

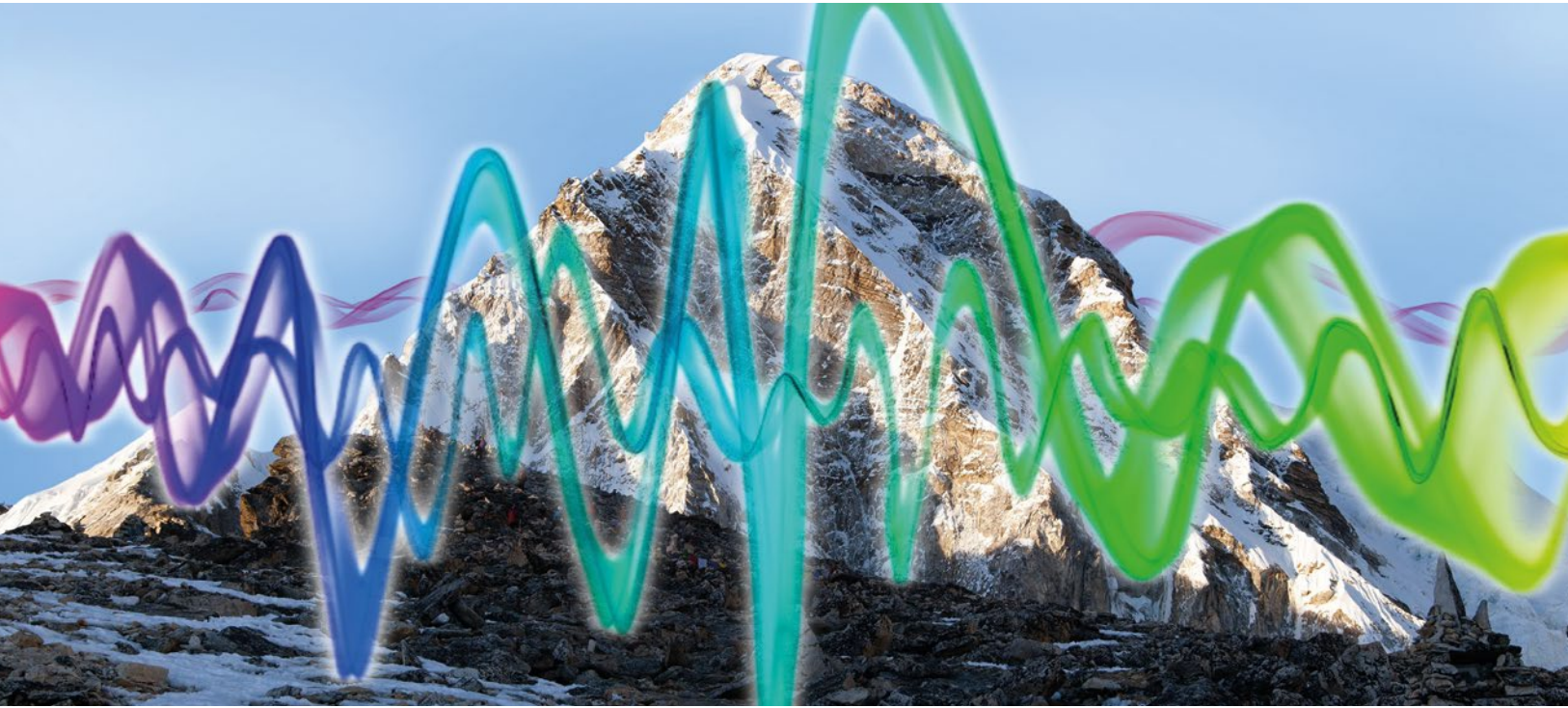
# Прокладываем пути для 5G

соединение  
вовлечение

преобразование

# 22<sup>nd</sup> Annual **Spectrum summit**

In Association with  
**PolicyTracker**



## “Driving Wireless Innovation”

Join us for Europe’s largest Spectrum Summit on July 5<sup>th</sup> 2017 to hear about:

- **Challenges of network deployment and future spectrum access for 5G**  
Moderation: Saul Friedner, Associate Director Spectrum Services, LS telcom
- **Internet of Things: technology, regulation and spectrum**  
Moderation: Martin Sims, Managing Director, PolicyTracker
- **DTT of the future – more or less?**  
Moderation: Richard Womersley, Director Spectrum Services, LS telcom

(Please note: Agenda and speakers are subject to change)



**Don't miss our Post-Summit Workshops on July 6<sup>th</sup>!**

Reserve your place now!  
[www.spectrum-summit.com](http://www.spectrum-summit.com)



**LS telcom**  
Smart Spectrum Solutions

## Почему мир нуждается в 5G

Хоулинь Чжао, Генеральный секретарь МСЭ



**“Технология пятого поколения IMT-2020 (5G) стремительно развивается, и она будет обладать огромным потенциалом для изменения нашей жизни к лучшему. ”**

**Т**ехнология пятого поколения IMT-2020 (5G) стремительно развивается, и она будет обладать огромным потенциалом для изменения нашей жизни к лучшему.

Более качественное медицинское обслуживание, более "умные" города, значительно более эффективное производство становятся реальностью благодаря наступлению эры интернета вещей, набирающему темпы благодаря множеству инновационных решений, которые приводят в действие нашу современную экономику. Но ни один из этих элементов не сможет полностью реализовать свой потенциал, если не будет сетей 5G. В ближайшем будущем "умные" системы 5G приобретут решающее значение для удовлетворения требующих переработки большого объема данных потребностей миллиардов людей, которые ежедневно используют постоянно растущее число видеоресурсов.

5G принесет с собой гораздо более высокие скорости передачи данных, надежное соединение и низкую задержку в международной подвижной электросвязи (ИМТ) — все, что необходимо для нашей новой глобальной экосистемы связи, объединяющей соединенные устройства, которые передают гигантские объемы данных, используя сверхскоростную широкополосную связь.

В этом выпуске журнала "Новости МСЭ" мы расскажем, что такое 5G, — почему эта технология открывает такие перспективы, — и как на практике создать столь сложные системы.

Мы имеем отличную возможность на этих ранних этапах развития 5G учесть опыт, накопленный при создании систем 3G и 4G/LTE. На страницах журнала мы покажем роль МСЭ в принятии согласованного на глобальном уровне спектра и стандартов, способствующих разработке и внедрению 5G. В этом выпуске журнала "Новости МСЭ" мы представим также ориентированные на решения точки зрения ряда авторитетных экспертов по ключевым аспектам 5G, таким как, например, "нарезка" сетей, организация ориентированных на информацию сетей (ICN) и проекты с открытыми исходными кодами. Читайте и узнавайте новое о 5G — главной опоре цифровой экономики завтрашнего дня.



## Прокладываем пути для 5G

### (Редакционная статья)

- 1 Почему мир нуждается в 5G  
*Хоулинь Чжао, Генеральный секретарь МСЭ*

### (Инфографика по теме 5G)

- 3 Что такое 5G?  
4 5G в идеальном мире  
5 Перспективы видео 5G

### (Перспективы видео)

- 6 Ценная информация о видео

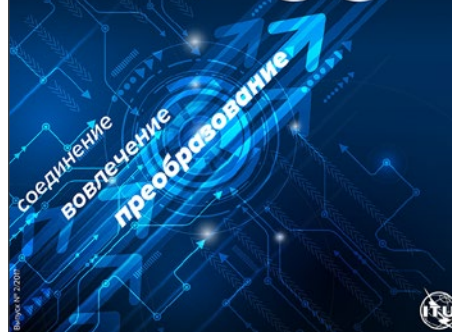
### (Перспективы 5G)

- 7 5G в действии: планы корпорации КТ по демонстрации возможностей 5G  
*Тон Мён ЛИ, Главный директор по технологиям корпорации КТ, Республика Корея*

### (Реализация 5 G на практике)

- 10 Стандарты и спектр для международной подвижной электросвязи  
*Франсуа Ранси, Директор Бюро радиосвязи МСЭ*
- 14 На пути к IMT-2020 (5G)  
*Стивен М. Бласт, Председатель Рабочей группы 5D Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ–R)  
Серджи Буономо, Советник 5-й Исследовательской комиссии МСЭ–R*
- 19 Новый этап оркестровки для 5G  
*Чхе Суб Ли, Директор, Бюро стандартизации электросвязи МСЭ*
- 22 Почему сквозная "нарезка" сети 5G на слои будет иметь важное значение для 5G  
*Питер Эшвуд-Смит, Председатель Оперативной группы по IMT-2020 МСЭ–T, Директор по исследованиям сетей 5G, компания Huawei*
- 26 Ключ к сетям 5G: использование ориентированных на информацию сетей (ICN)  
*Джованна Карофильо, Заслуженный инженер, компания Cisco Systems*
- 29 Открытие технологий 5G  
*Марк Кон, Вице-президент по вопросам стратегии развития сетей Консорциум Linux Foundation*

## Прокладываем пути для 5G



Shutterstock

itunews.itu.int  
6 выпусков в год  
Авторское право: © МСЭ 2017

Главный редактор: Мэтью Кларк  
Художественный редактор: Кристин Ванולי  
Помощник редактора: Анджела Смит

Редакция/Информация о размещении рекламы:  
Тел.: +41 22 730 5234/6303  
Факс: +41 22 730 5935  
Эл. почта: itunews@itu.int

Почтовый адрес:  
International Telecommunication Union  
Place des Nations  
CH-1211 Geneva 20 (Switzerland)

Правовая оговорка:  
Выраженные в настоящей публикации мнения являются мнениями авторов, и МСЭ за них ответственности не несет. Используемые в настоящей публикации обозначения и представление материала, включая карты, не отражают какого бы то ни было мнения МСЭ в отношении правового статуса любой страны, территории, города или района либо в отношении делимитации их границ. Упоминание конкретных компаний или определенных продуктов не означает, что МСЭ их поддерживает или рекомендует, отдавая им предпочтение перед другими компаниями или продуктами аналогичного характера, которые не упоминаются.

