

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

Y.3001

(05/2011)

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА
ИНТЕРНЕТ И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

Сети последующих поколений – Будущие сети

Будущие сети: целевые установки и цели проектирования

Рекомендация МСЭ-Т Y.3001

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y
ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ
ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	
Общие положения	Y.100–Y.199
Услуги, приложения и промежуточные программные средства	Y.200–Y.299
Сетевые аспекты	Y.300–Y.399
Интерфейсы и протоколы	Y.400–Y.499
Нумерация, адресация и присваивание имен	Y.500–Y.599
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.600–Y.699
Безопасность	Y.700–Y.799
Рабочие характеристики	Y.800–Y.899
АСПЕКТЫ ПРОТОКОЛА ИНТЕРНЕТ	
Общие положения	Y.1000–Y.1099
Услуги и приложения	Y.1100–Y.1199
Архитектура, доступ, возможности сетей и административное управление ресурсами	Y.1200–Y.1299
Транспортирование	Y.1300–Y.1399
Взаимодействие	Y.1400–Y.1499
Качество обслуживания и сетевые показатели качества	Y.1500–Y.1599
Сигнализация	Y.1600–Y.1699
Эксплуатация, управление и техническое обслуживание	Y.1700–Y.1799
Начисление платы	Y.1800–Y.1899
IP TV по СПП	Y.1900–Y.1999
СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ	
Структура и функциональные модели архитектуры	Y.2000–Y.2099
Качество обслуживания и рабочие характеристики	Y.2100–Y.2199
Аспекты обслуживания: возможности услуг и архитектура услуг	Y.2200–Y.2249
Аспекты обслуживания: взаимодействие услуг и СПП	Y.2250–Y.2299
Нумерация, присваивание имен и адресация	Y.2300–Y.2399
Управление сетью	Y.2400–Y.2499
Архитектура и протоколы сетевого управления	Y.2500–Y.2599
Будущие сети	Y.2600–Y.2699
Безопасность	Y.2700–Y.2799
Обобщенная мобильность	Y.2800–Y.2899
Открытая среда операторского класса	Y.2900–Y.2999
Будущие сети	Y.3000–Y.3099

Для получения более подробной информации просьба обращаться к перечню Рекомендаций МСЭ-Т.

Рекомендация МСЭ-Т У.3001

Будущие сети: целевые установки и цели проектирования

Резюме

В Рекомендации МСЭ-Т У.3001 описываются целевые установки и цели проектирования будущих сетей (БС). В целях проведения различий между БС и существующими сетями были определены четыре целевые установки: осведомленность об услугах, осведомленность о данных, осведомленность в вопросах окружающей среды и осведомленность в социально-экономических вопросах. Для реализации этих целевых установок были определены двенадцать целей проектирования: разнообразие услуг, функциональная гибкость, виртуализация ресурсов, доступ к данным, энергопотребление, универсализация услуг, экономические стимулы, управление сетью, мобильность, оптимизация, идентификация, надежность и безопасность. В настоящей Рекомендации предусматривается, что намеченный срок в отношении сетей БС придется на период приблизительно между 2015 и 2020 годами. В Дополнении I содержится описание технологий, разработанных в последнее время в результате научно-исследовательской деятельности, которые, по всей вероятности, будут использоваться в качестве высокоэффективных технологий применительно к каждой цели проектирования.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия
1.0	МСЭ-Т У.3001	20.05.2011 г.	13-я

ПРЕДИСЛОВИЕ

Международный союз электросвязи (МСЭ) является специализированным учреждением Организации Объединенных Наций в области электросвязи и информационно-коммуникационных технологий (ИКТ). Сектор стандартизации электросвязи МСЭ (МСЭ-Т) – постоянный орган МСЭ. МСЭ-Т отвечает за изучение технических, эксплуатационных и тарифных вопросов и за выпуск Рекомендаций по ним с целью стандартизации электросвязи на всемирной основе.

На Всемирной ассамблее по стандартизации электросвязи (ВАСЭ), которая проводится каждые четыре года, определяются темы для изучения Исследовательскими комиссиями МСЭ-Т, которые, в свою очередь, вырабатывают Рекомендации по этим темам.

Утверждение Рекомендаций МСЭ-Т осуществляется в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции 1 ВАСЭ.

В некоторых областях информационных технологий, которые входят в компетенцию МСЭ-Т, необходимые стандарты разрабатываются на основе сотрудничества с ИСО и МЭК.

ПРИМЕЧАНИЕ

В настоящей Рекомендации термин "администрация" используется для краткости и обозначает как администрацию электросвязи, так и признанную эксплуатационную организацию.

Соблюдение положений данной Рекомендации осуществляется на добровольной основе. Однако данная Рекомендация может содержать некоторые обязательные положения (например, для обеспечения функциональной совместимости или возможности применения), и в таком случае соблюдение Рекомендации достигается при выполнении всех указанных положений. Для выражения требований используются слова "следует", "должен" ("shall") или некоторые другие обязывающие выражения, такие как "обязан" ("must"), а также их отрицательные формы.

Употребление таких слов не означает, что от какой-либо стороны требуется соблюдение положений данной Рекомендации.

ПРАВА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

МСЭ обращает внимание на вероятность того, что практическое применение или выполнение настоящей Рекомендации может включать использование заявленного права интеллектуальной собственности. МСЭ не занимает какую бы то ни было позицию относительно подтверждения, действительности или применимости заявленных прав интеллектуальной собственности, независимо от того, доказываются ли такие права членами МСЭ или другими сторонами, не относящимися к процессу разработки Рекомендации.

На момент утверждения настоящей Рекомендации МСЭ не получил извещение об интеллектуальной собственности, защищенной патентами, которые могут потребоваться для выполнения настоящей Рекомендации. Однако те, кто будет применять Рекомендацию, должны иметь в виду, что вышесказанное может не отражать самую последнюю информацию, и поэтому им настоятельно рекомендуется обращаться к патентной базе данных БСЭ по адресу: <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© ITU 2012

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

Содержание

	Стр.
1 Сфера применения	1
2 Справочные документы	1
3 Определения	1
3.1 Термины, определенные в других документах	1
3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации	2
4 Сокращения и акронимы	2
5 Условные обозначения	2
6 Введение.....	3
7 Целевые установки.....	3
7.1 Осведомленность об услугах.....	3
7.2 Осведомленность о данных	4
7.3 Осведомленность в вопросах окружающей среды	4
7.4 Осведомленность в социально-экономических вопросах.....	4
8 Цели проектирования	4
8.1 Разнообразие услуг	5
8.2 Функциональная гибкость	5
8.3 Виртуализация ресурсов	6
8.4 Доступ к данным.....	6
8.5 Энергопотребление.....	7
8.6 Универсализация услуг	7
8.7 Экономические стимулы.....	8
8.8 Управление сетью	8
8.9 Мобильность	9
8.10 Оптимизация	9
8.11 Идентификация	10
8.12 Надежность и безопасность	10
9 Намеченный срок и переход	11
Дополнение I – Технологии, предназначенные для достижения целей проектирования.....	12
I.1 Виртуализация сети (виртуализация ресурсов)	12
I.2 Создание сетей, ориентированных на данные/контент (доступ к данным)	12
I.3 Энергосбережение в сетях (энергопотребление).....	13
I.4 Внутреннее управление сетью (управление сетью)	13
I.5 Оптимизация сети (оптимизация)	14
I.6 Организация распределенных сетей подвижной связи (мобильность)	16
Библиография	17

Рекомендация МСЭ-Т Y.3001

Будущие сети: целевые установки и цели проектирования

1 Сфера применения

В настоящей Рекомендации описываются целевые установки и цели проектирования будущих сетей (БС). Сфера применения настоящей Рекомендации охватывает:

- основополагающие вопросы, которым уделялось недостаточно внимания при проектировании существующих сетей и которые рекомендованы в качестве целевых установок будущих сетей (БС);
- высокоуровневые возможности и характеристики, которые рекомендуется обеспечивать в будущих сетях (БС);
- намеченный срок в отношении будущих сетей (БС);

Идеи и темы исследований применительно к будущим сетям (БС), которые имеют большое значение и могут быть актуальными для будущей стандартизации в рамках МСЭ-Т, включены в Дополнение I.

