



Центральный
научно-исследовательский
институт связи

SDN/NFV: Вопросы стандартизации и регулирования

Ефимушкин Владимир Александрович

Заместитель генерального директора
по научной работе

Организации по стандартизации о SDN/NFV

Всемирная ассамблея по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), Дубаи, 2012 г.

- SDN коренным образом **преобразуют среду отрасли** электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в ближайшие десятилетия
- SDN может обеспечить отрасли электросвязи/ИКТ **многочисленные преимущества**
- Существует **быстро растущий интерес** к использованию SDN в отрасли электросвязи/ИКТ со стороны значительного количества компаний
- Существует **необходимость в системе стандартов** для широкого применения SDN

ETSI, 2012 г.

- Рабочая группа ETSI ISG NFV – одна из крупнейших в ETSI

NGMN 5G Initiative, 2014 г.

- Будущая архитектура сетей 5G будет строиться на принципах SDN/NFV

Преимущества

- Более высокая скорость внедрения инноваций
- Уменьшение сложности сети за счет автоматизации
- Увеличение надежности и безопасности сети
- Точечное управление сетью
- Обеспечение согласованности политик управления доступом, инжиниринга трафика, параметров качества услуг, безопасности и др.
- Централизованное управление в мультивендорной среде
- Улучшение качества восприятия услуг пользователями
- Значительное снижение CAPEX и OPEX
- Упрощение создания и изменения услуг
- Возможность построения мультивендорных сетевых решений
- Масштабируемость
- Гибкость
- Уменьшение затрат на электропитание
- Увеличение доходов
- Ускорение возврата инвестиций за счет повышения эффективности использования сети и оборудования

Снижение CAPEX/OPEX

Снижение CAPEX благодаря упрощению функционала сетевого оборудования

Снижение OPEX благодаря возможности упрощения конфигурирования и управления сетью

NEC: реализация SDN (решение ProgrammableFlow) позволит сократить стоимость владения сетью, при этом снижение составит на

- сетевые функции и управление – 28 %;
- энергопотребление – 53 %;
- эксплуатационный штат – 30 %;
- аренда технологических площадей – 66 %;
- модернизация системы – 89 %;
- техподдержка – 52 %.

Huawei Technologies: реализация SDN позволит на 50 % сократить CAPEX.

SDN МСЭ-Т

Консорциум ONF

SDN: Динамичная, управляемая и адаптируемая сетевая архитектура, в которой разделены уровни управления сетью и передачи данных, что позволяет обеспечить программное управление сетью и абстрагирование/изоляция (уровня) сетевой инфраструктуры от (уровня) приложений и сетевых услуг/сервисов

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

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.