Все фотографии МСЭ, если не указано другое

# Что такое 5G?

Что связь стандарта 5G могла бы дать вам?

**Ошеломляющие объемы, ошеломляющая скорость**

**Постоянное наилучшее соединение**

**Отсутствие ощутимых задержек**

**Огромное количество соединенных вещей и людей**

**Энерго-эффективность**

**Гибкие программируемые сети**

**Защищенные сети**

**Что нового в связи стандарта 5G?**

Расширение использования спектра, миллиметровые волны, уплотнение сот; повышение эффективности использования спектра; усовершенствованные антенны; методы формирования луча 3D; новые электронные компоненты; оптимизация транзитных соединений; соединение устройства с устройством (D2D); подвижные сети (соты, установленные на транспортном средстве)

Сочетание 4G, 3G, Wi-Fi и новых систем радиодоступа для создания комплексной и динамичной сети радиодоступа; механизмы управления установлением соединений

Сверхмалая задержка; сети с программируемыми параметрами; разделение функциональной архитектуры и базовой физической инфраструктуры; интеллект сети приближается к пользователям; МЕС (мобильные периферийные вычисления); соединение устройства с устройством (D2D)

Новые формы волн, уплотнение сот; гораздо меньший объем трафика сигнализации и отсутствие синхронизации; архитектура сети радиодоступа (RAN)

Миллиметровые волны для периферийных и транзитных сетей; новые механизмы эксплуатации для плотных сетей; объединение обработки данных базовых станций; потребление по требованию; интенсивный межмашинный обмен; усилители мощности; оптические приемопередатчики с возможностью цифровой обработки сигналов (DSP); использование энергии окружающей среды; оптимизация коммутации спящего режима

Сети с программируемыми параметрами; виртуализация сетевых функций; разделение функциональной архитектуры и базовой физической инфраструктуры; интерфейсы прикладного программирования (API)

Аутентификация физических каналов; виртуализированная аутентификация

**Почему не сегодня?**

Насыщенность спектра; ограниченное агрегирование спектра; существующее оборудование не может работать на высоких частотах; высокая стоимость развертывания и технического обслуживания малых сот

Беспрепятственная эстафетная передача (например, из сотовой сети в сеть Wi-Fi) не поддерживается

Задержка в сетях 4G  $\geq 10$ мс

Существующие ограничения формы волны при мультиплексировании с частотным разделением (FDM); помехи препятствуют масштабированию; высокая стоимость наборов микросхем для 4G; энергопотребление

Не оптимизировано время бездействия базовых станций; активированы неиспользуемые функции; не оптимизировано энергопотребление эфирного интерфейса/оборудования

Многообразие программного обеспечения управления сетью; отсутствие функциональной совместимости; увязывание сетевых функций с блоками оборудования

Защита как дополнительный элемент, не предусмотренный изначально; фрагментированный подход

# 5G в идеальном мире

## Транспорт



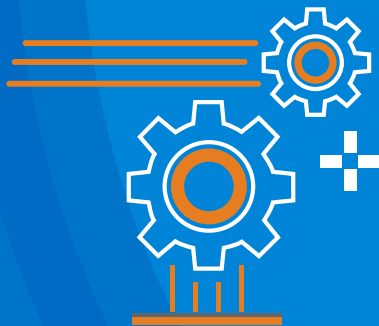
- ▶ Транспортные данные свободно перемещаются между ранее изолированными подвидами транспорта
- ▶ Возможности для новых видов взаимодействия и приложений
- ▶ Опыт применения подлинного интернета вещей, соединяющего все, что связано с дорожным движением
- ▶ Данные и усовершенствованные результаты обработки данных признаются заинтересованными сторонами и защищаются как стимул в новой цепочке создания стоимости
- ▶ Определяющее значение имеют обмен транспортными данными и доступ к ним

## Автомобильная отрасль



- ▶ Отрасль открыта для изменений
- ▶ Появляются новые бизнес-модели
- ▶ Высокий уровень доверия со стороны пользователей и смежных секторов
- ▶ Эффективные правительственные механизмы и стандартизация

## Коммунальные службы



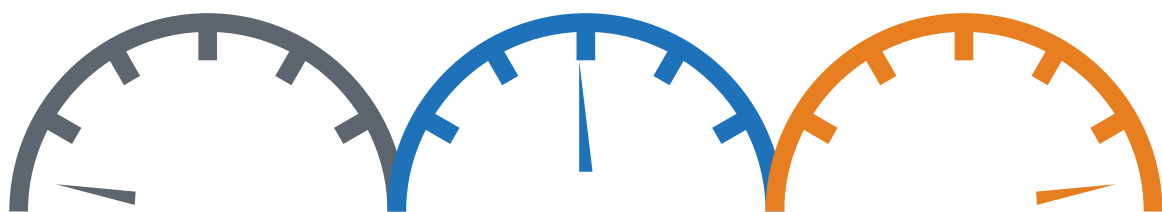
- ▶ Высокие уровни возможности соединений, поддерживаемые эффективной регламентарной средой
- ▶ Осуществляется межвертикальное взаимодействие
- ▶ Обеспечиваются функциональная совместимость и интеграция
- ▶ Для удовлетворения потребностей пользователей разрабатывается новая экосистема устройств и сетей

## Здравоохранение



- ▶ Широкое признание инноваций, определяемых технологиями
- ▶ Практикующие медицинские работники открыты для изменений
- ▶ Новые возникающие бизнес-модели, поддерживаемые эффективными, четкими регуляторными нормами
- ▶ Здравоохранение предусматривает не только лечение заболеваний, но и их профилактику
- ▶ Здравоохранение предусматривает повышение уровня благополучия и качества жизни

# Перспективы видео 5G



Тип сети

**3G**

384 кбит/с  
(2000-е годы)

**4G**

100 Мбит/с  
(2010-е годы)

**5G**

10 Гбит/с  
(2020-е годы)

Сколько времени потребуется, чтобы загрузить двухчасовой фильм?

**26**

часов

**6**

минут

**3,6**

секунды

Что вы можете сделать за время ожидания

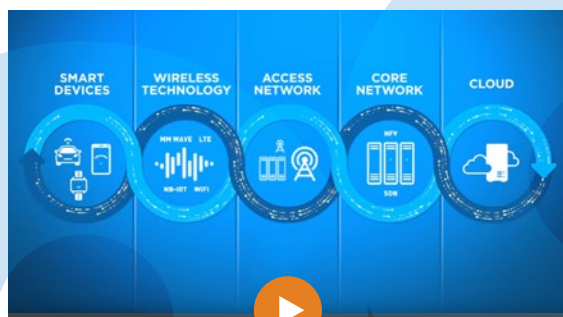
Перелететь из Швейцарии в Мексику, включая время на регистрацию

Приготовить завтрак  
Просмотреть записи в Facebook

Спросить: "Уже загрузился?"

# Ценная информация о видео

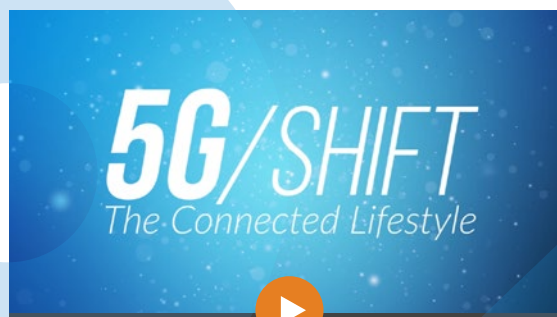
Что такое 5G



SMART DEVICES WIRELESS TECHNOLOGY ACCESS NETWORK CORE NETWORK CLOUD

Щелкните, чтобы просмотреть подготовленное Intel IT Center видео


Переход к 5G: Образ жизни с постоянным подключением



5G/SHIFT  
The Connected Lifestyle

Щелкните, чтобы просмотреть подготовленное CommScope видео

Проводная технология, содействующая 5G



Щелкните, чтобы просмотреть подготовленное МСЭ видео

Просмотрите больше подготовленных МСЭ демонстраций сценариев использования 5G



## 5G в действии: планы корпорации КТ по демонстрации возможностей 5G

Тон Мён ЛИ

Главный директор по технологиям  
корпорации КТ, Республика Корея

**С**егодня мы являемся свидетелями начала беспрецедентной "умной" революции, в основе которой лежит новейшая передовая технология цифровой и подвижной связи — 5G.

В перспективе 5G способна обеспечить более высокие скорости передачи данных, уменьшение временной задержки и более надежное установление соединений. В некотором смысле эти улучшения уже происходят — медленно, но неуклонно — на основе использования существующих технологий и услуг, таких как четвертое поколение долгосрочного развития (4G LTE) фиксированной широкополосной связи, Wi-Fi и интернета вещей (IoT).

Однако по мере выхода технологии 5G на рынок эти новые возможности применения станут намного более разнообразными при повышенной точности, а скорость изменений намного возрастет.

Согласно прогнозам технология 5G обеспечит 100-кратный рост скорости передачи данных по сравнению с нынешней технологией 4G LTE. Ожидается также, что она сделает возможными сетевые соединения со сверхмалой задержкой, которая составит менее одной десятой величины задержки в нынешних системах связи. Она также позволит устанавливать массовые соединения, в результате чего появится возможность одновременного подключения к одной соте сотен тысяч устройств.