2 Справочные документы

Указанные ниже Рекомендации МСЭ-Т и другие источники содержат положения, которые путем ссылки на них в данном тексте составляют положения настоящей Рекомендации. На момент публикации указанные издания были действующими. Все Рекомендации и другие источники могут подвергаться пересмотру; поэтому пользователям данной Рекомендации предлагается изучить возможность применения последнего издания Рекомендаций и других источников, перечисленных ниже. Список действующих в настоящее время Рекомендаций МСЭ-Т регулярно публикуется. Ссылка на документ, приведенный в настоящей Рекомендации, не придает ему как отдельному документу статус Рекомендации.

- [ITU-T F.851] Recommendation ITU-T F.851 (1995), *Universal Personal Telecommunication (UPT) – Service description (service set 1)*.
- [ITU-T Y.2001] Рекомендация МСЭ-Т Y.2001 (2004 г.), *Общий обзор СИП*.
- [ITU-T Y.2019] Recommendation ITU-T Y.2019 (2010), *Content delivery functional architecture in NGN*.
- [ITU-T Y.2091] Recommendation ITU-T Y.2091 (2008), *Terms and definitions for Next Generation Networks*.
- [ITU-T Y.2205] Recommendation ITU-T Y.2205 (2011), *Next Generation Networks – Emergency telecommunications – Technical considerations*.
- [ITU-T Y.2221] Recommendation ITU-T Y.2221 (2010), *Requirements for support of ubiquitous sensor network (USN) applications and services in the NGN environment*.
- [ITU-T Y.2701] Рекомендация МСЭ-Т Y.2701 (2007 г.), *Требования к безопасности для сетей последующих поколений версии 1*.

3 Определения

3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используется следующий термин, определенный в других документах:

3.1.1 идентификатор (identifier) [МСЭ-Т Y.2091]: Идентификатор представляет собой серию цифр, букв и символов или данных в любой другой форме, используемую для определения абонента(ов), пользователя(ей), элемента(ов) сети, функции(й), объекта(ов) сети, предоставляющего(их) услуги/приложения, или других объектов (например, физических или логических объектов).

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

В настоящей Рекомендации определяются следующие термины.

3.2.1 компонентная сеть (component network): Единая однородная сеть, которая сама по себе, возможно, не обеспечивает единую сквозную инфраструктуру электросвязи глобального масштаба.

3.2.2 будущая сеть (БС) (future Network (FN)): Сеть, способная предоставлять услуги, возможности и средства, которые трудно предоставить с использованием существующих сетевых технологий. Будущей сетью является либо:

- a) новая компонентная сеть или усовершенствованный вариант существующей компонентной сети; либо
- b) разнородная группа новых компонентных сетей или группа, состоящая из новых и существующих компонентных сетей, которая работает как единая сеть.

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Форма множественного числа – "будущие сети" (БС) – используется, чтобы показать, что может существовать несколько сетей, удовлетворяющих определению будущей сети.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Сеть типа b) может также включать сети типа a).

ПРИМЕЧАНИЕ 3. – Обозначение, присваиваемое итоговой федерации, может содержать слово "будущая", а может и не содержать, в зависимости от ее основных свойств относительно любой из предшествующих сетей или сходства с предшествующими сетями.

ПРИМЕЧАНИЕ 4. – Слово "трудно" не исключает использования в будущих сетях некоторых существующих технологий.

ПРИМЕЧАНИЕ 5. – В контексте настоящей Рекомендации слово "новая", применяемое к компонентной сети, означает, что компонентная сеть способна предоставлять услуги, возможности и средства, которые трудно или невозможно предоставить с использованием существующих сетевых технологий.

3.2.3 универсализация услуг (service universalization): Процесс предоставления услуг электросвязи любому частному лицу или группе лиц, независимо от их социального, географического и экономического статуса.

4 Сокращения и акронимы

В данной Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы:

CDN	Content Distribution Network		Сеть распределения контента
ET	Emergency Telecommunications		Электросвязь в чрезвычайных ситуациях
FN	Future Network	БС	Будущая сеть
ICT	Information and Communication Technology	ИКТ	Информационно-коммуникационные технологии
IC	Integrated Circuit	ИС	Интегральная схема
ID	Identifier		Идентификатор
IP	Internet Protocol		Протокол Интернет
OCDM	Optical Code Division Multiplexing		Оптическое кодовое разделение каналов
P2P	Peer-to-Peer		Одноранговый
QoE	Quality of Experience		Оценка пользователем качества услуги
QoS	Quality of Service		Качество обслуживания
SoA	Service-oriented Architecture		Сервисно-ориентированная архитектура

5 Условные обозначения

В настоящей Рекомендации используется выражение "рекомендуется" для указания на основные моменты, которые должны быть учтены при стандартизации сетей БС. Подробные требования и их степень ("требуемая", "рекомендуемая", "необязательная") нуждаются в дальнейшем изучении.

6 Введение

Наряду с тем, что некоторые требования к сетям не меняются, ряд требований развивается и претерпевает изменение, а также возникают новые требования, что приводит к развитию сетей и их архитектуры.

Применительно к будущим сетям сохраняют свое значение такие традиционные требования, как содействие справедливой конкуренции [ITU-T Y.2001], которые отражают ценности нашего общества.

В то же время появляются новые требования. В рамках многочисленных исследовательских проектов предлагаются требования, характерные для будущего общества [b-NICT Vision] и [b-EC FI], и, несмотря на то что консенсус по-прежнему отсутствует, очевидно, что вопросы устойчивости и окружающей среды будут иметь жизненно важное значение на протяжении многих лет. Также появляются новые прикладные области, например интернет вещей, "умные" электросети и облачные вычисления. Кроме того, новые технологии реализации, например усовершенствованные полупроводниковые и оптические технологии, позволяют поддерживать требования, которые традиционно считались невыполнимыми. Это достигается, например, за счет существенного сокращения затрат на производство единицы оборудования. Все эти новые факторы предъявляют к сетям новые требования.

Базовая архитектура широкомасштабных сетей общего пользования, например сетей телефонной связи, с трудом поддается изменениям в связи с огромным количеством ресурсов, необходимых для их построения, эксплуатации и технического обслуживания. В связи с этим их архитектура тщательно проектируется, чтобы обеспечить достаточную гибкость для удовлетворения непрерывно меняющихся требований. Например, протокол Интернет (IP) воспринимает и скрывает различные протоколы и реализации нижних уровней, и благодаря простоте его адресации и другим свойствам он успешно адаптируется к обширным изменениям масштаба, а также к таким факторам, как качество обслуживания (QoS) и безопасность.

Вместе с тем неизвестно, смогут ли существующие сети по-прежнему выполнять изменяющиеся требования в будущем. Неизвестно также будет ли растущий рынок новых прикладных областей обладать потенциалом для финансирования огромных инвестиций, необходимых для изменения сетей, при условии, что в новой архитектуре будет уделено достаточно внимания вопросам обратной совместимости и затратам на переход. Организации, проводящие исследования, работают над различными архитектурами и обеспечивающими технологиями, такими как виртуализация сетей [b-Anderson], [b-ITU-T FG-FN NWvirt], энергосбережение в сетях [b-ITU-T FG-FN Energy] и сети, ориентированные на контент [b-Jacobson].

В связи с этим имеются основания ожидать, что некоторые требования могут быть реализованы с помощью новых архитектур сетей и обеспечивающих технологий, описанных в последних результатах научно-исследовательской деятельности, и что эти архитектуры могли бы стать основой для сетей будущего, в которых, как предполагается, запуск экспериментальных услуг и поэтапное развертывание придется на период приблизительно между 2015 и 2020 годами. В настоящей Рекомендации сети, базирующиеся на такой новой архитектуре, называются "будущими сетями" (БС).

В настоящей Рекомендации описываются целевые установки, которые обуславливают отличие сетей БС от существующих сетей, цели проектирования, которым должны удовлетворять БС, намеченный срок и вопросы перехода, а также технологии, предназначенные для достижения целей проектирования.

7 Целевые установки

Рекомендуется, чтобы БС выполняли следующие целевые установки, отражающие новые появляющиеся требования. К ним относятся целевые установки, которые не являются наиболее важными или не реализованы в достаточной степени в существующих сетях. Эти целевые установки являются возможными характеристиками, обуславливающими четкое отличие БС.

7.1 Осведомленность об услугах

Рекомендуется, чтобы БС предоставляли услуги, функции которых спроектированы так, чтобы соответствовать потребностям приложений и пользователей. Ожидается, что в будущем количество и выбор услуг будет стремительно расти. Рекомендуется, чтобы БС обеспечивали возможность внедрения этих услуг, не требуя, например, существенного дополнительного развертывания и увеличения эксплуатационных затрат.