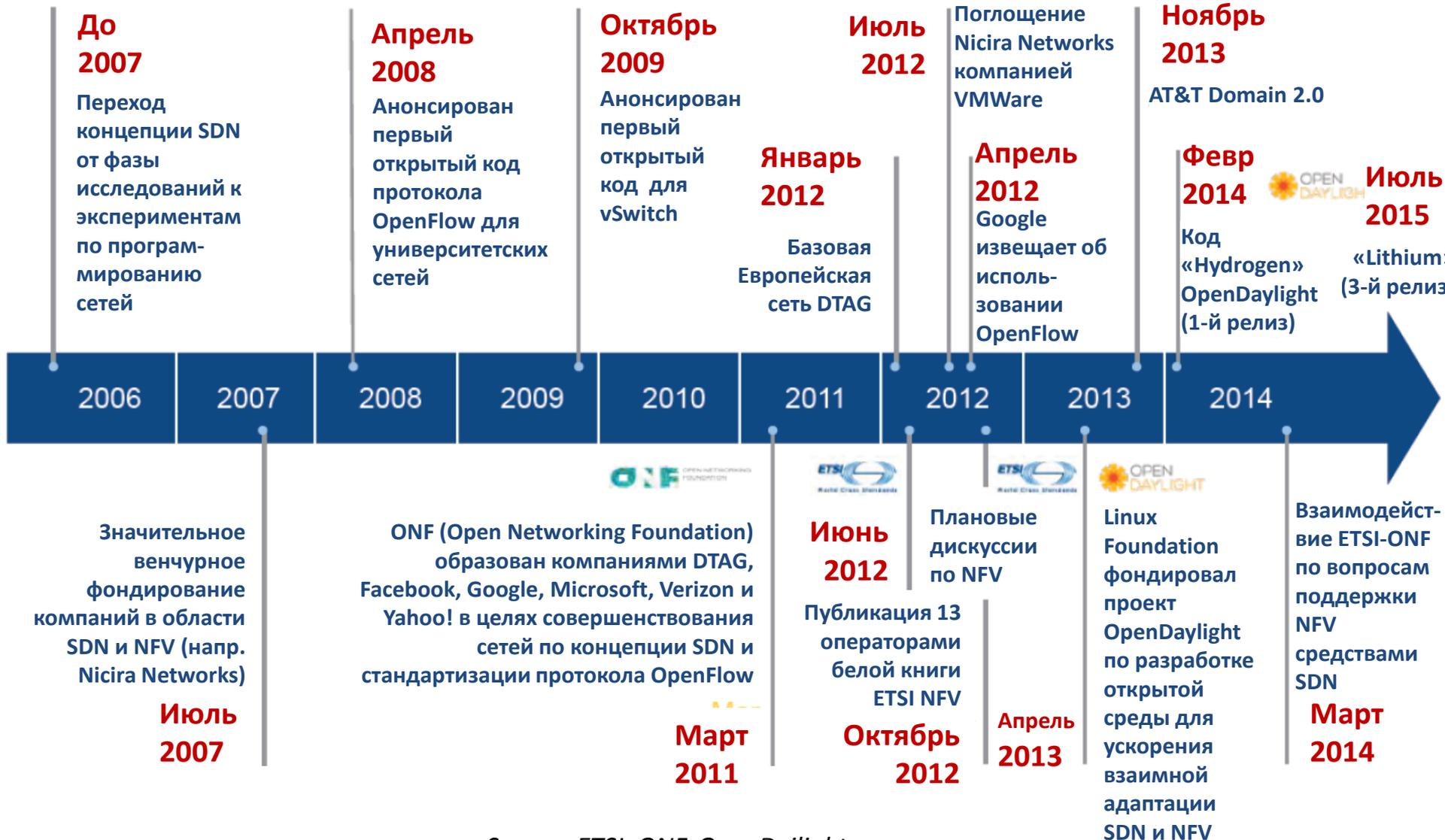
NFV ETSI

Концепция NFV предполагает замещение сетевых устройств стандартизированными высокопроизводительными серверами, коммутаторами и системами хранения данных с реализацией сетевых функций (служб) программным обеспечением.

Виртуализируемые сетевые функции могут включать

- коммутирующее оборудование BRAS, маршрутизаторы, функции NAT;
- узлы сети подвижной радиотелефонной связи MME, SCSF, HLR/HSS, SGSN, GGSN, PDN-GW, Node B, eNode B;
- функции пользовательских устройств, включая маршрутизаторы и STB;
- шлюзы IPSec/SSL VPN;
- функции анализа трафика DPI, оценки QoE;
- обеспечения качества услуг, включая мониторинг SLA, тестирование и диагностику;
- функции сигнализации NGN в SBC, IMS;
- общесетевые функции сервера AAA, контроля политик, тарификации;
- функции прикладного уровня в сети распределения контента CDN и серверах кэширования, балансировки нагрузки;
- функции безопасности, включая межсетевые экраны, антивирусные средства, системы обнаружения вторжений, средства защиты от спама.

Развитие SDN/NFV



Source: ETSI, ONF, OpenDeilight

Развитие SDN/NFV

Начало активного развития концепции SDN – 2011 г.

Начало развития концепции NFV – 2012 г.

В настоящее время – на рынке решений SDN/NFV участвует более **100** компаний. Среди них:

- **Традиционные вендоры:** Alcatel-Lucent, Brocade, Cisco Systems, Huawei, Ericsson, Juniper Networks, NEC, Nokia Networks, ZTE Corporation и др.
- **Компании смежных сегментов рынка:** HP, IBM, Dell, VMware, Facebook, Google, Intel, Microsoft, Samsung, Yahoo, Oracle и др.
- **Стартапы, нацеленные на сегмент SDN/NFV:** Nicira, 6WIND, ADARA Networks, Avaya, Big Switch Network, Ciena, Pica8 и др.