**“ Мы являемся  
свидетелями начала  
беспрецедентной "умной"  
революции, в основе  
которой лежит новейшая  
передовая технология  
цифровой и подвижной  
связи — 5G ”**

Тон Мён ЛИ



В то же время возможности технологии 5G будут объединены с облачными технологиями, искусственным интеллектом (ИИ), большими данными и IoT, что приведет традиционную отрасль и общество в автоматизированный интеллектуальный мир.

Технология 5G позволит отрасли подвижной связи расширить сферу применения и включить в нее важные усовершенствования объектов физической инфраструктуры, таких как дороги, порты и транспортные системы. По сути, технология 5G будет приводить в движение цифровую экономику завтрашнего дня, а поставщики информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) будут играть одну из главных ролей.

### Технология 5G корпорации КТ на зимних Олимпийских играх в Пхёнчхане

Корпорация КТ стремится стать лидером в области технологий 5G, и у нее есть четкий, предметный и конкретный план действий под названием GiGAtopia, который в настоящее время находится на стадии разработки и развертывания. Например, предоставляемые корпорацией услуги гигабитного (GiGA) интернета, который основан на рекомендациях Сектора стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ–Т) **серии G** и связи GiGA LTE, которая основана на рекомендациях МСЭ–Т **серии Y**, уже охватывают более чем 2 млн. абонентов. Накапливая опыт и возможности в области инфраструктуры и услуг, корпорация КТ все ближе подходит к эре 5G.

Основываясь на этом опыте и возможностях, главный исполнительный директор корпорации КТ объявил в своей программной речи на Всемирном мобильном конгрессе в этом году, что коммерческое использование услуг 5G начнется в 2019 году. Он также пообещал, что на зимних Олимпийских играх в Пхёнчхане в 2018 году корпорация КТ продемонстрирует, каким образом технология 5G преобразит мир.

С этой целью корпорация КТ уделяет много времени и усилий разработке новых устройств и услуг, а также систем сетей, которые смогут продемонстрировать на Олимпийских играх в Пхёнчхане разнообразные возможности применения технологии 5G. К числу этих услуг, которые позволят по-новому смотреть спортивные состязания, относятся медийные приложения с эффектом погружения, такие как Opti-View и Sync-View, а также автономные транспортные средства, использующие технологию 5G. И это лишь немногие примеры подобных услуг. Демонстрация корпорацией КТ возможностей технологии 5G на Олимпийских играх будет направлена на то, чтобы дать людям во всем мире практические знания об изменениях, к которым приведут технология 5G и ИКТ в ближайшем будущем.

### Энергетика сетей служит конвергенции отраслей

Корпорация КТ не только готовится к эре 5G, развивая услуги электросвязи, но и активно стремится к конвергенции других отраслей, таких как энергетика, автотранспорт, сельское хозяйство, здравоохранение и т. д. Например, корпорация КТ предоставляет услугу КТ-MEG (микроэнергосистема), которая обеспечивает автоматическое дистанционное управление энергопотреблением десятков тысяч абонентов с помощью сети связи. Прогнозирование потребления на основе анализа больших данных может, например, повысить производительность электростанции. Корпорация КТ также разработала ряд приложений для применения в других областях — от тарифов автострахования до профилактики птичьего гриппа и многих других.

**“Творческие идеи будут играть решающую роль в превращении технологии 5G в важнейшую платформу для осуществления изменений в обществе и создания новой цифровой экономики”**

Тон Мён ЛИ

### Что имеет решающее значение для революции 5G?

Для реализации этих перспективных возможностей во все более взаимосвязанном мире, конечно, потребуется более высокий уровень стабильности, защищенности и надежности. Необходимо также решить ряд технических и регуляторных вопросов, в числе которых преодоление угроз, таких как взлом систем, управление обработкой системных отказов и высокая стоимость, определяемая сложностью эксплуатации. Для того чтобы новая промышленная революция на основе технологий 5G состоялась, эти препятствия необходимо устранить. Мы разделяем общее мнение, что такие барьеры будут преодолены. Человечество в прошлом всегда находило решения на основе творческих идей и сотрудничества. По сути, творческие идеи будут играть решающую роль в превращении технологии 5G в важнейшую платформу для осуществления изменений в обществе и создания новой цифровой экономики.



## Стандарты и спектр для международной подвижной электросвязи

Франсуа Ранси

Директор [Бюро радиосвязи МСЭ](#)

**С**ущественное увеличение распространенности и доступности подвижной связи в последние годы в значительной степени связано с разработкой международных стандартов, а также с определением и согласованием полос частот на глобальном уровне в целях надлежащей эксплуатации систем международной подвижной электросвязи (ИМТ). Тем самым обеспечивается функциональная совместимость, роуминг и глобальная экономия за счет масштабов.

### Стандарты

Системы подвижной телефонной связи второго поколения были разработаны в конце 1980 х годов, а первый опыт эксплуатации этих систем приходится на начало 1990 х. Безусловно, основной характеристикой перехода от первого поколения мобильных телефонов ко второму является замена аналоговой связи цифровой, а также рост потребности в бесперебойной работе этих систем как на региональном, так и на глобальном уровне.

Эксплуатации систем мобильной телефонной связи на региональном и глобальном уровнях препятствовало широкое разнообразие несовместимых стандартов, а также использование в разных частях мира различных планов размещения полос частот и каналов. Это в свою очередь оказало существенное влияние на стоимость этих систем и, как следствие, на их приемлемость в ценовом отношении. Признавая это, члены МСЭ создали группу экспертов с задачей изучения требований для будущих сухопутных подвижных систем электросвязи общего пользования (FPLMTS).



**“ Работа МСЭ в области разработки стандартов для ИМТ-2020 успешно проводится в тесном сотрудничестве с целым рядом организаций, заинтересованных в развитии 5G. ”**

Франсуа Ранси

Исследования в области FPLMTS проводила временная Рабочая группа 8/13 МККР (так прежде назывался Сектор радиосвязи МСЭ (МСЭ–R)). Первым значимым результатом этих исследований стало решение Всемирной административной радиоконференции 1992 года об определении полос частот, необходимых для функционирования систем FPLMTS. Дальнейшие исследования были направлены на разработку набора подробных спецификаций радиointерфейсов для систем FPLMTS.

Для разработки стандартов радиосвязи 3G была создана Целевая группа 8/1 МСЭ–R. Эти стандарты были окончательно утверждены в мае 2000 года в Рекомендации МСЭ–R **M.1457** "Подробные спецификации наземных радиointерфейсов Международной подвижной электросвязи — 2000 (IMT-2000)". В Резолюциях **56** и **57** МСЭ–R Ассамблеи радиосвязи 2000 года название FPLMTS было изменено на IMT, а также были утверждены принципы и путь дальнейшего развития IMT.

Позднее для продолжения работы над IMT в МСЭ–R была создана Рабочая группа 5D. Совместно с соответствующими национальными и региональными организациями по разработке стандартов проводились ежегодные обновления спецификаций IMT-2000, направленные на развитие и усовершенствование стандарта. Помимо этого, были разработаны Рекомендации МСЭ–R, касающиеся таких аспектов внедрения IMT-2000, как глобальное обращение окончного оборудования, планы размещения радиочастотных каналов и исследования совместного использования частот системами IMT и системами других радиослужб.

Наряду с этим Рабочая группа 5D МСЭ–R начала работу по удовлетворению потребности в глобальной платформе, на которой будут основываться услуги подвижной связи следующего поколения (быстрый доступ к данным, унифицированная передача сообщений и широкополосная передача мультимедиа — IMT-Advanced).

# Роль МСЭ на пути к 5G

На протяжении более 30 лет МСЭ разрабатывала и продолжает разрабатывать стандарты и планы распределения спектра в целях поддержки Международной подвижной электросвязи (IMT).

## 1970-е годы

Первое поколение

[1G]

Аналоговые системы подвижной связи первого поколения (1G). В первые службы радиотелефонной связи были внесены два ключевых улучшения, связанные с изобретением микропроцессора и переводом в цифровой формат линий управления между мобильным телефоном и сотовой станцией.

## 1980-е и 1990-е годы [2G]

Второе поколение

Первые цифровые системы сотовой связи второго поколения (2G) были разработаны в конце 1980-х годов и введены в эксплуатацию в начале 1990-х.

В этих системах в цифровой формат были переведены не только линии управления, но и голосовые сигналы. Новая система обеспечивала лучшее качество связи и более высокую пропускную способность при более низких ценах для пользователей.

Эксплуатации систем мобильной телефонной связи на региональном и глобальном уровнях препятствовало широкое разнообразие несовместимых стандартов, а также использование в разных частях мира различных планов размещения полос частот и каналов.

В 1992 году на Всемирной административной радиоконференции МСЭ (**ВАРК-92**) было принято историческое решение: внести в Регламент радиосвязи определение для согласованных на глобальном уровне полос частот, которые будут применяться в будущих сухопутных подвижных системах электросвязи общего пользования, получивших новое название — системы Международной подвижной электросвязи (IMT).



В 2012 году завершилась разработка спецификаций радиоинтерфейсов для IMT-Advanced, которые приведены в Рекомендации МСЭ–R **M.2012**. В настоящее время системы 4G вводятся в эксплуатацию по всему миру, и в предстоящие годы ожидается их дальнейшее развитие и совершенствование.

В 2012 году в целях удовлетворения потребностей в подвижной связи на более длительный период Рабочая группа 5D приступила к исследованиям, посвященным следующему уровню развития систем подвижной связи — IMT-2020. Завершить разработку спецификаций IMT-2020 (5G) планируется в 2020 году.