7.2 Осведомленность о данных

Рекомендуется, чтобы архитектура БС была оптимизирована для обработки огромных объемов данных в распределенной среде и чтобы она обеспечивала пользователям, независимо от их местоположения, возможность безопасного, простого, быстрого и точного доступа к необходимым данным. В контексте настоящей Рекомендации слово "данные" не ограничивается конкретными типами данных, например аудио- или видеоконтентом, а описывает всю информацию, доступную в сети.

7.3 Осведомленность в вопросах окружающей среды

Рекомендуется, чтобы БС не оказывали отрицательного воздействия на окружающую среду. Рекомендуется, чтобы при проектировании архитектуры, итоговой реализации и эксплуатации БС обеспечивалось минимальное воздействие на окружающую среду, например, в части расхода материалов и энергопотребления, а также путем снижения выбросов парниковых газов. Кроме того, рекомендуется, чтобы проектирование и реализация БС осуществлялись таким образом, чтобы они могли использоваться для снижения воздействия на окружающую среду, оказываемого другими секторами.

7.4 Осведомленность в социально-экономических вопросах

Рекомендуется, чтобы в БС учитывались социально-экономические вопросы в целях снижения барьеров для входа различных участников сетевой экосистемы. Рекомендуется, чтобы в БС учитывалась также необходимость снижения стоимости жизненного цикла, для того чтобы они были пригодными для развертывания и устойчивыми. Эти факторы способствуют универсализации услуг и обеспечивают надлежащие конкуренцию и отдачу для всех участников.

8 Цели проектирования

Цели проектирования – это высокоуровневые возможности и характеристики, которые рекомендуется обеспечивать в будущих сетях. Для того чтобы реализовать целевые установки, указанные в пункте 7, рекомендуется, чтобы в БС обеспечивались следующие цели проектирования. Следует отметить, что некоторые из этих целей проектирования может быть чрезвычайно сложно обеспечить в какой-либо конкретной будущей сети и что каждая из целей проектирования не будет реализована во всех будущих сетях. Вопрос о том, будет ли обеспечение каждой из этих целей проектирования в какой-либо конкретной БС являться требованием, рекомендацией, или оно не будет обязательным, подлежит дальнейшему изучению.

На рисунке 1, ниже, изображены взаимосвязи между четырьмя целевыми установками, описанными в пункте 7, и двенадцатью целями проектирования, описываемыми в настоящем пункте. Следует отметить, что некоторые цели проектирования, например управление сетью, мобильность, идентификация, а также надежность и безопасность, могут относиться ко многим целевым установкам. На рисунке 1 изображены только взаимосвязи между той или иной целью проектирования и целевой установкой, имеющей к ней наибольшее отношение.

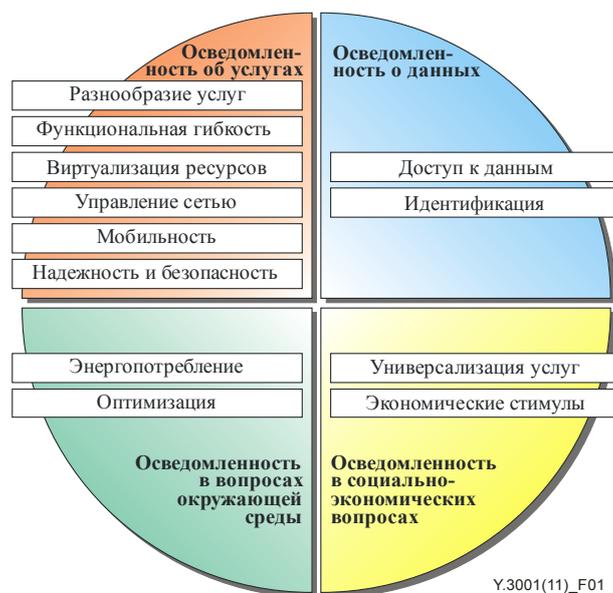


Рисунок 1 – Четыре целевые установки и двенадцать задач проектирования будущих сетей

8.1 Разнообразие услуг

Рекомендуется, чтобы БС поддерживали разнообразные услуги, приспособленные для передачи трафика с широким выбором характеристик и свойств. Рекомендуется, чтобы БС поддерживали огромное количество и широкий выбор коммуникационных объектов, например датчиков и оконечных устройств.

Обоснование: В будущем услуги станут разнообразными, при этом появятся различные новые услуги и приложения, имеющие различные характеристики трафика (такие, как ширина полосы и время ожидания) и свойства трафика (такие, как безопасность, надежность и мобильность). В связи с этим потребуются, чтобы БС поддерживали услуги, в отношении которых не обеспечивается эффективного управления в существующих сетях. Например, потребуются, чтобы БС поддерживали услуги, которым необходима лишь случайная передача нескольких байтов данных; услуги, которым необходима пропускная способность порядка нескольких гигабит в секунду, нескольких терабит в секунду и более высокая пропускная способность; услуги, которым необходима сквозная задержка, близкая к задержке при распространении со скоростью света; или услуги, которые позволяют осуществлять прерывистую передачу данных, приводящую к очень большой задержке.

Кроме того, потребуются, чтобы БС поддерживали огромное количество и широкий выбор оконечных устройств, чтобы добиться всеохватывающей коммуникационной среды. С одной стороны, в области повсеместно распространенных сенсорных сетей, будет наблюдаться большое количество сетевых устройств, например датчиков и устройств считывания маркеров на интегральных схемах (ИС), которые будут обмениваться информацией с использованием очень низкой пропускной способности. С другой стороны, появится ряд приложений высокого класса, например приложения для высококачественной видеоконференц-связи, обеспечивающие высокую реалистичность восприятия. Несмотря на то что количество относящихся к приложениям оконечных устройств не обязательно будет большим, для поддержки этих приложений потребуются огромные пропускные способности.

8.2 Функциональная гибкость

Рекомендуется, чтобы БС предоставляли функциональную гибкость для поддержки и обеспечения устойчивости новых услуг, которые станут ответом на потребности пользователей. Рекомендуется, чтобы БС поддерживали быстрое развертывание новых услуг, которое соответствует стремительному росту и изменению потребностей пользователей.

Обоснование: Чрезвычайно сложно предвидеть потребности пользователей, которые могут возникнуть в долгосрочной перспективе. Существующие сети спроектированы в расчете на их универсальность за счет поддержки базовых функций, которые, как ожидается, будут достаточно эффективно удовлетворять большинство будущих потребностей пользователей. Однако существующий подход к проектированию сетей не всегда обеспечивает достаточную гибкость, например, когда базовые функции не являются оптимальными для поддержки некоторых новых

услуг, и таким образом требуется изменение этих самых функций. Каждое добавление или изменение функций в уже развернутой сетевой инфраструктуре, как правило, приводит к сложным задачам развертывания, которые необходимо тщательно планировать. В противном случае это добавление или изменение может оказать воздействие на другие услуги, которые предоставляются в рамках той же сетевой инфраструктуры.

С другой стороны, ожидается, что БС обеспечат возможность динамического изменения сетевых функций, с тем чтобы можно было эксплуатировать различные сетевые услуги, имеющие особые потребности. Например, следует обеспечить возможность транскодирования видеосигнала и/или объединения данных от датчиков в рамках сети (например, обработки внутри сети). Также следует обеспечить возможность реализации новых протоколов для новых типов услуг в БС. Следует обеспечить совместное функционирование услуг в рамках единой сетевой инфраструктуры без создания ими взаимных помех, в частности, при добавлении или изменении той или иной сетевой функции для поддержки какой-либо определенной услуги. Следует обеспечить возможность предоставления в БС экспериментальных услуг для целей тестирования и оценки, и эти сети должны также позволять осуществлять переход от экспериментальных услуг к развернутым услугам, с тем чтобы уменьшить препятствия для широкого использования новых услуг.

8.3 Виртуализация ресурсов

Рекомендуется, чтобы БС поддерживали виртуализацию относящихся к сетям ресурсов, с тем чтобы обеспечивалось разделение ресурсов и чтобы один ресурс мог одновременно совместно использоваться многими виртуальными ресурсами. Рекомендуется, чтобы сети БС поддерживали изоляцию любого виртуального ресурса от всех остальных ресурсов. Рекомендуется, чтобы БС поддерживали абстрагирование, при котором не требуется, чтобы заданный виртуальный ресурс непосредственно соответствовал своим физическим характеристикам.