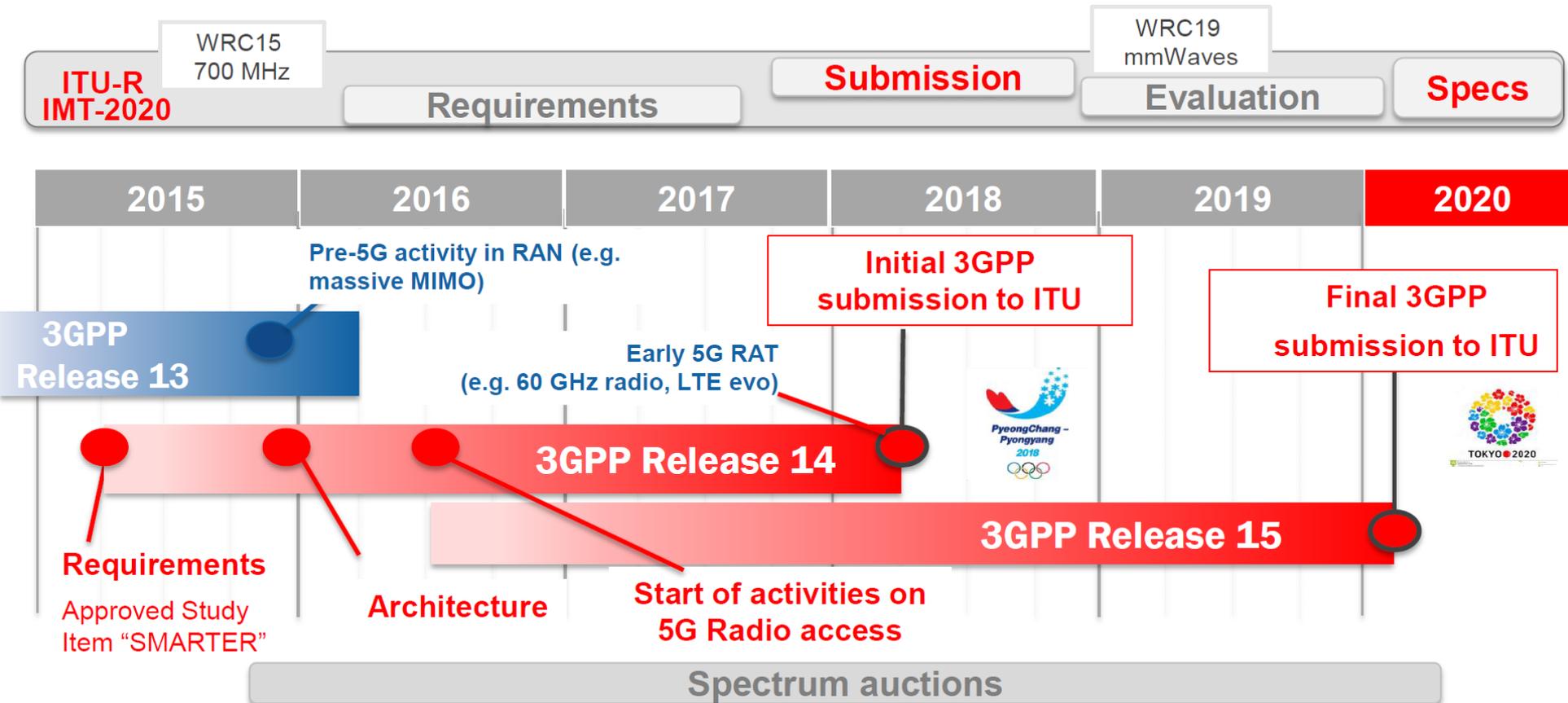
Категории решений SDN

Уровень инфраструктуры (коммутатор, процессор и др.)	Поддержка OpenFlow	Поддержка расширений, специфичных для вендора
	Arista Networks, BigSwitch, Brocade ConteXtream, Dell , Extreme Networks, HP , IBM , Juniper Networks, Nuage Networks, NEC, Cisco, Pica8, Plexxi, Active Broadband Networks, ADARA Networks	Arista, Big Switch, Brocade, Cisco, Enterasys , Extreme Networks
Уровень управления (контроллеры и совмещенные функции)	На основе OpenDayLight	На основе др. контроллеров
	Cisco, IBM, ConteXtream, Ciena, Ericsson, Dell, HP, ADVA Optical Networking, Brocade (Vyatta), Extreme Networks,	Juniper (Juniper Contrail) Nuage (Virtualized Services Controller)
Уровень приложений	Accedian Networks (мониторинг сети), Aeroflex (Cobham), Allot Communications (DPI, мониторинг), Arista Networks, Blue Coat, Catbird Networks, Centec Networks	
Интеграционные решения	Ericsson, Dell	

Категории решений NFV

NFV-платформа		ADARA, VMware, Artesyn Embedded Technologies, ClearPath Networks, Nokia
Устройства сети передачи данных	vCPE, vSBC, шлюзы, vBRAS	Brocade, Calsoft Labs/ALTEC Group, Amdocs, AudioCodes, ClearPath Networks, Colt
	vIMS	Amdocs, Alcatel-Lucent
Устройства сети подвижной радиотелефонной связи	cRAN (vBS, vNodeB, veNodeB)	AltioStar Networks, ASOCS, Alcatel-Lucent
	Ядро (vEPC)	Adax, Alcatel-Lucent, Affirmed Networks, Amdocs, Connectem, Cisco
Решения ИБ (DPI, межсетевые шлюзы, VPN и пр.)		Allot Communications, Blue Coat, Certes Networks, Check Point Software Technologies, Clavister, CohesiveFT
Прочие решения (CDN и др.)		Akamai Technologies

Стандартизация 5G



Source: Licciardi L. 5G: from analysis to action // ITU-T FG IMT2020 Workshop on Network Softwarization, 21st September 2015, Turin