### Использование спектра

Поскольку системы радиосвязи будут использоваться в глобальном масштабе, крайне желательно, чтобы распределение действующих и вновь выделяемых участков спектра проводилось согласованно. Согласованное использование спектра обеспечивает значительные преимущества, включая экономию за счет увеличения масштаба, возможность глобального роуминга, снижение конструктивной сложности оборудования, увеличение срока службы батарей, повышение эффективности использования спектра и потенциальное сокращение трансграничных помех.

Мобильные устройства, как правило, оборудованы несколькими антеннами и соответствующими радиочастотными входными каскадами. Это позволяет им работать в различных полосах частот и облегчает роуминг. Притом что в мобильных устройствах, как правило, целесообразно использовать унифицированные наборы микросхем, для работы в различных частотных диапазонах требуются соответствующие компоненты с различными техническими параметрами, что ведет к усложнению конструкции оборудования и их удорожанию.

## 2000-е годы

### Третье поколение

Более чем через десять лет напряженной работы Сектор радиосвязи МСЭ (МСЭ–R) в тесном сотрудничестве с национальными и региональными организациями по разработке стандартов закончил разработку технических стандартов для радиоинтерфейсов систем третьего поколения под маркой IMT-2000.

Разработанный МСЭ глобальный стандарт для технологии 3G (IMT-2000) был единогласно одобрен на Ассамблее радиосвязи МСЭ в 2000 году (**AP-2000**), благодаря чему была открыта дорога к инновационным приложениям и услугам (среди которых мультимедийный развлекательный контент, информационно-развлекательные программы и системы, основанные на определении местоположения).

[3G]

## 2012 год

### Четвертое поколение

Спецификации для технологий подвижной связи четвертого поколения — IMT-Advanced — были согласованы в январе 2012 года на Ассамблее радиосвязи МСЭ (**AP-12**) в Женеве.

Системы **IMT-Advanced** обладают новыми функциональными возможностями, которые превышают возможности IMT-2000, обеспечивая доступ к широкому диапазону услуг электросвязи, предоставляемых сетями подвижной и фиксированной связи, в которых все чаще используется пакетная передача.

[4G]

## 2012–2020 годы

### Пятое поколение

В начале 2012 года МСЭ–R приступил к осуществлению программы по разработке концепции "IMT на 2020 год и последующие годы", создав основу для исследований в области 5G, которые начали активно проводиться по всему миру.

В сентябре 2015 года МСЭ–R закончил работу над Концепцией общества, соединенного подвижной широкополосной связью 5G — **IMT на 2020 год и последующие годы**. В 2020 году МСЭ–R планирует завершить работу над техническими стандартами для IMT-2020. Совершенствуя подвижную широкополосную связь, 5G также расширит сферу применения этой технологии, включив в нее сценарии использования сверхнадежной передачи данных с малой задержкой и интенсивный межмашинный обмен. Кроме того, на Всемирной конференции радиосвязи 2019 года (**ВКР-19**) будет рассмотрен вопрос о необходимости определения дополнительных участков спектра для поддержки развития систем IMT в будущем.

[5G]

Именно поэтому согласованное использование спектра для систем ИМТ ведет к упрощению и унификации оборудования, что в свою очередь помогает добиться экономии за счет увеличения масштаба, а также сделать оборудование более приемлемым в ценовом отношении.

Как упоминалось ранее, по решению Всемирной административной радиоконференции 1992 года (ВАРК-92), первые специальные полосы частот для работы систем FPLMTS (ныне ИМТ) были определены в Регламенте радиосвязи МСЭ — международном договоре, регулирующем использование радиочастотного спектра и спутниковых орбит. Определение полосы частот в Регламенте радиосвязи не обеспечивает какого-либо приоритета для такого использования по отношению к другим радиослужбам, распределенным в этом участке спектра, однако дает четкий сигнал национальным органам контроля и регулирования, планирующим использование спектра. Кроме того, определение полос обеспечивает определенный уровень доверия со стороны производителей оборудования и сетевых операторов, побуждая их делать долгосрочные инвестиции, необходимые для разработки систем ИМТ в этих полосах частот.

Ни один отдельно взятый диапазон частот не удовлетворяет всем критериям, заданным для развертывания систем ИМТ, особенно в странах с разнообразным рельефом местности и различной плотностью населения. Поэтому для удовлетворения потребностей систем ИМТ в пропускной способности и покрытия потребовалось бы несколько диапазонов частот.

Начиная с ВАРК-92 на последующих Всемирных конференциях по радиосвязи в 1997, 2000, 2007 и 2015 годах периодически определялись дополнительные полосы частот для систем ИМТ в диапазоне

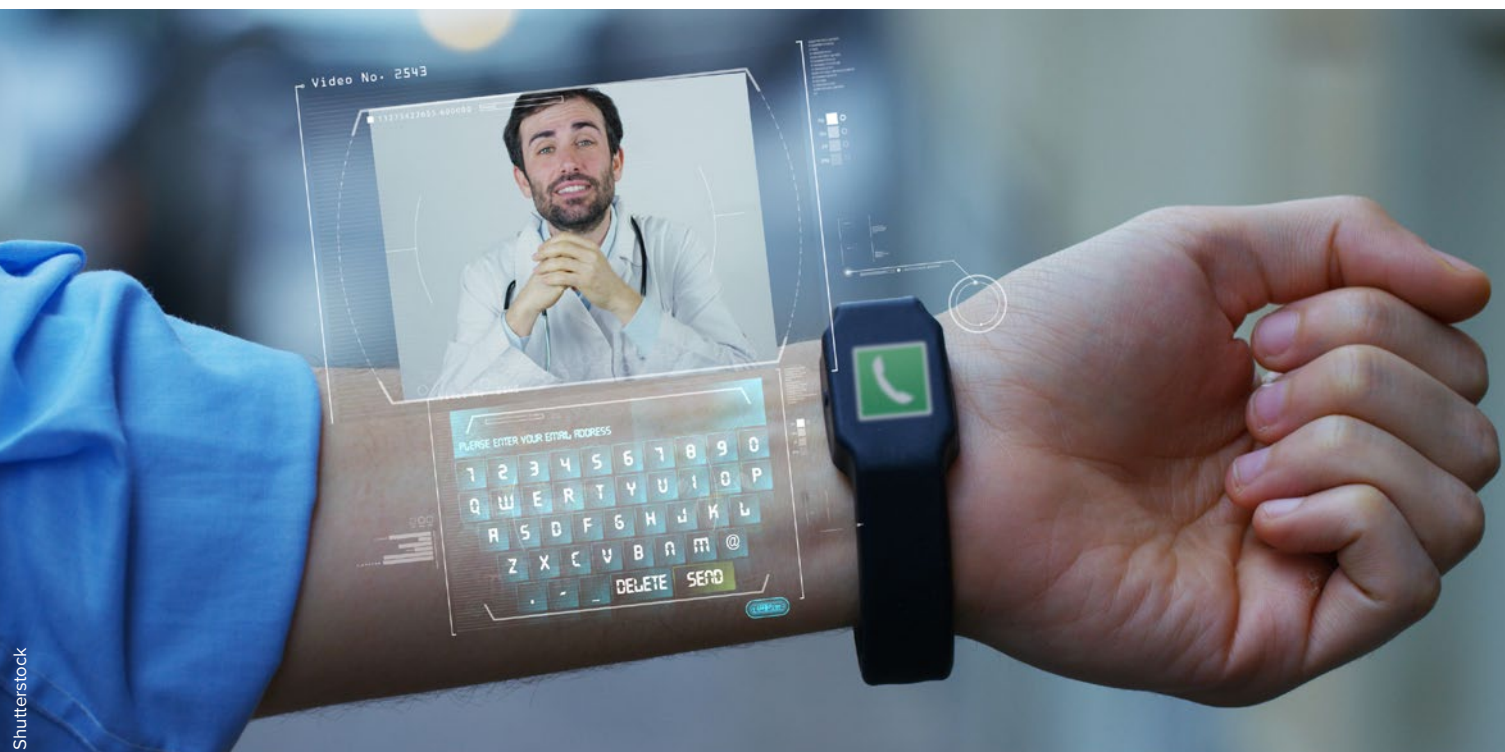
от 450 МГц до 6 ГГц для обеспечения стремительно растущей потребности в подвижной связи, в особенности в передаче данных по линиям широкополосной подвижной связи.

На Всемирной конференции по радиосвязи 2015 года (ВКР-15) удалось добиться значительных успехов в определении дополнительных полос частот и согласованных на глобальном уровне планов распределения частот ниже 6 ГГц для систем ИМТ. Однако участники конференции также признали, что для этих систем в будущем потребуются крупные непрерывные участки спектра в диапазоне более высоких частот. В связи с этим на конференции было высказано пожелание, чтобы МСЭ–R провел исследование 11 полос частот в диапазоне от 24 до 86 ГГц, с тем чтобы на Всемирной конференции по радиосвязи в 2019 году (ВКР-19) эти полосы могли быть определены для будущих систем ИМТ. Целью исследований является определение ограниченного подмножества полос частот, которые рекомендуется определить в глобальном масштабе для систем ИМТ.

## Заключение

Сфера применения технологии 5G намного шире, чем у систем широкополосной подвижной связи предыдущих поколений. Речь идет не просто об усовершенствовании традиционных сценариев использования широкополосной подвижной связи, но о расширении их до обеспечения сверхнадежной передачи данных с малой задержкой и интенсивного межмашинного обмена. Работа МСЭ в области разработки стандартов для ИМТ-2020 успешно проводится в тесном сотрудничестве с целым рядом организаций, заинтересованных в развитии 5G. Ведется также работа в области управления использованием спектра и определения спектра.