Обоснование: Применительно к виртуальным сетям, виртуализация ресурсов может позволить им работать, не мешая другим виртуальным сетям, и при этом совместно использовать сетевые ресурсы. Поскольку несколько виртуальных сетей могут работать одновременно, различные виртуальные сети могут использовать различные сетевые технологии, не создавая взаимных помех и тем самым позволяя лучше использовать физические ресурсы. Свойство абстрагирования позволяет обеспечивать стандартные интерфейсы для доступа и управления виртуальной сетью и ресурсами и помогает поддерживать обновление возможностей виртуальных сетей.

8.4 Доступ к данным

Рекомендуется, чтобы проектирование и реализация БС осуществлялись таким образом, чтобы обеспечить эффективное управление огромными объемами данных. Рекомендуется, чтобы БС обладали механизмами быстрого извлечения данных, независимо от их местоположения.

Обоснование: Главная цель существующих телефонных сетей заключается в том, чтобы соединить двух или более абонентов, позволив им обмениваться информацией. Сети IP проектировались для передачи данных между точно определенными терминалами. В настоящее время пользователи осуществляют поиск данных в сетях с использованием ключевых слов, связанных с этими данными, и обращаются к ним, не имея представления об их фактическом местоположении. С точки зрения пользователя, сети используются, главным образом, как средство доступа к необходимым данным. Поскольку в будущем значение доступа к данным сохранится, крайне важно, чтобы БС обеспечивали пользователю средства, позволяющие легко и без использования трудоемких процедур осуществлять доступ к соответствующим данным, и при этом предоставляли точные и правильные данные.

Объем и свойства цифровых данных в сетях меняются. Наблюдается бурный рост медиаматериалов, создаваемых потребителем: в рамках услуг социальных сетей мгновенно создается огромное количество статей для блогов. Каждую секунду повсеместно распространенными сенсорными сетями [ITU-T Y.2221] генерируются большие объемы цифровых данных, а в некоторых приложениях, называемых "микроблогами", в почти реальном времени составляются сообщения, содержащие мультимедийные данные. Эти данные создаются, хранятся и обрабатываются в сетях распределенным образом. В современных сетях IP доступ пользователя к данным в сети осуществляется с помощью традиционных процедур, т. е. идентификации адреса и номера порта хоста, который предоставляет целевые данные. Некоторые данные содержат частную информацию или цифровые ресурсы, однако встроенные механизмы защиты отсутствуют. Следовательно, в будущем потребуются более простые, эффективные и защищенные технологии сетевого взаимодействия, предназначенные для управления огромными объемами данных.

Характеристики трафика при таком обмене данными также меняются. Тенденции в области трафика в БС будут зависеть, главным образом, от местоположения данных, а не от распределения абонентов. Вследствие использования облачных вычислений происходит наращивание таких ресурсов информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), как вычислительная мощность и данные, хранящиеся в центрах обработки данных. В сочетании с широким распространением мобильных устройств, имеющих недостаточно ресурсов ИКТ, данная тенденция ведет к переносу обработки данных из конечных устройств пользователей в центры обработки данных. Следовательно, проектировщикам БС необходимо уделить самое пристальное внимание этим изменениям, например растущему значению организации связи с центрами обработки данных, а также огромному количеству транзакций, осуществляемому внутри центров обработки данных и между ними при выполнении запросов пользователей.

8.5 Энергопотребление

Рекомендуется, чтобы в БС использовались технологии на уровне устройства, оборудования и сети, обеспечивающие повышение энергоэффективности и удовлетворение потребностей пользователей при минимуме затрат трафика. Рекомендуется, чтобы технологии БС на уровне устройства, оборудования и сети функционировали не по отдельности, а взаимодействовали друг с другом, в целях решения вопроса относительно экономии энергии, потребляемой сетью.

Обоснование: Жизненный цикл продукта включает такие этапы, как производство исходных материалов, изготовление, использование и утилизация, и все эти этапы необходимо изучить на предмет уменьшения воздействия на окружающую среду. Однако для оборудования, которое работает круглосуточно, как это нередко имеет место на сетях, главной проблемой является энергопотребление на этапе использования. Среди различных типов потребляемой энергии обычно преобладает электроэнергия. В связи с этим энергосбережение играет главную роль в снижении воздействия сетей на окружающую среду.

Энергосбережение также имеет значение для эксплуатации сети. По мере добавления новых услуг и приложений, как правило, увеличивается, необходимая пропускная способность. Однако в будущем энергопотребление и происходящий нагрев могут стать существенными физическими ограничивающими факторами, наряду с другими физическими ограничениями, например по емкости волоконно-оптических кабелей или рабочей частоте электрических устройств. Эти проблемы могут стать одним из основных эксплуатационных препятствий, и в худшем случае, могут помешать предоставлению новых услуг и приложений.

Традиционно снижение энергопотребления достигалось главным образом на уровне устройства, т. е. за счет применения обработки полупроводниковых материалов, обеспечивающей миниатюризацию, и процесса интегрального исполнения электрических устройств. Однако этот подход сталкивается с трудностями, такими как высокая потребляемая мощность в ждущем режиме и физические ограничения по рабочей частоте. Следовательно, в будущем крайне важным будет использование не только методов на уровне устройства, например снижения энергопотребления электрических и оптических устройств, но и методов на уровне оборудования и сети.

При коммутации с использованием оптических устройств используется меньше энергии, чем при коммутации с использованием электронных устройств. Однако сложно реализовать очереди пакетов, не используя электронную память. Кроме того, при коммутации каналов используется меньше энергии, чем при пакетной коммутации без установления соединений.

Узлы сети, такие как коммутаторы и маршрутизаторы, должны проектироваться с учетом механизмов "умного" неактивного режима, как в существующих сотовых телефонах; такой метод является методом на уровне оборудования. Для методов на уровне сети следует предусматривать энергоэффективное управление трафиком. Типичным примером является использование методов маршрутизации, при которых снижается пиковый объем трафика. Еще одним примером является кэширование и фильтрация, что уменьшает объем данных, который требуется передать.

Методы энергосбережения на уровне устройства, оборудования и сети, в которых предусматривается как повышение энергоэффективности, так и снижение несущественного трафика, являются ключевыми факторами энергосбережения в БС.

8.6 Универсализация услуг

Рекомендуется, чтобы БС способствовали предоставлению средств в различных районах – будь то города или сельская местность, развитые или развивающиеся страны – и ускоряли это предоставление путем снижения стоимости жизненного цикла сети и с помощью принципов открытой сети.

Обоснование: Существующая сетевая среда по-прежнему ставит высокие барьеры для входа как производителям при разработке оборудования, так и операторам при предоставлении услуг. В этом отношении БС должны повысить универсализацию услуг электросвязи и содействовать развитию и развертыванию сетей и предоставлению услуг.

С этой целью в БС должна поддерживаться открытость посредством глобальных стандартов и простых принципов проектирования, с тем чтобы снизить стоимость жизненного цикла сети и, таким образом, сократить так называемый "цифровой разрыв".

8.7 Экономические стимулы

Рекомендуется, чтобы проектирование БС осуществлялось таким образом, чтобы обеспечить устойчивую конкурентную среду для урегулирования споров между широким кругом участников экосистемы ИКТ/электросвязи, таких как пользователи, различные поставщики, правительства и обладатели прав интеллектуальной собственности, путем обеспечения надлежащих экономических стимулов.

Обоснование: Многие технологии не получили широкого использования и не смогли стать успешными или устойчивыми в связи с несовершенными и ненадлежащими решениями создателей, в том что касается внутренних социально-экономических аспектов (например, конфликтов между участниками), либо в связи с недостатком внимания к сопутствующим условиям (например, конкурирующим технологиям) или стимулов (например, открытых интерфейсов). Такие провалы в некоторых случаях возникали по причине того, что технологии не обеспечивали механизмы стимулирования добросовестной конкуренции.

Одним из таких примеров является отсутствие в первоначальной реализации сети IP механизмов QoS, которые необходимы для услуг, предоставляемых в реальном времени, например потокового видео. Уровень IP не предоставлял своим верхним уровням средство, позволяющее распознавать, было ли гарантировано сквозное качество обслуживания. В первоначальных реализациях сетей IP также не хватало надлежащих экономических стимулов для их внедрения операторами сетей. Вот лишь несколько причин, которые явились препятствием для внедрения механизмов гарантии QoS и потоковых услуг в сетях IP, даже когда участники экосистемы электросвязи старались приспособить сети или просили других участников предоставить приспособленные сети для запуска новой услуги и совместного использования преимуществ этих сетей.