Задержки в тактильном Интернете

ITU-T Technology Watch Report (August 2014)
- The Tactile Internet



1 с



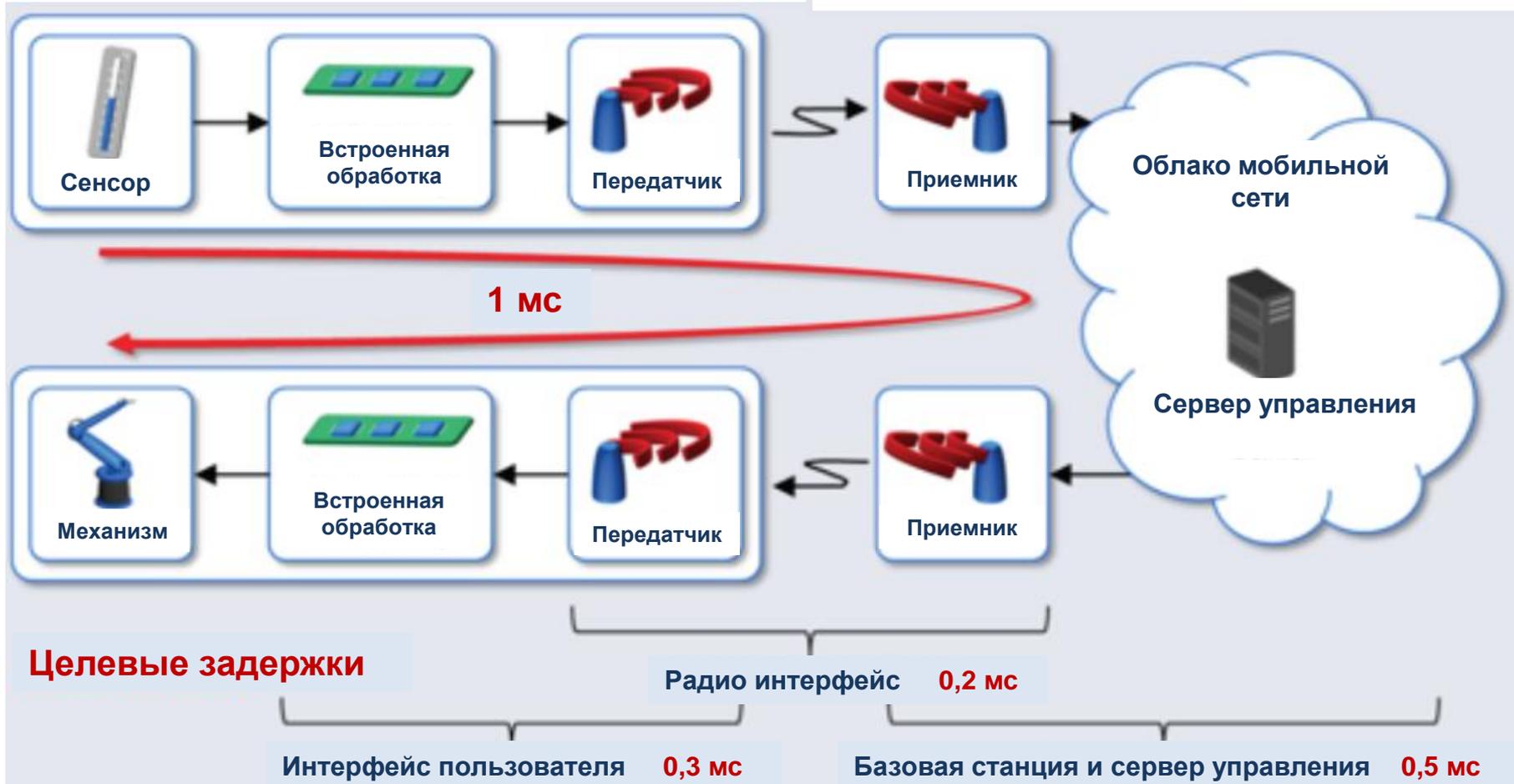
100 мс



10 мс



1 мс



Иерархия сетей SDN/NFV для 5G



1 с



100 мс

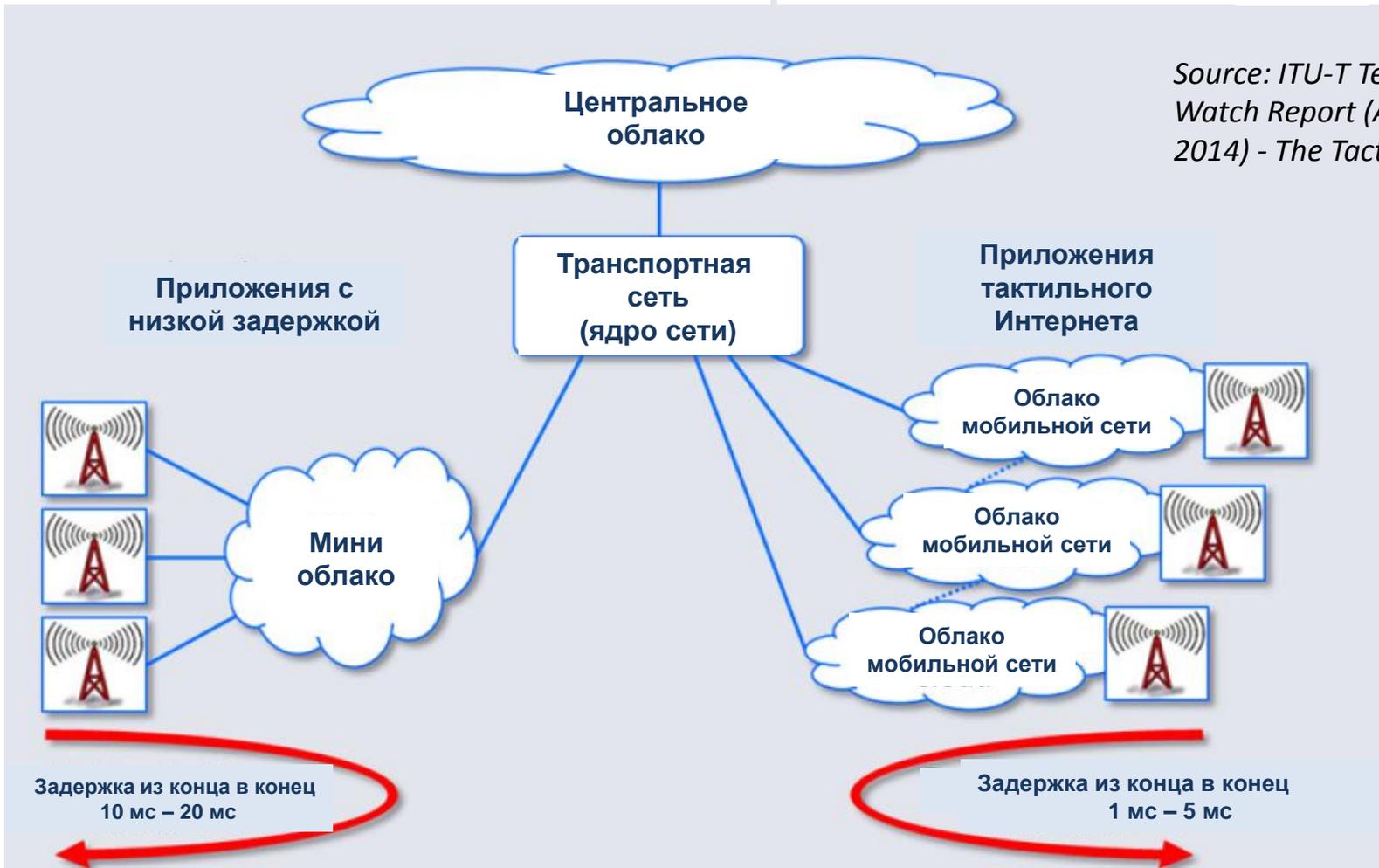


10 мс

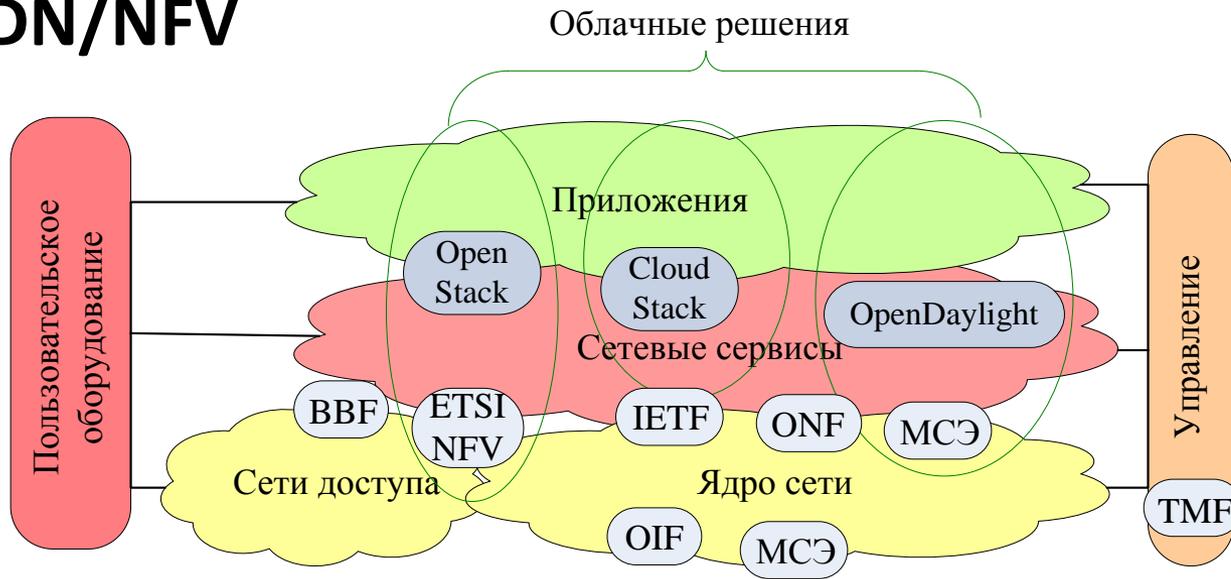


1 мс

Source: ITU-T Technology Watch Report (August 2014) - The Tactile Internet



Международные организации по стандартизации SDN/NFV



Стандарты SDN по архитектуре и функциональным требованиям будут разработаны в период с 2014-2016 гг.

- – Стандартизирующие организации
- – Объединение отраслевых производителей, проекты по разработке открытых программных средств и т.п.

Исследование общих вопросов и стандартизация:

ONF, IETF, IRTF, ETSI, MCЭ

Исследование частных вопросов построения и эксплуатации сетей SDN:

BBF, OIF и др.