## На пути к IMT-2020 (5G)

**Стивен М. Бласт**

Председатель [Рабочей группы 5D](#) Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ–R)

**Серджо Буономо**

Советник [5-й Исследовательской комиссии](#) МСЭ–R

**Н**а протяжении почти трех десятилетий МСЭ ведет работу в области международной подвижной электросвязи (ИМТ). Эта работа представляет собой открытый процесс, в котором принимают участие Государства — Члены МСЭ, национальные и региональные организации по разработке стандартов, производители оборудования, операторы сетей, а также участники научных и отраслевых форумов. Эта деятельность, вне всяких сомнений, коренным образом изменила способы общения людей во всем мире.

Международная подвижная электросвязь все в большей степени становится основным средством обеспечения связи, передачи информации и развлечения.

В наши дни системы подвижной широкополосной связи 3G и 4G основаны на стандартах ИМТ, разработанных МСЭ. Подробные спецификации для [ИМТ-2000](#) действуют с 2000 года, а спецификации для [ИМТ-Advanced](#) утверждены Сектором радиосвязи МСЭ (МСЭ–R) на [Ассамблее радиосвязи](#) в 2012 году ([AP-12](#)).

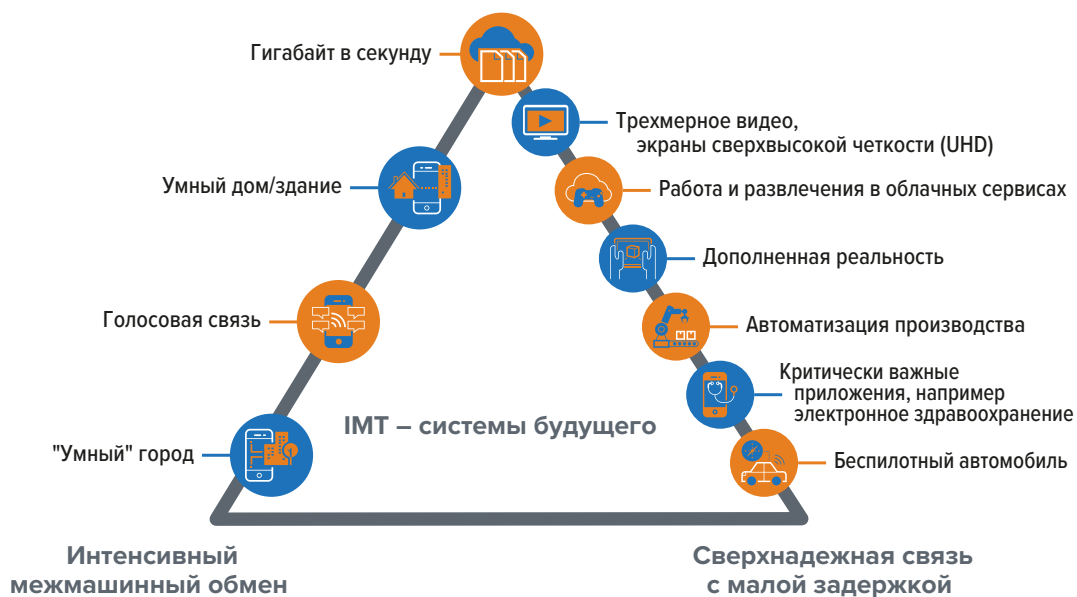
Следующим этапом является разработка полных спецификаций для систем 5G под принятым в МСЭ названием **IMT-2020**, предназначенных для поддержки последующих поколений широкополосных соединений и интернета вещей (IoT). Работу над спецификациями планируется завершить в 2020 году.

Технологии 5G позволят пополнить глобальную экосистему связи усовершенствованными системами подвижной широкополосной связи, расширяя

диапазон возможных областей их применения за счет интенсивного развития скоростных линий передачи данных, с одной стороны, и поддержки широкого спектра IoT-устройств — с другой. Для решения этой задачи будут применяться новые, более эффективные и практичные методы и конфигурации систем радиосвязи, работающие в широком диапазоне радиочастотного спектра — от традиционных полос частот подвижной связи до новых так называемых миллиметровых волн (полос радиочастот в диапазоне свыше 6 ГГц).

## Сценарии использования 5G из Рекомендации МСЭ-R "Концепция IMT-2020"

### Усовершенствованная подвижная широкополосная связь



### Что может предложить IMT?

В данном контексте IMT может предложить системы связи, обладающие низкой задержкой и высокой надежностью; усовершенствованные мультимедийные услуги, в том числе видео сверхвысокой четкости; стационарные и высокоомобильные системы с исключительным качеством передачи данных, вкуче с критически важными возможностями связи и поддержкой бурно развивающегося интернета вещей.

МСЭ, как орган стратегического планирования, готовится к более отдаленному будущему. Уже в 2011 году МСЭ в качестве первых шагов по стимулированию осмысления будущего организовал региональные семинары на тему "IMT в следующем десятилетии". В 2015 году была выпущена Рекомендация, касающаяся важнейших перспектив развития IMT, а также материалы, в которых приведено общее техническое обоснование. В настоящий момент осуществляется переход к следующему этапу — определению технологии.

### 5G — принципиально новый подход

5G будет отличаться от предыдущих поколений технологий связи новыми, более совершенными функциональными возможностями, которые будут способствовать расширению спектра возможных сценариев использования. Это обуславливает разработку набора жестких и масштабных технических требований, которые позволят выйти далеко за рамки существующих систем, сетей и линий радиосвязи. Реализуя новую концепцию, мы планируем использовать подход "с чистого листа", учитывая опыт, накопленный в течение последних 20 лет развития технологии.

В циркулярном письме [5/LCCE/59](#), выпущенном МСЭ 22 марта 2016 года, содержится приглашение к внесению предложений по подходящим технологиям радиоинтерфейсов для наземных компонентов радиоинтерфейсов систем IMT-2020, а также приглашение к участию в их последующей оценке.

## Процесс стандартизации IMT-2020

Подготовка к будущему:  
концепция, использование спектра  
и технические аспекты





## Планируемые функциональные возможности 5G из Рекомендации МСЭ-R "Концепция IMT-2020"

Следующий этап — завершение разработки требований к техническим характеристикам систем IMT

На следующем этапе — в течение 2017 года — Рабочая группа 5D МСЭ-R (группа, отвечающая за системы IMT) завершит разработку требований к техническим характеристикам, критериев и методик оценки нового радиointерфейса IMT.

Помимо этого МСЭ-R будет заниматься вопросами распределения спектра для систем IMT; речь идет как о полосах радиочастот, уже выделенных системам IMT, так и о полосах, которые планируется использовать в будущем. Весь комплекс работ планируется завершить в 2020 году, когда будет выпущена Рекомендация МСЭ-R, содержащая подробные спецификации систем IMT-2020.

Предложения будут приниматься с октября 2017 года до середины 2019 года. Оценка предложений согласно установленным критериям проведет затем Рабочая группа 5D при поддержке независимых аналитических групп, специально созданных для этой цели. Участие в этих группах могут принимать не только члены МСЭ.

Здесь важно подчеркнуть, что разработкой стандартов IMT занимается не только МСЭ. Этот процесс широкого сотрудничества предполагает внесение существенного вклада и координацию деятельности Государств — Членов МСЭ, производителей оборудования, операторов сетей и всех привлеченных к работе национальных, региональных и международных организаций, партнерств и форумов по разработке стандартов.

Комиссии по оценке представят на рассмотрение в Рабочую группу 5D отчеты по оценке предложений, которые послужат основой для формирования единого мнения относительно того, какие из предложенных интерфейсов должны быть включены в стандарт IMT-2020.



Значения на приведенном выше рисунке являются предметом исследования и оценки для систем IMT-2020 и могут быть пересмотрены в свете будущих исследований. Подробная информация содержится в Концепции IMT-2020 (Рекомендация МСЭ-R M.2083)

## Потребности в спектре для будущих технологий

Если говорить об использовании спектра, то на Всемирной конференции радиосвязи 2015 года (ВКР-15) удалось добиться значительных успехов в определении дополнительных полос частот и согласованных на глобальном уровне планов распределения частот ниже 6 ГГц для систем ИМТ; было также признано, что для данной сферы применения в будущем потребуются большие непрерывные участки спектра.

Исходя из этого на конференции было предложено, чтобы МСЭ–R провел исследование 11 полос частот в диапазоне выше 24 ГГц, с тем чтобы на следующей Всемирной радиоконференции в 2019 году (ВКР-19) эти полосы могли быть определены для будущих систем ИМТ.

Одновременно с этим, в рамках подготовки к ВКР-19, должны быть определены полосы, которые можно считать подходящими для систем ИМТ, а также должна быть изучена возможность совместного использования этих частот. Решения, касающиеся использования спектра, должны быть приняты во внимание при разработке окончательных спецификаций ИМТ-2020.

## Предстоящие технические испытания ИМТ-2020

В ближайшие годы предстоят предварительные промышленные испытания, исследования рынка и внедрение технологий 5G на основе прогнозов по разработкам систем для ИМТ-2020.

Эти системы, скорее всего, не будут обладать полным набором функциональных возможностей, предусмотренных технологией ИМТ-2020, однако результаты предварительных испытаний будут использоваться в дальнейшем при разработке окончательных полных подробных спецификаций для систем ИМТ-2020.