В связи с этим при проектировании и реализации требований, архитектуры и протокола БС необходимо уделить внимание социально-экономическим аспектам, например экономическим стимулам, для того чтобы обеспечить различным участникам устойчивую конкурентную среду.

Все большее значение приобретают способы урегулирования экономических конфликтов, включая споры, в киберпространстве, которые включают материальное вознаграждение за вклад каждого участника [b-Clark]. По мере того как интернет растет и сводит воедино самые разные социальные функциональные возможности, использование сетей рассматривается как средство создания экономических стимулов в различных областях. Различные участники интернета нередко преследуют противоположные интересы, что приводит к конфликтам вокруг его использования и противоречиям в вопросах международного и национального законодательства.

8.8 Управление сетью

Рекомендуется, чтобы БС могли эффективно эксплуатировать, обслуживать и предоставлять все большее число услуг и объектов. В частности, рекомендуется, чтобы БС могли обрабатывать большие объемы данных и информации для управления и затем эффективным и действенным способом преобразовывать эти данные в соответствующую информацию и знания для оператора.

Обоснование: Количество услуг и объектов, которыми должна управлять сеть, растет. Мобильность и беспроводные технологии стали важнейшими аспектами сетей. Требования к безопасности и конфиденциальности должны быть приспособлены к распространению приложений, а нормативные акты становятся все более сложными. Кроме того, вследствие объединения возможностей сбора и обработки данных под влиянием интернета вещей, "умных" электросетей, облачных вычислений и других аспектов происходит внедрение нетрадиционного сетевого оборудования на сетях. Это приводит к увеличению числа показателей управления сетью, что еще больше усложняет критерии оценки. Таким образом, эффективная поддержка операторов имеет важнейшее значение в будущих сетях.

Одна из проблем, стоящих перед современными сетями, заключается в том, что по соображениям экономического характера проектирование систем эксплуатации и управления осуществлялось конкретно для каждого компонента сети. Рост числа неупорядоченных функциональных возможностей, управление которыми осуществляется в отсутствие определенных правил, повышает сложность и эксплуатационные затраты. По этой причине сети БС должны обеспечивать высокоэффективные системы эксплуатации и управления с помощью более интегрированных интерфейсов управления.

Другая проблема заключается в том, что в современных сетях системы эксплуатации и управления в значительной степени зависят от навыков оператора сети. В связи с этим существует большая сложность, связанная с тем, как упростить задачи управления сетью и перенять знания работников. В процессе управления сетью и ее эксплуатации сохраняются задачи, которые требуют людских навыков, таких как принятие высокоуровневых решений на основе многолетнего накопленного опыта. Для этих задач важно, чтобы даже неопытный оператор, не имеющий специальных навыков, мог легко управлять крупномасштабными и сложными сетями при поддержке автоматизированной системы управления. В то же время, следует учитывать также возможность эффективной передачи знаний и ноу-хау между поколениями.

8.9 Мобильность

Рекомендуется, чтобы БС обеспечивали мобильность, которая способствует созданию высокоскоростных крупномасштабных сетей в среде, где огромное количество узлов может динамически перемещаться по разнородным сетям. Рекомендуется, чтобы БС поддерживали мобильные услуги, независимо от возможности мобильности узла.

Обоснование: Происходит непрерывное развитие сетей подвижной связи путем охвата новых технологий. В связи с этим ожидается, что будущие сети подвижной связи будут включать различные неоднородные сети – от макросот до микро-, пико- и даже фемтосот, и различные типы узлов, использующих широкий выбор технологий доступа. Это связано с тем, что сеть с одним видом доступа не может обеспечить повсеместное покрытие и связь с постоянно высоким уровнем качества обслуживания для большого числа узлов. С другой стороны, существующие сети подвижной связи, такие как сотовые сети, проектировались с позиций централизованного управления, и основные функциональные возможности сигнализации, касающиеся мобильности, сосредоточены в базовой сети. Вместе с тем такой подход может ограничивать эффективность работы, поскольку сигнализация всего трафика обрабатывается централизованными системами, и, следовательно, возникают вопросы масштабируемости и качества работы. С этой точки зрения в будущих сетях должны поддерживаться архитектура распределенных узлов доступа с высокой степенью масштабируемости, механизмы, позволяющие операторам управлять распределенными сетями подвижной связи, и оптимальные маршруты для данных приложения и данных сигнализации.

Распределенная архитектура сетей подвижной связи способствует простоте развертывания новых технологий доступа за счет гибкого размещения на уровнях доступа функциональных возможностей, связанных с мобильностью, а также оптимизации мобильности за счет создания коротких транзитных соединений и высокоскоростных сетей. В связи с этим она играет ключевую роль в обеспечении мобильности в будущих сетях.

Несмотря на то что существуют технологии, которые обеспечивают услуги мобильности независимо от возможности узла, эту услугу нелегко предоставить, если узел обладает ограниченными возможностями, как, например, сенсор. В связи с этим в БС следует учитывать необходимость обеспечения всеобщей мобильности.

8.10 Оптимизация

Рекомендуется, чтобы БС обеспечивали достаточное качество работы путем оптимизации возможностей сетевого оборудования, исходя из требования к услуге и потребностей пользователя. Рекомендуется, чтобы в БС осуществлялись разные виды оптимизации в рамках сети с учетом различных физических ограничений сетевого оборудования.

Обоснование: Распространение широкополосного доступа будет способствовать появлению различных услуг с разными характеристиками и еще больше расширит ассортимент требований, предъявляемых к каждой услуге, таких как ширина полосы, задержка и т. д. Существующие сети проектировались таким образом, чтобы удовлетворялся наивысший уровень требований к этим услугам при максимальном числе пользователей, а пропускная способность оборудования, которая предусматривалась для этих услуг, как правило, излишне подробно определялась для большинства пользователей и услуг. Если сохранить эту модель при одновременном росте потребностей пользователей, то в будущем сетевое оборудование столкнется с различными физическими ограничениями, например по пропускной способности волоконно-оптических кабелей, рабочей частоте электрических устройств и т. д.

По этой причине в БС следует оптимизировать пропускную способность сетевого оборудования, а также осуществить оптимизацию в рамках сети с учетом различных физических ограничений сетевого оборудования.

8.11 Идентификация

Рекомендуется, чтобы в БС обеспечивалась новая структура идентификации, которая может эффективно поддерживать мобильность и доступ к данным с возможностью изменения масштаба.

Обоснование: Мобильность и доступ к данным являются целями проектирования БС. Обе эти характеристики требуют обеспечения эффективной и масштабируемой идентификации (и наименования) [ITU-T F.851] для большого числа сетевых коммуникационных объектов (хостов и данных). В современных сетях IP для идентификации хостов используются адреса IP. Фактически, существуют указатели хостов, которые зависят от точек соединения с сетью. По мере перемещения хоста его идентификатор (ID) [ITU-T Y.2091] меняется, что приводит к прерыванию сеансов связи. В случае сотовых телефонов эта проблема не заметна, благодаря решению вопросов мобильности на нижних уровнях, однако, если нижний уровень не может это сделать, например, в связи с разнородностью сетей доступа, эта проблема возникает вновь. Аналогичным образом не существует широко используемых идентификаторов, которые могут использоваться при идентификации данных. Следовательно, для обеспечения эффективного сетевого взаимодействия хостов и данных в БС эти вопросы следует разрешить путем определения новой структуры идентификации. В этих сетях должно обеспечиваться динамическое сопоставление идентификаторов данных и хостов, а также динамическое сопоставление этих идентификаторов и указателей хостов.

8.12 Надежность и безопасность

Рекомендуется, чтобы проектирование, эксплуатация и развитие БС осуществлялись таким образом, чтобы обеспечить надежность и способность к восстановлению, с учетом сложных условий. Рекомендуется, чтобы проектирование БС осуществлялось таким образом, чтобы обеспечить безопасность и конфиденциальность их пользователей.