Апробация разрабатываемых стандартов и разработка открытых решений

SDN: OpenDaylight, Open vSwitch, OpenStack

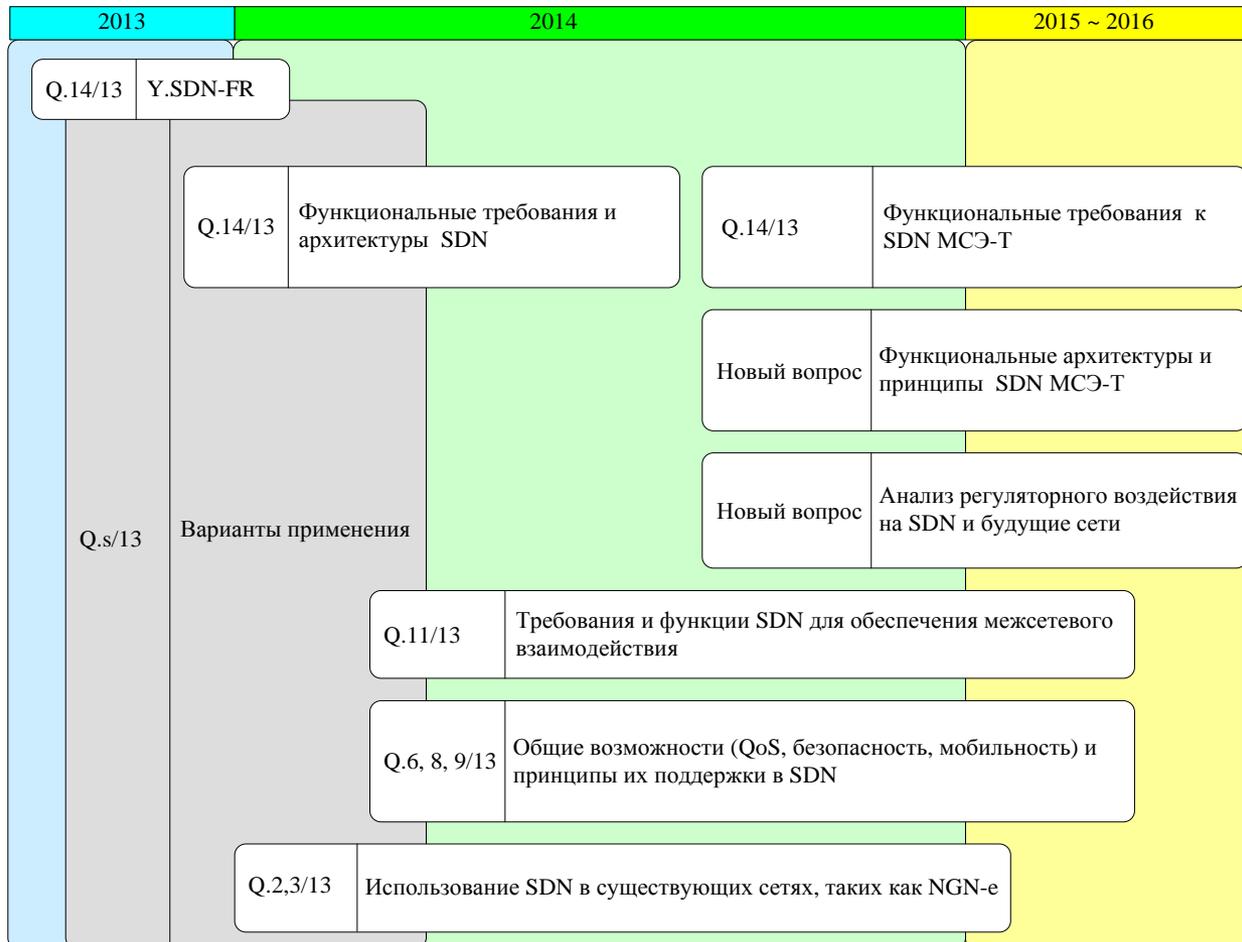
Стандартизация SDN: Дорожная карта разработки рекомендаций ИК13 МСЭ-T по SDN



JCA-SDN (June 2013)

Draft Report of the seventh JCA-SDN meeting (Geneva, 4 December 2015)

SG13, Geneva, 30 Nov.-11 Dec. 2015



* «Common SDN» – согласованная между стандартизирующими организациями ETSI, ONF, OIF, TMF, IETF, BBF, представителями сообщества открытого программного обеспечения и исследовательскими группами МСЭ-T часть требований к сетям SDN и их архитектуре, терминологии и др.

SDN в МСЭ-Т

Исследованиями в области SDN в МСЭ-Т занимаются

ИК 13: Архитектуры и функциональные требования к SDN

ИК 11: Эталонные архитектуры сигнализации SDN, требования к сигнализации и протоколам SDN, включая протоколы взаимодействия, вопросы тестирования на соответствие и взаимодействие

Интерес к SDN проявляют

ИК 15: Вопросы транспорта в SDN

ИК 17: Вопросы безопасности в SDN

В рамках ИК 13 и ИК 11 разрабатываются проекты рекомендаций:

Y.FNsdn: Определение SDN, преимущества и ключевые характеристики, варианты и перспективы применения SDN на сетях связи

Y.FNsdn-fm: Требования по использованию формальных методов определения (спецификации) и проверки (верификации) в контексте SDN для будущих сетей

Q.SBAN: Сценарии и требования к сигнализации при использовании технологий SDN в сетях ШПД

Q.Supplement-SDN: Структура, требования и архитектура сигнализации в SDN

SDN В МСЭ-T

INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION	JOINT COORDINATION ACTIVITY ON SOFTWARE DEFINED NETWORKS
TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR	JCA-SDN-D-001 Rev.2
STUDY PERIOD 2013-2016	English only Original: English
	Geneva, 17 July 2015
Deliverable	
Source:	Editor of the SDN standardization activity roadmap
Title:	SDN standardization activity roadmap

SG13: FUTURE NETWORKS

Q6/13 «Requirements and mechanisms for network QoS enablement (including support for software-defined networking)»

Рекомендация МСЭ-Т Y.3011

International Telecommunication Union

ITU-T

TELECOMMUNICATION
STANDARDIZATION SECTOR
OF ITU

Y.3011

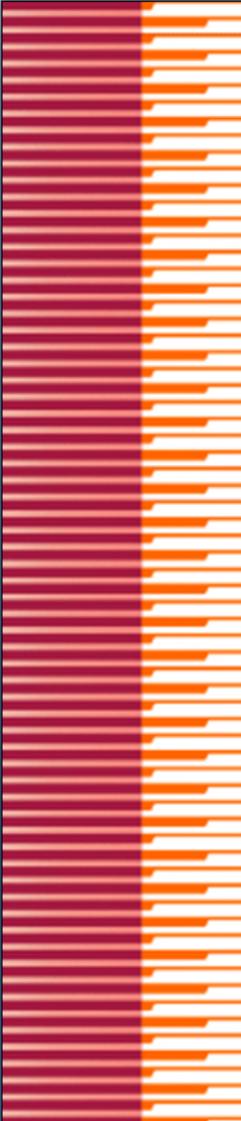
(01/2012)