ИМТ является постоянным стимулом для возникновения новых тенденций в области устройств связи — от подключенных к сети автомобилей и интеллектуальных транспортных систем до систем дополненной реальности, голографии и носимых устройств, — а также ключевым фактором, способствующим удовлетворению потребностей общества в области мобильного образования, подключенного здравоохранения и электросвязи в чрезвычайных ситуациях. Электронные приложения кардинально меняют методы ведения бизнеса и государственного управления, "умные" города делают жизнь в городских конгломератах более чистой, безопасной и комфортной. Безусловно, в глобальном масштабе технологии ИМТ-2020 — основа всех видов деятельности, в которых в будущем планируется использование широкополосной связи и интернета вещей. И мы не можем даже представить, как обогатится наша жизнь под воздействием этих технологий при переходе в новую эпоху после 2020 года.



## Новый этап оркестровки для 5G

Чхе Суб Ли

Директор, [Бюро стандартизации электросвязи МСЭ](#)

**П**о мере приближения к 2020 году одной из наиболее важных областей работы МСЭ будет проводимая нами международная стандартизация систем 5G.

МСЭ поддерживает развитие среды 5G, в которой у всех будет доступ к высоконадежной связи и в которой доверенные информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) будут служить ключом к инновациям в каждом секторе отрасли.

**Сети 5G будут в высшей степени гибкими, оркестрированными, универсальными участниками**

В 2012 году МСЭ учредил программу "Международная подвижная электросвязь на 2020 год и последующие годы (IMT-2020)", которая обеспечивает основу для научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по 5G во всем мире.

МСЭ определил основу и общие цели процесса стандартизации 5G, а также дорожную карту, чтобы направлять этот процесс до его завершения к 2020 году.



**“ По мере приближения к 2020 году одной из наиболее важных областей работы МСЭ будет проводимая нами международная стандартизация систем 5G. ”**

Чхе Суб Ли

В Концепции IMT, опубликованной в сентябре 2015 года в качестве Рекомендации МСЭ–R M.2083, был предложен исходный комплекс целевых эксплуатационных показателей 5G, который в настоящее время в уточненном виде представлен в проекте доклада "Минимальные требования к техническим характеристикам радиоинтерфейса(ов) IMT-2020". Предполагается, что этот проект доклада будет окончательно утвержден в ноябре 2017 года.

Эти два документа содержат весьма полезные сведения. Наряду с улучшенной подвижной широкополосной связью и интернетом вещей сети 5G будут обеспечивать сверхнадежную связь с малой задержкой для таких видов применения, как автоматическое вождение, дистанционная хирургия, взаимодействующие роботы и усовершенствованная виртуальная реальность. В этой самой высокопроизводительной части сферы применения 5G в некоторых случаях потребуются значения сквозной задержки до 1 миллисекунды.

При взгляде на смелые целевые эксплуатационные показатели систем 5G и широкий спектр предусматриваемых видов применения 5G становится очевидным, что будущие сети должны будут стать гибкими универсальными участниками, способными выполнять широкий круг специализированных функций.

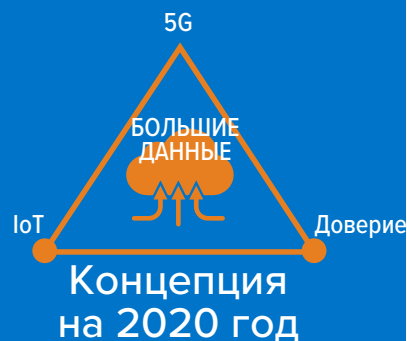
### Системы 5G не будут допускать никаких компромиссов в том, что касается эксплуатационных показателей

Инженеры разрабатывают специализированные эфирные интерфейсы и специализированные сети для их поддержки, с тем чтобы каждый вид применения мог полностью реализовать свой потенциал. По мере продвижения работы над эфирными интерфейсами 5G стало предельно ясно, что нынешние архитектуры и методы оркестровки сетей просто не могут обеспечить целевые эксплуатационные показатели систем 5G.

В мае 2015 года МСЭ создал Оперативную группу по сетевым аспектам IMT-2020 для решения именно этой проблемы.

## Концепция на 2020 год и последующие годы

МСЭ-Т стремится обеспечить своих членов комплектом материалов по стандартизации, рассчитанным на оказание помощи органам государственного управления и отрасли в достижении их целей на 2020 год и последующие годы. Будущее стандартизации будет определяться технологиями 5G, IoT и Доверием как инструментами, поддерживающими цели ООН в области устойчивого развития.



### Стандартизация в режиме реального времени

Каждый год публикуется более 300 новых стандартов МСЭ



### Ориентированные на рынок стандарты

Используется более 4000 действующих стандартов

Оперативная группа рассмотрела вопрос о том, как появляющиеся технологии 5G будут взаимодействовать в будущих сетях, проведя исследования в области программизации и "нарезки" сетей, архитектуры сетей 5G и конвергенции сетей фиксированной и подвижной связи, непрерывного управления сетями, организации ориентированных на информацию сетей (ICN) и соответствующих инноваций в сфере программного обеспечения с открытыми исходными кодами.

Эта группа оправдала большие ожидания членов МСЭ, представив в завершение своего исследования пять проектов стандартов МСЭ и четыре проекта технических документов МСЭ в качестве вклада в работу по стандартизации, проводимую 13-й Исследовательской комиссией Сектора стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ Т).

Во время последнего собрания Оперативной группы в декабре 2016 года были также организованы "семинар-практикум и демонстрационный день", в рамках которых были представлены доказательства правильности концепции и продемонстрированы проводные технологии, способные обеспечивать работу будущих систем 5G.

### **Программизация и "нарезка" способствуют приближению новой эры оркестровки**

Программизация — концепция, основой которой является сетевое взаимодействие центров обработки данных, — представляет собой движение к автоматизации и "интеллектуализации" процессов, которые ранее выполнялись вручную. Эта концепция лежит в основе инноваций в области организации сетей для 5G, поскольку 5G, как предполагается, будет в большой степени опираться на облачные и самые современные вычислительные, транспортные технологии и технологии центров обработки данных.

Работа Оперативной группы показала, что программизация и "нарезка" сетей, лежащие в основе глубоко программируемых сетей, которые могут быть

"нарезаны" на виртуальные сети с узкоспециализированными функциональными возможностями, будут иметь решающее значение для динамичного распределения сетевых ресурсов в среде 5G, обеспечивая гибкость сетей, необходимую для поддержки специфических потребностей любого конкретного вида применения систем 5G.

Компании электросвязи, понимая, что программизация является важнейшим фактором для будущего оркестровки сетей, быстро осваивают этот вид деятельности, участвуя у таких компаний, как Facebook, Google и Netflix, специализирующихся на центрах обработки данных и облачных технологиях. Компании электросвязи уже начинают использовать программизацию в своей работе, например в области виртуализации функций сетей и организации сетей с программируемыми параметрами. По мере того как сети 5G обретают конкретную форму, компании электросвязи продолжают развивать свои возможности в области программизации и облачных вычислений, при этом во многом данная работа будет обусловлена инновациями в области программного обеспечения с открытыми исходными кодами.

Оперативная группа изучила вопрос о сквозной программизации всех основных компонентов сети 5G, от мобильных устройств до антенн, центров обработки данных и облачных вычислений, и, возможно, одним из самых важных результатов работы Оперативной группы было ее определение программизации, поскольку она касается всех этих компонентов.

Для того чтобы быть в курсе деятельности МСЭ по стандартизации эфирных интерфейсов 5G, следите за процессом стандартизации, который координирует Рабочая группа 5D (Системы IMT) Сектора радиосвязи МСЭ (МСЭ-R). Для того чтобы быть в курсе деятельности МСЭ по поддержке инновационной организации проводных сетей, необходимых для связи стандарта 5G, следите за работой 13-й Исследовательской комиссии МСЭ-Т (Будущие сети) и 15-й Исследовательской комиссии МСЭ-Т (Транспортирование, доступ и жилища).



## Почему сквозная "нарезка" сети 5G на слои будет иметь важное значение для 5G

Питер Эшвуд-Смит

Председатель Оперативной группы по IMT-2020 МСЭ–Т, Директор по исследованиям сетей 5G, компания [Huawei](#)

**Е**сли вы следили за событиями в области электросвязи в течение последнего года или около этого, то вы несомненно слышали термин "нарезка" применительно к будущим сетям 5G. Эта короткая статья, будем надеяться, даст вам общее представление о том, что такое "нарезка", почему она важна для систем 5G и в какой-то мере отразит работу, проделанную Сектором стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ–Т) в отношении этой важной новой технологии.

Необходимость "нарезки" систем будущих сетей будет, пожалуй, наиболее понятна, если обратиться к транспортным системам городов. В крупном городе нет единого транспортного механизма. Вместо этого инфраструктура города делится — "нарезается", если хотите, — на зоны для легковых автомобилей, автобусов, метро и т. д.

Какая-то часть инфраструктуры выделяется для того или иного конкретного вида транспорта (например, для поездов), а другие объекты инфраструктуры могут использоваться разными видами транспортных средств (например, дороги используются легковыми автомобилями, а также автобусами, для которых могут быть выделены специальные полосы).



**“Связанные с использованием 5G задачи во многом будут заключаться в надлежащем уровне оркестровки, которая обеспечивает согласованную сквозную работу.”**

Питер Эшвуд-Смит

Эта аналогия хорошо отражает то, что мы планируем делать с 5G. По существу, мы намереваемся использовать инфраструктурные ресурсы спектра, антенны и всю сеть и оборудование серверной части для создания большого числа подсетей с различными свойствами.

Каждая подсеть сквозным образом "отрезает" часть ресурсов от физической сети для создания своей собственной независимой сети без внутренних ограничений для своих приоритетных видов применения.