Обоснование: Поскольку БС должны служить в качестве ключевой инфраструктуры, поддерживающей социальную деятельность человека, они должны также предоставлять любой тип услуг, предназначенных для решения важнейших задач, таких как интеллектуальное управление трафиком (дорожным, железнодорожным, авиационным, морским и космическим), "умные" электросети, электронное здравоохранение, электронная безопасность и электросвязь в чрезвычайных ситуациях (ЕТ) [ITU-T Y.2205], обеспечивая при этом их целостность и надежность. Коммуникационные устройства используются для обеспечения безопасности человеческой жизни и автоматизации человеческой деятельности (управление транспортным средством и воздушным судном, управление офисом и домом, медицинское освидетельствование и медицинское наблюдение и т. д.). Они приобретают чрезвычайно большое значение в условиях бедствий (стихийных бедствий, например землетрясений, цунами, ураганов, военных или иных столкновений, крупных дорожно-транспортных происшествий и т. д.). От определенных услуг реагирования в чрезвычайных ситуациях (например, связи между отдельным лицом и органом власти) может также требоваться приоритетный доступ для санкционированных пользователей, приоритетная обработка трафика вызовов в чрезвычайных ситуациях, идентификация сетевых устройств и проставление меток времени и местоположения, в том числе сопутствующая информация о точности, которая существенно повысила бы качество обслуживания.

У всех пользователей должно возникнуть оправданное доверие к будущим сетям, в которых должен обеспечиваться приемлемый уровень обслуживания, даже если нормальная эксплуатация осложняется различными неисправностями и сложными проблемами. Данная способность БС

называется способностью к восстановлению, которая характеризуется двумя свойствами: благонадежностью (насколько легко может установиться доверие к системе) и допустимым уровнем сложных проблем. Доверие может быть получено на основе гарантии того, что БС будут обеспечивать ожидаемое качество работы при соблюдении надежности и безопасности. Благонадежность системы подвергается воздействию большого числа проблем, включающих естественные сбои (например, старение аппаратного обеспечения), масштабные бедствия (стихийные или антропогенные), атаки (физические или кибератаки), неверные конфигурации, необычный, но законный трафик, а также экологические проблемы (особенно в беспроводных сетях). В разделе по допустимому уровню сложных проблем рассматривается проектирование и разработка БС, которые могут продолжать предоставлять услуги даже при наличии проблем. Его подразделами являются живучесть, допустимое нарушение связи и допустимый трафик, которые определяют возможность системы своевременно выполнить свою миссию при наличии этих проблем.

БС характеризуются виртуализацией и мобильностью, а также обширными объемами данных и многочисленными услугами. Для обеспечения безопасности сетей, обладающих такими характеристиками, требуется управление доступом на многих уровнях (гарантии идентификации, аутентификации и авторизации пользователя). Эти требования дополняют существующие требования безопасности, например определенные в [ITU-T Y.2701]. Сюда относится защита онлайн-идентичности, репутация, а также предоставление пользователю возможности управления незапрашиваемыми сообщениями. В БС должна обеспечиваться безопасная онлайн-среда для каждого, в частности для детей, лиц с ограниченными возможностями и меньшинств.

9 Намеченный срок и переход

В настоящей Рекомендации при описании БС учитывается допущение о том, что экспериментальные услуги и поэтапное развертывание будущих сетей, обеспечивающих указанные выше целевые установки и цели развертывания, придется на период приблизительно между 2015 и 2020 годами. Эта оценка базируется на двух факторах: первый фактор – это состояние существующих и развивающихся технологий, которые будут использоваться при проведении экспериментов и развитии БС; второй фактор – это то, что развитие любых неизвестных ранее технологий, которое может произойти намного позднее этих приблизительных сроков, имеет лишь гипотетический характер.

Настоящий намеченный срок не означает, что та или иная сеть изменится к данному расчетному времени, однако ожидается, что произойдет развитие ее частей. Для обеспечения возможности внедрения новых и будущих сетевых технологий могут применяться стратегии развития и перехода. Такие сценарии развития и перехода являются темами для дальнейшего изучения.

Дополнение I

Технологии, предназначенные для достижения целей проектирования

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В настоящем Дополнении описываются некоторые технологии, появившиеся в последнее время в результате научно-исследовательской деятельности. Вероятно, что эти технологии будут использоваться в качестве высокоэффективных технологий для БС и могут сыграть важную роль в их развитии. В заголовке каждого пункта указано название технологии и цель проектирования, которая в наибольшей степени соответствует этой технологии, чтобы обеспечить согласование с основной частью настоящей Рекомендации. Следует отметить, что одна технология может относиться к нескольким целям проектирования. Например, виртуализация сети в значительной степени относится не только к виртуализации ресурсов, но и к разнообразию услуг, функциональной гибкости, управлению сетью, надежности и безопасности. В заголовке пункта отражается наиболее подходящая цель проектирования.

I.1 Виртуализация сети (виртуализация ресурсов)

В БС должен предоставляться широкий набор приложений, услуг и архитектур сетей. Ключевой технологией, обеспечивающей эту возможность, является виртуализация сети. Она позволяет создавать логически изолированные участки сети в рамках совместно используемой физической сетевой инфраструктуры таким образом, что в этой инфраструктуре могут одновременно работать многие разнородные виртуальные сети. Эта технология позволяет также объединять много ресурсов и создавать объединенные ресурсы, представляющиеся единым ресурсом. Подробное определение и принципы виртуализации сети описаны в [b-ITU-T FG-FN NWvirt].

Пользователи логически изолированных участков сети могут программировать элементы сети путем эффективного использования возможности программирования, которая позволяет им динамически импортировать недавно созданные технологии в виртуализированное оборудование (например, маршрутизаторы/коммутаторы) на сети и изменять их конфигурацию. При виртуализации сети также имеет место создание федерации сетей, при котором много сетевых инфраструктур могут работать в рамках одной сети, даже если они территориально разнесены и управляются разными поставщиками. Обеспечение возможности программирования и создание федерации требует поддержки динамического перемещения логических элементов сети, услуг и возможностей между логически изолированными участками сети. Другими словами, можно перемещать ту или иную услугу или элемент из одного участка сети и заново предоставлять услугу или элемент конечным пользователям или другим поставщикам. При этом конечные пользователи или другие поставщики могут находить такие дистанционные услуги и элементы и осуществлять к ним доступ.

I.2 Создание сетей, ориентированных на данные/контент (доступ к данным)

Лавинообразный рост всемирной паутины в интернете привел к масштабному распределению цифрового контента, например текстов, изображений, аудио- и видеоданных, который составляет большую часть трафика интернета. В связи с этим было предложено несколько методов создания сетей, в которых акцент делается на распределение контента. К ним относятся так называемые сети распределения контента (CDN) [ITU-T Y.2019] и создание одноранговых (P2P) сетей для совместного использования контента.

Кроме того, были предложены некоторые совершенно новые подходы, сосредоточенные на управлении данными/контентом с точки зрения использования сети [b-CCNX], [b-Jacobson] и [b-NAMED DATA]. Эти подходы отличаются от применяемых в существующих сетях принципов адресации, маршрутизации, механизмов обеспечения безопасности и т. д. В то время как механизм маршрутизации в современных сетях опирается на "местоположение" (адрес IP или имя хоста), новые методы маршрутизации базируются на имени данных/контента, и эти данные/контент могут храниться по многим физическим адресам при использовании механизма кэширования в масштабах всей сети. Что касается вопросов безопасности, существуют предложения, в которых для всех данных/контента имеется подпись с открытым ключом и может быть обеспечена их аутентичность. В еще одном исследовании акцент делается на наименование и преобразование имен данных в сети [b-Коронен]. В некоторых подходах предусматривается реализация наложенной сети с использованием существующих сетей на базе IP, а в других – новая основа для реализации с чистого листа.

Существуют два исследовательских проекта, в которых предлагается новая парадигма под названием "создание сетей, основанных на публикации/подписке" [b-Sarela] и [b-PSIRP]. При создании таких сетей отправители данных "публикуют" то, что они хотят опривить, а получатели "подписываются" на публикации, которые они хотят получать. Осуществляется и другая научно-исследовательская деятельность, направленная на создание новых архитектур сетей, основанных на новой информации о контенте/данных и моделях управления информацией, см. [b-NETINF] и [b-Dannewitz].

1.3 Энергосбережение в сетях (энергопотребление)

Снижение энергопотребления имеет чрезвычайно большое значение применительно к осведомленности в вопросах окружающей среды и эксплуатации сети. Сюда относится множество технологий на уровне устройств, оборудования и сети [b-Gura]. Каждая из технологий, относящихся к одному и тому же уровню или к разным уровням, должна функционировать не по отдельности, а должна взаимодействовать с другими технологиями для обеспечения общего решения, которое сводит к минимуму суммарное энергопотребление.