SERIES Y: GLOBAL INFORMATION
INFRASTRUCTURE, INTERNET PROTOCOL ASPECTS
AND NEXT-GENERATION NETWORKS

Next Generation Networks – Future networks

**Framework of network virtualization for future
networks**

Рекомендация МСЭ-Т Y.3300



International Telecommunication Union	
ITU-T	Y.3300
TELECOMMUNICATION STANDARDIZATION SECTOR OF ITU	(06/2014)
SERIES Y: GLOBAL INFORMATION INFRASTRUCTURE, INTERNET PROTOCOL ASPECTS AND NEXT-GENERATION NETWORKS Future networks	
Framework of software-defined networking	

ETSI

В составе ETSI была выделена группа отраслевой спецификации (Industry Specification Group, ISG) по концепции виртуализации сетевых функций (служб) (Network Functions Virtualisation, NFV).

Концепция NFV предполагает замещение разнообразных сетевых устройств стандартизированными высокопроизводительными серверами, коммутаторами и системами хранения данных.

Сетевые функции (службы) реализуются программным обеспечением.

ETSI

ETSI GS NFV 002 V1.2.1 (2014-12)



**Network Functions Virtualisation (NFV);
Architectural Framework**

ETSI

ETSI GS NFV-EVE 005 V1.1.1 (2015-12)



GROUP SPECIFICATION

**Network Functions Virtualisation (NFV);
Ecosystem;
Report on SDN Usage in NFV Architectural Framework**

ONF (Open Network Foundation)

Исследования SDN/NFV в ONF проводятся в рамках РГ по концептуальным и архитектурным вопросам, по разработке стандартов в области OpenFlow :

- **Architecture and Framework:** Архитектура
- **Forwarding Abstractions:** Изоляция уровня передачи данных
- **Optical Transport:** Оптический транспорт
- **Configuration and Management:** Конфигурирование и управление
- **Market Education Committee:** Исследование рынка
- **Testing and Certification:** Тестирование и сертификация
- **Extensibility:** Расширяемость
- **Migration:** Миграция
- **Wireless and Mobile:** Беспроводные и подвижные радиотелеф. сети
- **Northbound Interface:** «Северный» интерфейс
- **Discussion Groups:** «Дискуссионные группы»

ONF (Open Network Foundation)



OPEN NETWORKING
FOUNDATION

 | [Blog](#) | [Newsletter](#) | [Contact](#) | [Member Login](#) 

Search... 



[About](#)

[Certification](#)

[Technical Communities](#)

[News & Events](#)

[SDN Resources](#)

You are here: [Home](#) > [About](#) > [ONF Overview](#)

ONF Overview

Open Networking Foundation (ONF) is a user-driven organization dedicated to the promotion and adoption of [Software-Defined Networking \(SDN\)](#) through open standards development.

SDN is a new approach to networking in which network control is decoupled from the data forwarding function and is directly programmable. The result is an extremely dynamic, manageable, cost-effective, and adaptable architecture that gives administrators unprecedented programmability, automation, and control. Implementing SDN via an open standard enables extraordinary agility while reducing service development and operational costs, and frees network administrators to integrate best-of-breed technology as it is developed.

ONF emphasizes an open, collaborative development process that is driven from the end-user perspective. Our signature accomplishment to date is introducing the [OpenFlow® Standard](#), which enables remote programming of the forwarding plane. The OpenFlow® Standard is the first SDN standard and a vital element of an open software-defined network architecture.



Today, our [Technical Communities](#) continue to analyze SDN requirements, evolve the OpenFlow® Standard to address the needs of commercial deployments, and research new standards to expand SDN benefits.

For additional information, please [contact us](#). To learn more about the ONF and our milestones & achievements, please download the [All About ONF](#) document.

Our Staff



Dan Pitt, Executive Director

[Read Bio](#)

DOWNLOAD AS PDF

 [All About ONF](#)

ONF OPERATING DOCS

Organizational Documents

-  [Code of Conduct](#)
-  [Membership Agreement](#)
-  [Antitrust Guidelines](#)
-  [Articles of Incorporation](#)
-  [Bylaws of ONF](#)
-  [Intellectual Property Rights Policy](#)
-  [Board Statement About the IPR Policy](#)

Trademark Policies

-  [ONF Member Trademark Terms and Conditions](#)
-  [ONF Trademark Usage Guidelines for Members](#)

Event Endorsement

-  [ONF Event Endorsement Request Form](#)

 [NEWSLETTER](#) →

IETF

Рабочая группа по инженерным задачам Интернет (Internet Engineering Task Force, IETF) – сообщество исследователей, операторов сетей связи и производителей сетевого оборудования, рассматривающих вопросы развития сети Интернет и ее функционирования. Работа сообщества разделена между рабочими группами согласно основным выделенным тематикам, включая маршрутизацию, транспорт, безопасность и пр.