### Проблемы сетей следующего поколения

В сегодняшнюю эру интернета вещей (IoT) новые типы машин, как больших, так и маленьких, создаются невероятно быстрыми темпами. Соединение этих машин открывает большие возможности, однако несет с собой много проблем.

Сегодняшние сети стандарта 3G/4G/LTE прекрасно выполняют работу по соединению людей, однако порождают ряд проблем, когда их используют для соединения машин. Это объясняется тем, что сети стандарта 3G/4G/LTE проектировались на основе ряда компромиссов.

Например, возможная задержка в сети стандарта 4G/LTE не достигает минимального значения, потому что это отрицательно сказалось бы на возможной ширине полосы. Аналогичным образом, тщательная диспетчеризация индивидуальных пользователей посредством обменов множественными сообщениями повышает пропускную способность и обеспечивает более справедливый доступ, однако при этом потребляются значительные ресурсы аккумуляторной батареи мобильных телефонов и т. д. Некоторые проблемы, связанные с видами применения следующего поколения, и нынешнее положение с сетями 4G показаны на рисунке.

## Некоторые сценарии использования технологии 5G и проблемы

**З**адержка. **Н**адежность. **П**ропускная способность. **П**лотность. **С**корость. **Г**ибкость



### Типы слоев

Для удовлетворения различающихся потребностей разных видов машин и устройств интерфейс между устройством и антеннами (эфирный интерфейс) будет иметь несколько различных специализированных/ настроенных режимов работы. Они называются *типами слоев*.

Один тип слоев специально ориентирован на обеспечение сверхмалой задержки и высокой надежности (например, транспортные средства с системой автоматического вождения) (URLLC), другой тип конкретно предназначен для устройств, не имеющих большой аккумуляторной батареи (например, датчики) (MMTC) и для которых важно низкое энергопотребление, а третий тип слоев ориентирован на обеспечение сверхвысоких скоростей (eMBB), которые необходимы для передачи видеоданных в формате 4K или 3D с эффектом погружения. Хотя

при работе над первыми стандартами предусматриваются только три типа слоев, архитектура является гибкой и может включать будущие *типы слоев*.

Поскольку было бы слишком дорого выделять полную сквозную сеть для каждого типа слоев, в инфраструктуре сети, поддерживающей связь 5G (и, вероятно, 4G), будут использоваться методы совместного использования (виртуализация и облако), которые позволяют нескольким типам слоев сосуществовать без чрезмерного увеличения кратности ресурсов.

Для того чтобы незанятые слои могли использовать ресурсы друг друга, применяются облачные методы и методы пакетного статистического мультиплексирования. Таким образом, можно реализовать N слоев сети при числе ресурсов меньшем, чем N. Это показано на рисунке.



Такие сети могут стать реальностью только при согласованной надлежащей работе всех компонентов. Связанные с использованием 5G задачи во многом будут заключаться в надлежащем уровне оркестровки, которая обеспечивает согласованную сквозную работу, и эта проблема является одной из многих областей, исследуемых МСЭ–Т.

### МСЭ–Т — исследование стандартов для 5G

13-я Исследовательская комиссия МСЭ–Т (ИК13) недавно создала Оперативную группу с мандатом на изучение областей, в которых необходима стандартизация не связанных с радиодоступом аспектов 5G. Согласованная работа, обеспечиваемая программным управлением, которое называется "программизацией" всех компонентов сети 5G, была одной из многих изучавшихся Оперативной группой тем, которая теперь в более официальном порядке рассматривается ИК13. Многие области, в которых требуется управление, не ограничиваясь исключительно беспроводными компонентами, связаны также с другими сквозными видами деятельности

поставщиков услуг. Например, облаку и транспортным сетям, которые обеспечивают их межсоединение, потребуется новое гибкое управление, которое может гарантировать, что пакетные, непaketные межсоединения и вычислительные возможности удовлетворяют потребностям этого слоя с точки зрения качества обслуживания (QoS).

### Успех технологии 5G связан с целыми экосистемами

Для подлинного успеха технологии "нарезки" сетей 5G потребуется объединение целых экосистем в целях нахождения решения и стандартизации соответствующих сквозных видов применения.

В результате мы имеем все основания ожидать, что автомобильная, медико-санитарная, сельскохозяйственная, промышленная и другие экосистемы будут во все большей степени использовать системы 5G и способствовать раскрытию потенциала, который может обеспечить "нарезка" сети.



## Ключ к сетям 5G: использование ориентированных на информацию сетей (ICN)

Джованна Карофильо

Заслуженный инженер, компания [Cisco Systems](#)

**П**ятое поколение сетей сотовой связи — это не только использование нового стандарта радиосвязи, но и создание преобразующей архитектуры сетей в целях упрощения, автоматизации и виртуализации доставки самого разнообразного набора услуг с использованием неоднородных сетей подвижного доступа.

Видеоданные, во всех их новых и требующих большой полосы пропускания формах, таких как VR (виртуальная реальность) и AR (дополненная реальность), являются несомненно источником интенсивного сетевого трафика, особенно в сетях подвижной связи. Это приводит к значительной нагрузке на сеть, связанной с необходимостью доставки посредством подвижного и множественного доступа постоянно растущих объемов видеоданных в различных форматах, с различными битрейтами и профилями защиты, для чего необходим учет характера информации на каждом уровне сетевого стека.

Помимо передачи видеоданных, для многих амбициозных сценариев использования 5G требуется более мощная плоскость переадресации данных, которая будет обеспечивать более эффективную поддержку неоднородных сетей (сетей доступа и развертывания целых сетей), многолучевую связь, хранение в сети и реализацию политики оператора.



**“Принятие технологии ICN может кардинально упростить архитектуру сетей следующего поколения.”**

Джованна Карофильо



Это помогло бы избежать оверлейных замкнутых участков и упростило бы управление сетью.

### Использование ICN в сетях 5G

Компания Cisco полагает, что ответом является обладающая более широкими возможностями учитывающая контент сеть, основой которой является концепция ориентированных на информацию сетей (ICN). ICN представляет собой подход к развитию инфраструктуры интернета, которая будет оказывать непосредственную поддержку ориентированной на данные и не зависящей от расположения связи на основе внедрения именованных данных в качестве базового принципа интернета.

Технология ICN делает доступ к данным, не зависящим от расположения, что создает условия для использования более гибкой, защищенной и эффективной модели связи. Эта технология позволяет решить многие основные проблемы, стоящие сегодня перед интернетом, включая распределение контента, подвижность, защищенность и масштабируемость.

Технология ICN была разработана в Научно-исследовательском центре в Пало-Альто (PARC) компанией Херох десять лет назад под названием "контент-ориентированные сети" (CCN). Компания Cisco в сотрудничестве с PARC и другими отраслевыми организациями, органами государственного управления и академическими учреждениями в

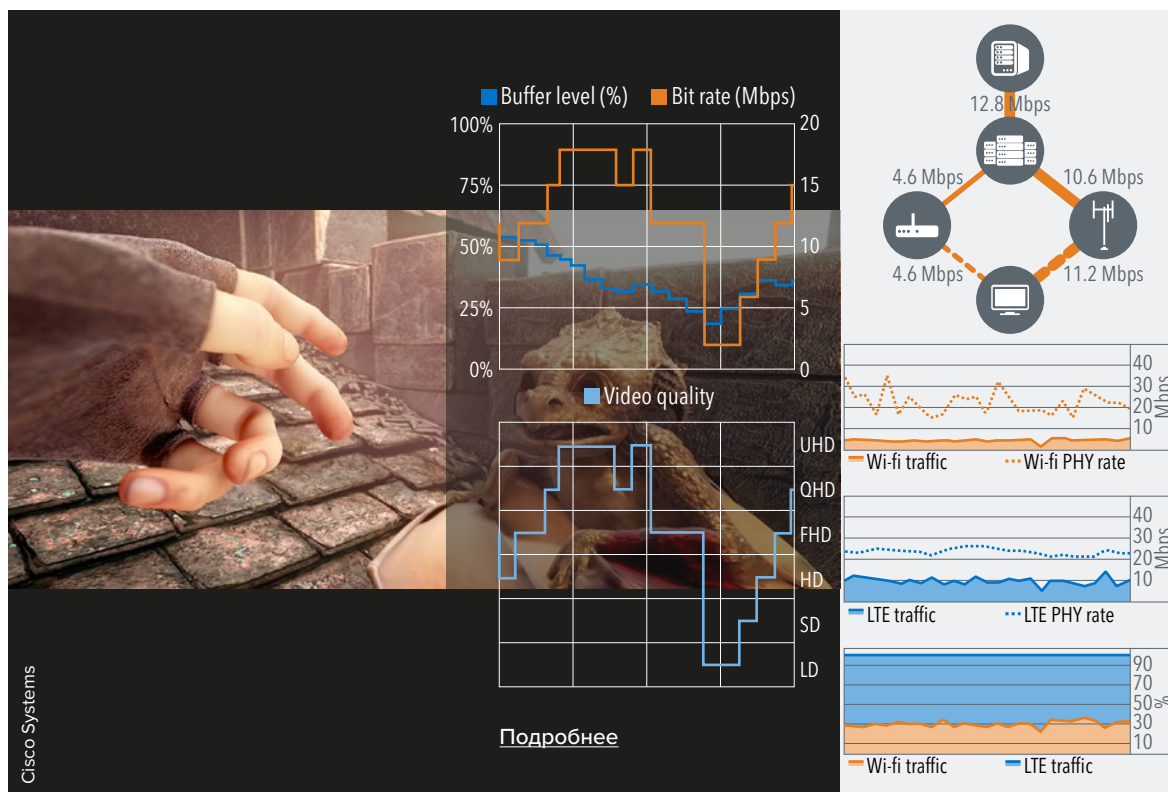
течение почти десятилетия занималась созданием и усовершенствованием CCN и недавно объявила о приобретении ею у PARC платформы CCN, что стало важной вехой на пути развертывания технологий ориентированных на информацию сетей в сетях подвижной связи стандарта 5G. Недавнее приобретение компанией Cisco у PARC технологии CCN будет способствовать конвергенции различных разновидностей ICN (CCN и NDN) с формированием единой унифицированной версии ICN, что будет способствовать более широкому и быстрому принятию решений на основе ICN, необходимых для удовлетворения будущих потребностей организации сетей.