Существуют следующие три перспективных области энергосбережения в сетях:

- **Передача трафика с использованием пониженной мощности**
В существующих методах передача данных, как правило, осуществляется с использованием устройств и оборудования, потребляющих избыточную энергию, и их энергопотребление зависит в основном от скорости передачи. Энергосберегающие технологии позволяют добиться такой же скорости передачи при меньшей мощности с использованием устройств/оборудования малой мощности, фотонной коммутации, облегченных протоколов и т. д. [b-Baliga2007] и, таким образом, уменьшить величину потребляемой энергии в расчете на переданный бит.
- **Управление работой устройства/оборудования в зависимости от динамики трафика**
Существующие сетевые устройства или системы непрерывно функционируют в условиях максимальных показателей и на полной скорости. В отличие от этого сети с энергосберегающими технологиями будут работать с учетом трафика, используя такие методы, как управление неактивным режимом, динамическое масштабирование напряжения и частоты, а также работу при динамической синхронизации [b-Chabarek]. Все это приводит к снижению требуемого суммарного энергопотребления.
- **Удовлетворение запросов клиентов с использованием минимального объема трафика**
В существующих сетях, как правило, не уделяется внимание общему объему трафика, необходимого для удовлетворения запросов клиентов. Однако сети, использующие энергосберегающие технологии, будут удовлетворять запросы при минимальном объеме трафика. То есть они могут снижать объем несущественного и неоправданного трафика, например избыточные сообщения, подтверждающие активность, или дублированные сообщения пользователей, с помощью многоадресной рассылки, фильтрации, кэширования, переадресации и т. д. Эти сети снижают трафик и, следовательно, уменьшают требуемое суммарное энергопотребление.

С учетом этих характеристик использование энергосбережения в сетях может уменьшить суммарное энергопотребление и послужить решением экологических вопросов с точки зрения сети. Внедрение той или иной новой услуги может повысить энергопотребление, однако сети, использующие энергосберегающие технологии могут ослабить влияние этого повышения. По сравнению со случаями, когда энергосберегающие технологии не используются, возможно, даже удастся снизить общее энергопотребление.

1.4 Внутреннее управление сетью (управление сетью)

В связи с ограничениями, присущими современной деятельности по управлению сетями, разрабатывается новый метод децентрализованного управления сетью, называемый внутренним управлением, см. [b-MANA] и [b-UniverSELF]. В качестве базовых вспомогательных понятий в него входят децентрализация, самоорганизация, автономия и автономичность. Идея состоит в том, чтобы в отличие от прежнего подхода встроить задачи управления непосредственно в сеть и, по сути, дать ей возможность управления сложностью. Тогда БС как управляемая система будет выполнять функции управления по своему усмотрению. Внутреннее управление БС обладает следующими свойствами.

В будущем сети станут масштабными, и в них будет сложно обеспечивать различные услуги с разными характеристиками, такими как пропускная способность и QoS. Таким образом, управление

сетевой инфраструктурой и обслуживанием в сети станет комплексным и сложным. Ранее предлагались различные подходы по стандартизации системы управления сетью путем определения общего интерфейса системы эксплуатации, например принцип сервисно-ориентированной архитектуры (SOA), однако они не получили применения из-за проблем со стоимостью. В будущем эта проблема усугубится в связи с увеличением количества различных систем управления, обусловленным ростом услуг, и, следовательно, необходимы высокоэффективные технологии эксплуатации и управления. Кроме того, поскольку сейчас эксплуатация и управление сетью зависят главным образом от навыков лиц, обеспечивающих управление сетью, существенными проблемами являются упрощение задач управления сетью и передача знаний работников.

Для достижения этих целей можно использовать две возможные функции.

Первой функцией является унифицированная система эксплуатации и управления с позиций высокоэффективного управления; второй функцией является сложный интерфейс управления и система унаследования знаний и ноу-хау оператора, чтобы эксплуатация и управление могли осуществляться оператором с более низкой квалификацией.

Ниже приводятся возможные функции БС для достижения этих целей:

- a) Общий интерфейс эксплуатации и управления [b-TMF NGOSS] и [b-Nishikawa]
Данный интерфейс обеспечивает высокоэффективную эксплуатацию и управление для адаптации всех сетевых систем, которые обеспечивают различные услуги. Технология базы данных является главным условием автоматического перевода данных старой системы, содержащих пользовательскую и инфраструктурную информацию, в новую систему.
- b) Сложный интерфейс контроля и система унаследования знаний и ноу-хау оператора [b-Kipler] и [b-Kubo]

Для того чтобы упростить операторам, не имеющим специальных навыков, осуществление контроля и управления различными сетевыми системами и услугами в сети, системы эксплуатации БР должны обладать механизмами автономного контроля и самостабилизации. Усовершенствованные дружественные интерфейсы контроля также помогут в решении некоторых задач эксплуатации сети и управления ею. Одним из жизнеспособных подходов является "визуализация" следующих различных состояний сети:

- Визуализация управления системой (технология на уровне программного обеспечения)
Технология визуализации сети поддерживает работу системного администратора и повышает ее эффективность за счет простой визуализации состояний сети. Технологии визуализации включают мониторинг сетей, локализацию неисправностей и автоматизацию сетевой системы.
- Визуализация управления инфраструктурой (технология на уровне аппаратного обеспечения)
Технологии визуализации на уровне аппаратного обеспечения также являются эффективным средством поддержки специалистов по эксплуатации. К ним относятся мониторинг волоконно-оптических кабелей и состояний средств связи, локализация неисправностей и идентификация волокон. Кроме того, они облегчают определение местоположения отказа, в частности, находится ли он на стороне сети или пользовательских устройств, что снижает затраты на техническое обслуживание.

I.5 Оптимизация сети (оптимизация)

Появление новых услуг повысит ширину полосы, которая требуется для многих пользователей, в то время как других пользователей по-прежнему будет устраивать существующая ширина полосы. Это приведет к расширению требований пользователей к ширине полосы. Существующие сети проектировались таким образом, чтобы удовлетворять максимальные потребности пользователей, и для большинства услуг пропускная способность оборудования имеет завышенные характеристики. В будущем сетевое оборудование столкнется с различными физическими ограничениями, например по пропускной способности волоконно-оптического кабеля, рабочей частоте оптических и электрических устройств и потребляемой мощности. По этой причине БС следует проектировать таким образом, чтобы повысить эффективность использования при предоставлении оптимальных (т. е. не избыточных) возможностей для удовлетворения потребностей пользователей.

В плане решения указанных выше вопросов могут рассматриваться три перспективных направления: оптимизация на уровне устройства, оптимизация на уровне системы и оптимизация на уровне сети.

- a) Оптимизация на уровне устройства [b-Kimura]
Данный метод оптимизации рабочей скорости передачи, включающий методы оптимизации на оптическом и электрическом уровнях, а также гибридном оптико-электрическом уровне, предусматривает минимально необходимую ширину полосы для услуг и приложений.
- b) Оптимизация на уровне системы [b-Gunaratne]
Несмотря на то что шифрование всех данных в сетях является оптимальным решением для защиты от угроз безопасности, в настоящее время данные избирательно шифруются с помощью функций верхнего уровня, которые слишком медленны, для того чтобы шифровать все данные. Оптимизация механизмов безопасности, т.е. сосредоточение функций шифрования на более низких уровнях обработки (метод обработки на физическом уровне, например технология передачи с использованием оптического кодового разделения каналов OCDM) и прекращение шифрования на более высоких уровнях, позволила бы добиться большей безопасности и при этом обеспечить малое время ожидания и энергоэффективность.
- c) Оптимизация на уровне сети [b-Iiyama]
Данное направление оптимизации служит решению таких проблем, как физическое ограничение по пропускной способности оптического кабеля и рабочей частоте электрического устройства путем изменения самих потоков трафика. Этот метод предлагает также потенциально более эффективное использование сетевых ресурсов, таких как сетевые тракты или оборудование.
- Оптимизация тракта
Современные сети, по которым передаются существующие услуги, например текст или голос, не могут быть преобразованы в высокоскоростные оптические сети, обеспечивающие для всех высокую пропускную способность и сквозную передачу (E2E) с малым временем ожидания, в связи с экономическими, техническими и другими подобными проблемами. Метод оптимизации тракта обеспечивает оптимальный тракт с учетом характеристик услуги и условий трафика на маршруте передачи. Кроме того, он позволяет синхронизировать данные, направляемые по какому-либо другому тракту, и тем самым обеспечивает возможность передачи информации, которая состоит из многих данных с различными характеристиками, используя другой тракт. В сочетании с оптимизацией рабочей скорости можно добиться передачи данных в диапазоне от низких до очень высоких скоростей по одной сети, что обеспечивает удобное одновременное функционирование и более высокую эффективность.
 - Оптимизация топологии сети
Данный метод оптимизирует топологию сети на верхнем уровне (например, на уровне пакетов), используя не только информацию верхнего уровня, например географическое распределение потребностей пользователей в трафике, но и информацию о топологии на нижнем уровне (например, оптическом уровне) сетей.
 - Оптимизация точки адаптации
В существующих сетях каждая услуга передается по одной и той же линии доступа; следовательно, точка доступа обеспечивает возможность предоставления пользователю всех услуг. Это уменьшает эффективность адаптации, поскольку каждая услуга обладает различными характеристиками, такими как ширина полосы, время ожидания, удобство использования. Метод оптимизации точки адаптации обеспечивает высокую эффективность и гибкую адаптацию, позволяющую оптимизировать точку адаптации с учетом, например, возможного расстояния передачи для каждой услуги, в которой в полной мере используются преимущества оптических технологий и передача на большое расстояние.
 - Оптимизация кэша и хранения
Распределение различных видов контента эффективным образом и улучшение QoS при меньшей стоимости является сложной задачей для будущих сетей. Использование возможностей хранения и кэширования позволяет распределять и доставлять контент как можно ближе к конечным пользователям. Тем самым обеспечивается оптимизация показателей работы сети и улучшение оценки качества услуги (QoE) со стороны конечных пользователей.