Разработка аналитических и стандартизирующих документов IETF, относящихся к SDN/NFV, начата в конце 2012 г. и находится на начальных этапах разработки проектных документов (draft). В настоящее время действуют следующие РГ:

- Рабочая группа Interface to the Routing System (I2RS)
- Рабочая группа Path Computation Element (PCE)
- Исследовательская группа Software-Defined Networking Research Group

Internet Research Task Force (IRTF)
Request for Comments: 7426
Category: Informational
ISSN: 2070-1721

E. Haleplidis, Ed.
University of Patras
K. Pentikousis, Ed.
ICT
S. Denazis
University of Patras
J. Hadi Salim
Mojatatu Networks
D. Meyer
Brocade
O. Koufopavlou
University of Patras
January 2015

Software-Defined Networking (SDN): Layers and Architecture Terminology

Abstract

Software-Defined Networking (SDN) refers to a new approach for network programmability, that is, the capacity to initialize, control, change, and manage network behavior dynamically via open interfaces. SDN emphasizes the role of software in running networks through the introduction of an abstraction for the data forwarding plane and, by doing so, separates it from the control plane. This separation allows faster innovation cycles at both planes as

Основные задачи регуляторного характера, возникающие при внедрении технологий SDN/NFV

Нормативные документы отрасли «Связь» можно разделить на две группы:

- НПА, регламентирующие системные сетевые вопросы, связанные с построением, взаимодействием сетей и оказанием услуг связи, распределением ресурсов
- НПА, которые определяют правила применения сетевого оборудования сетей связи, устанавливающие обязательные требования к параметрам средств связи в целях обеспечения целостности, устойчивости функционирования и безопасности единой сети электросвязи РФ

Требуется разработка НПА на применение оборудования SDN/NFV: в виде отдельных НПА **или** коррекция существующих НПА в части требований к элементному составу оборудования и функциональных параметров сетевых элементов

Переход на технологии SDN предполагает установку на сети нового оборудования, реализующего функции коммутаторов и контроллеров

Для SDN в части элементного состава оборудования: введение нового типа оборудования, выполняющего функции управления оборудованием коммутации и маршрутизации пакетов информации – контроллера.

В части расширения функциональных возможностей сетевых элементов: введение требований к функциональности оборудования в части поддержки протоколов и интерфейсов технологий SDN/NFV .

Публикации по тематике SDN/NFV



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В., Корабельников Д.М., Языков Д.Н. **Обзор состояния международной стандартизации программно-конфигурируемых сетей** // Электросвязь. – 2014. – № 8. – С.3-9.



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В., Корабельников Д.М., Языков Д.Н. **Сравнительный анализ архитектур и протоколов программно-конфигурируемых сетей** // Электросвязь. – 2014. – № 8. – С.9-14.



Ефимушкин В.А., Языков Д.Н. **Анализ характеристик функционирования коммутатора программно-конфигурируемой сети** // Труды ВСПУ-2014. М.: ИПУ РАН, 2014. – С.8536-8543.



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В., Корабельников Д.М., Языков Д.Н. **Обзор решений SDN/NFV зарубежных производителей** // Т-Сотт: Телекоммуникации и Транспорт – 2015. – № 8. – С.9-14.



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В., Корабельников Д.М., Языков Д.Н. **Обеспечение качества функционирования программно-конфигурируемых сетей** // Proc. XVIII Int. conf. DCCN-2015. Moscow: INSET, 2015.



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В. **Перспективы построения сетей LTE на базе технологий SDN** // Материалы регионального семинара МСЭ для стран СНГ «Сети мобильной связи LTE: технологии и практика», Москва, 3-5 марта 2014 г.



Ефимушкин В.А. **Перспективы перехода телекоммуникаций на технологии программно-конфигурируемых сетей** // Труды XIX Форума МАС-2015. М.: МАС, 2015.

Публикации по тематике SDN/NFV



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В., Корабельников Д.М., Языков Д.Н. **Методы обеспечения качества в программно-конфигурируемых сетях** // В кн.: Тез. докл. IX Межд.ународной отраслевой научной конференции “Технологии информационного общества”. – 24.03.2015 г. – М.: ИД Медиа Пабlishер, 2015.



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В., Корабельников Д.М., Языков Д.Н. **Обзор и классификация решений, реализующих концепции SDN/NFV** // В кн.: Тез. докл. IX Межд.ународной отраслевой научной конференции “Технологии информационного общества”. – 24.03.2015 г. – М.: ИД Медиа Пабlishер, 2015.



Ефимушкин В.А., Языков Д.Н. **Модели коммутатора программно-конфигурируемой сети** // В кн.: Тез. докладов научно-технических секций VIII Международной отраслевой научно-технической конференции «Технологии информационного общества». – 20-21.02.2014 г. – М.: МТУСИ, 2014



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В. **Футурология программно-конфигурируемых телекоммуникаций** // IV Форум «TELECOM NETWORKS X.0: Sharing, Engineering, Development, Management, Outsourcing & Metering», октябрь 2014.



Ефимушкин В.А., Ледовских Т.В. **Программно-конфигурируемые сети: качество функционирования и предоставления услуг** // V Форум «TELECOM NETWORKS X.0: Sharing, Engineering, Development, Management, Outsourcing & Metering», октябрь 2015.



Ефимушкин В.А. **Архитектурные и технические решения программно-конфигурируемых сетей и виртуализации сетевых функций для инфокоммуникаций будущего** // Труды XIX Форума MAC-2015. М.: MAC, 2015.

Спасибо за внимание!



Ефимушкин Владимир Александрович ef@zniis.ru (985) 215-17-75