрипты на Mininet для эмулируемой топологии
 - Сдавать все архивом.
- Использовать контроллер версии 0.5 с github
 - <https://github.com/ARCCN/runos>
- Все вопросы по заданиям и по Runos в список рассылки
 - <http://groups.google.com/d/forum/runos-ofc>
- Если нашли какой-то баг 😊, то официально описываем их на github issues
 - <https://github.com/ARCCN/runos/issues>

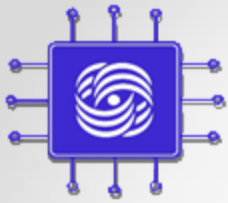


APPLIED
RESEARCH
CENTER FOR
COMPUTER
NETWORKS

Пример задания курсу SDN/NFV



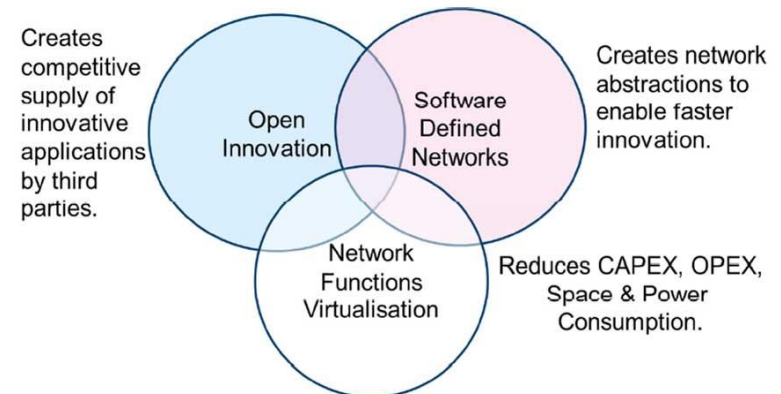
- Балансировка нагрузки
 - Взвешанный round robin
- Топология
 - <нарисовать на доске>



APPLIED
RESEARCH
CENTER FOR
COMPUTER
NETWORKS

Заключение по курсу SDN/NFV

- SDN – программное управление компьютерными сетями
- NFV – запуск сетевых сервисов, как программы в виртуальном окружении
- SDN+NFV – независимые и дополняющие друг друга технологии, сила в одновременном их применении: например, оркестрация виртуальных сервисов.
- SDN/NFV World Congress video
– <https://vimeo.com/111458169>



<http://arccn.ru/>



ashalimov@lvk.cs.msu.su



[@alex_shali](https://twitter.com/alex_shali)

[@arccnnews](https://twitter.com/arccnnews)