### ICN с открытым исходным кодом

С этой же целью компания CISCO недавно объявила о создании проекта с открытым исходным кодом под названием "Сообщество ICN" (CICN) в рамках сообщества [FD.IO community](#) консорциума Linux Foundation. Компания Cisco внесет в этот проект с открытым исходным кодом свое собственное программное обеспечение ICN, включая программное обеспечение CCN, приобретенное у PARC. Эта инициатива на основе открытого исходного кода призвана ускорить разработку ICN посредством общего вклада сообщества и обеспечить постоянную поддержку этой деятельности.

Внося вклад в стандартизацию и принятие ICN, компания Cisco работает над стратегиями ускорения включения ICN в сети 5G и содействия их поэтапному развертыванию в существующей инфраструктуре на основе протокола интернета (IP).

## Подвижная доставка видеоданных с помощью гибридных ICN Решение на основе ICN с интеграцией IP для сетей 5G



### Гибридные ICN

Недавно компания Cisco обнародовала свое гибридное решение — гибридные ICN (hICN), которые позволяют развертывать ICN в рамках IP не в качестве наложенной сети или замены IP. Такое решение сохраняет все функциональные возможности связи ICN благодаря кодированию имен ICN в адресах IP.

Основной характеристикой hICN является то, что они поддерживают форматы пакетов, совместимые с RFC IPv4 или IPv6, и гарантируют прозрачное присоединение к стандартному сетевому оборудованию

IP, упрощая включение технологии ICN в существующую IP-инфраструктуру и создавая условия для сосуществования с традиционным IP-трафиком.

Принятие технологии ICN, признанной в качестве возникающей инновационной технологии для сетей 5G, может кардинально упростить архитектуру сетей следующего поколения, обеспечивая единый учитывающий контент сетевой субстрат, не зависящий от доступа, для интеграции неоднородных сетей 5G.

## Открытие технологий 5G

Марк Кон

Вице-президент по вопросам стратегии развития сетей Консорциум Linux Foundation

**С**истемы подвижной связи следующего поколения (5G) не только меняют определение услуг подвижной связи, но и знаменуют начало эры открытых технологий, которые преобразуют отрасль электросвязи.

Организация сетей с программируемыми параметрами (SDN) и виртуализация сетевых функций (NFV) представляют собой будущее электросвязи, в котором виртуализированная инфраструктура и услуги обеспечивают беспрецедентную гибкость, интеллектуализацию и открытость.

В течение последних пяти лет SDN и NFV совершенствовались благодаря уникальному взаимодействию организаций по стандартизации с сообществами разработчиков программного обеспечения с открытым исходным кодом, которые вместе меняют методы принятия новой технологии.

Инновационные отраслевые группы, такие как Рабочая группа ISG ETSI по NFV и организация Open Networking Foundation, создали эталонные архитектуры, обосновали сценарии использования и изменили требования к составным элементам с открытым исходным кодом, которые являются неотъемлемой частью NFV и SDN.



**“ 5G не только меняет определение услуг подвижной связи, но и знаменует начало эры открытых технологий, которые преобразуют отрасль электросвязи. ”**

Марк Кон

## Что производится в облаке NFV?



### Организация крупномасштабных сетей с открытым исходным кодом

В свою очередь в 2012 году консорциум Linux Foundation представил первую крупномасштабную сетевую платформу с открытым исходным кодом — [OpenDaylight](#). Позже в рамках открытой системы контроллера SDN было создано широкое техническое сообщество; в работу над текущей версией внесли вклад более 900 разработчиков. Благодаря платформе OpenDaylight были созданы коммерческие предложения, которыми воспользовались сотни миллионов абонентов во всем мире.

SDN и NFV стали важнейшими технологиями для сетей 5G, способствовавшими разработке широкого круга определяемых данными приложений, которые были написаны почти исключительно на OpenDaylight, в том числе приложения для подвижной широкополосной связи, интернета вещей (IoT), связи между подвижными терминалами (M2M) и т. д.

Чтобы обеспечить возможности для такого широкого круга приложений для конечных пользователей, модель управления и контроля SDN/NFV должна стать намного более масштабируемой, интеллектуальной, гибкой и открытой, чем когда-либо раньше.

Вследствие этого многие наиболее прогрессивные и инициативные операторы и поставщики решений в отрасли электросвязи взяли на себя задачу изменения жизненного цикла предоставления услуг. Для этого необходимо беспрецедентное взаимодействие органов по стандартизации управления сетями, отраслевых организаций SDN/NFV и сообщества разработчиков программного обеспечения с открытым исходным кодом.



В прошлом году было объявлено о ряде инициатив в области программного обеспечения с открытым исходным кодом, направленных на решение проблем оркестровки и автоматизации сетей, включая, в частности, проект ETSI по программному обеспечению с открытым исходным кодом MANO (OSM), проект **OPEN-O** консорциума Linux Foundation, проект **ECOMP** (усовершенствованный контроль, оркестровка, управление и политика) по программному обеспечению с открытым исходным кодом компании AT&T (также с участием консорциума Linux Foundation).

### Новые принципы взаимодействия с ONAP

Несмотря на то что наличие большого числа альтернатив приводит к появлению конкурирующих подходов, которые рынок будет выбирать с учетом их достоинств и предлагаемых ими отдельных инноваций, возникает опасность фрагментации и распыления инвестиций. Именно поэтому администраторы проекта OPEN O и проекта ECOMP по программному обеспечению с открытым исходным кодом объявили о принципиально новом подходе к сближению, что привело к созданию Открытой платформы автоматизации сетей (Open Network Automation Platform (**ONAP**)) в рамках консорциума Linux Foundation.

По состоянию на первый день работы платформы ONAP ее основатели представляли чуть меньше 40% абонентов подвижной связи в мире и практически всех ведущих поставщиков решений. Такая критическая масса имеет существенное значение, если учесть необходимость создания единой, общепромышленной, открытой платформы для автоматизации и оркестровки услуг.

ONAP призвана охватить весь жизненный цикл предоставления услуг, в том числе следующие этапы:

- разработка услуг — подход на основе моделей, минимизирующий разработку программного обеспечения для новых и производных услуг
- интеграция OSS/BSS/UI — в отношении открытой оркестровки в отрасли возникла дискуссия о том, какие функции OSS будут реализованы в платформе в отличие от существующих подходов на основе серверных систем
- оркестровка виртуализированных сетевых функций (VNF) — VNF представляют собой составные элементы комплексных услуг; ONAP участвует в общепромышленных усилиях по оптимизации адаптации VNF, создавая единый формат пакетирования, с тем чтобы обеспечить для многих возможность участия в возникающей открытой экосистеме SDN/NFV



- оркестровка услуг подключения — для обеспечения сквозной доставки услуг необходим гибкий набор возможностей по оркестровке в широком спектре сетевых доменов и технологий
- управление услугами — завершение внедрения платформы включает широкий набор функций управления политикой, аналитических и смежных функций, которые позволяют сделать жизненный цикл предоставления услуг более интеллектуальным.

В проекте ONAP используются передовые методы консорциума Linux Foundation, усовершенствованные за 25 лет его деятельности по содействию реализации некоторых важнейших проектов разработки программного обеспечения с открытым кодом в мире. ONAP является поистине глобальным проектом с моделью открытого управления, форумом для обсуждения инициатив, касающихся архитектуры, что обеспечивает разумное соотношение между операторами и поставщиками и принятие решений "сверху вниз"/"снизу вверх".

О проекте было объявлено в феврале 2017 года, и в настоящее время он находится в процессе планирования выпусков версий и начального наращивания темпа работ.

По мере того как технологии 5G быстро приближаются к тому, чтобы стать реальностью, настоятельно необходимо, чтобы организации по стандартизации, отраслевые группы и сообщество разработчиков программного обеспечения с открытым исходным кодом придерживались в высшей степени согласованного подхода к разработке прагматичного жизненного цикла внедрения технологий для SDN/NFV. В ходе совместной работы может быть определена первоочередность сценариев использования в качестве ориентира для опытно-конструкторских работ,

**“ Организация сетей с программируемыми параметрами (SDN) и виртуализация сетевых функций (NFV) представляют собой будущее электросвязи. ”**

Марк Кон

могут быть обоснованы требования и варианты реализации и могут быть тщательно рассмотрены многие возникающие при этом компромиссы.

Работая в рамках нейтрального и открытого форума, инклюзивное и открытое сообщество станет катализатором развития открытой экосистемы, приносящей пользу многим.

Благодаря SDN/NFV будущее электросвязи в настоящее время обретает новую форму, при этом сети 5G входят в число первых проектов, в рамках которых реализуется концепция поистине конвергированной инфраструктуры подвижной связи следующего поколения.



# ITUNews

NEWSLETTER

Stay current.  
Stay informed.



The weekly ITU Newsletter  
keeps you informed with:

Key ICT trends worldwide

Insights from ICT Thought Leaders

The latest on ITU events and initiatives

Sign  
up  
today!