- Оптимизация вычислений

Возможности вычислений, предоставляемые сетью, позволяют конечным пользователям (главным образом предприятиям) размещать и выполнять вычислительные задачи (программные приложения, включая аспекты оптимизации). Возможности распределенных вычислений в сети позволяют более гибко использовать сеть и улучшают показатели работы услуги и сети.

I.6 Организация распределенных сетей подвижной связи (мобильность)

В современных сетях главные функции, например управление физической мобильностью, аутентификация и серверы приложений, установлены в централизованных системах или базовой сети подвижной связи, что создает проблемы, связанные, например, с масштабируемостью, качеством работы, единственной точкой отказа и узкими местами.

Использование небольших переносных узлов беспроводного доступа с распределением сетевых функций, включая функции мобильности, привлекает широкое внимание в качестве альтернативного метода доступа, в особенности применительно к развертыванию в жилых помещениях и на предприятиях [b-Chiba]. В данной распределенной архитектуре управление связанными с мобильностью событиями и трактами передачи данных, а также их привязка могут осуществляться как можно ближе к терминалам, чтобы избежать проблем с масштабируемостью и качеством работы. Проблемы с единственной точкой отказа и узкими местами также можно локализовать, поскольку на границе уровня узла доступа осуществляется управление лишь небольшим числом терминалов.

За счет гибкого распределенного размещения в любой части сети функциональных возможностей, которые традиционно располагались в базовой сети подвижной связи, можно реализовать высокоэффективную и масштабируемую сеть подвижной связи. Следовательно, в отличие от существующей сети подвижной связи при организации распределенных сетей подвижной связи можно:

- локализовать и оптимизировать тракт прохождения сигнализации и данных;
- обеспечить для сетевого администратора возможность управления трактами сигнализации и данных;
- размещать функциональные объекты (например, управление мобильностью) в любом месте сети (как в базовой сети подвижной связи, так и в сетях доступа);
- обеспечить функцию обнаружения (сетевых ресурсов и устройств) подключаемых устройств, осуществляемую централизованным и распределенным образами;
- подключать устройства, которые не способны в полной мере обеспечивать мобильность и/или безопасность без ухудшения их характеристик.

За счет поддержки указанных выше функциональных возможностей при организации распределенных сетей подвижной связи можно обеспечить режим постоянного подключения, постоянного наилучшего соединения и гарантированное предоставление сквозных услуг.

Библиография

- [b-ITU-T FG-FN Energy] ITU-T Focus Group on Future Networks FG-FN-OD-74 (2010), *Overview of Energy-Saving of Networks*, December.
- [b-ITU-T FG-FN NWvirt] ITU-T Focus Group on Future Networks FG-FN-OD-73 (2010), *Framework of Network Virtualization*, December.
- [b-Anderson] Anderson, T., Peterson, L., Shenker, S., and Turner, J. (2005), *Overcoming the Internet impasse through virtualization*, Computer, IEEE Computer Society, Vol. 38, No. 4, pp. 34-41.
- [b-Baliga2007] Baliga, J., et al. (2007), *Photonic Switching and the Energy Bottleneck*, Proc. IEEE Photonics in Switching, August.
- [b-Bohl] Bohl, O., Manouchehri, S., and Winand, U. (2007), *Mobile information systems for the private everyday life*, Mobile Information Systems, December.
- [b-CCNX] Project CCNx (Content-Centric Networking).
<http://www.ccnx.org/>
- [b-Chabarek] Chabarek, J., et al. (2008), *Power Awareness in Network Design and Routing*, in Proc. IEEE INFOCOM'08, April.
- [b-Chiba] Chiba, T., and Yokota H. (2009), *Efficient Route Optimization Methods for Femtocell-based All IP Networks*, WiMob'09, October.
- [b-Clark] Clark, D., Wroclawski, J., Sollins, K., and Braden, R. (2005), *Tussle in Cyberspace: Defining Tomorrow's Internet*, IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 13, No. 3, June.
- [b-Dannewitz] Dannewitz, C. (2009), *NetInf: An Information-Centric Design for the Future Internet*, in Proc. 3rd GI/ITG KuVS Workshop on The Future Internet, May.
- [b-EC FI] European Commission, Information Society and Media Directorate-General (2009), *Future Internet 2020: Visions of an Industry Expert Group*, May.
http://www.future-internet.eu/fileadmin/documents/reports/FI_Panel_Report_v3.1_Final.pdf
- [b-Gunaratne] Gunaratne, C. et al. (2008), *Reducing the energy consumption of Ethernet with adaptive link rate (ALR)*, IEEE Trans. Computers, Vol. 57, No. 4, pp. 448-461, April.
- [b-Gupta] Gupta, M., and Singh, S. (2003), *Greening of the Internet*, Proc. ACM SIGCOMM'03, August.
- [b-HIP] IETF Host Identity Protocol (hipHIP) Working Group.
<http://datatracker.ietf.org/wg/hip/>
- [b-Iiyama] Iiyama, N., et al. (2010), *A Novel WDM-based Optical Access Network with High Energy Efficiency Using Elastic OLT*, in Proc. ONDM'2010, 2.2, February.
- [b-Jacobson] Jacobson, V., et al. (2009), *Networking Named Content*, CoNEXT 2009, Rome, December.
- [b-Kafle] Kafle, V. P., and Inoue, M. (2010), *HIMALIS: Heterogeneous Inclusion and Mobility Adaption through Locator ID Separation in New Generation Network*, IEICE Transactions on Communications, Vol. E93-B No. 3, pp. 478-489, March.

- [b-Kimura] Kimura, H., *et al.* (2010), *A Dynamic Clock Operation Technique for Drastic Power Reduction in WDM-based Dynamic Optical Network Architecture*, in Proc. S07-3, World Telecommunication Congress (WTC).
- [b-Kipler] Kilper, D. C., *et al.* (2004), *Optical Performance Monitoring*, J. Lightwave Technol., Vol. 22, pp. 294-304.
- [b-Koponen] Koponen, T., Chawla, M., Chun, B., *et al.* (2007), *A data-oriented (and beyond) network architecture*, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 37, No. 4, pp. 181-192, October.
- [b-Kubo] Kubo, T., *et al.* (2010), *In-line monitoring technique with visible light form 1.3 μ m-band SHG module for optical access systems*, Optics Express, Vol. 18, No. 3.
- [b-LISP] IETF Locator/ID Separation Protocol (lispLISP) Working Group. <http://datatracker.ietf.org/wg/lisp/>
- [b-MANA] Galis, A., *et al.* (2008), *Management and Service-aware Networking Architectures (MANA) for Future Internet – Position Paper: System Functions, Capabilities and Requirements*, University of Twente, December.
- [b-NAMED DATA] Named Data Networking. <http://www.named-data.net/>
- [b-NETINF] Network of Information (NetInf). <http://www.netinf.org/>
- [b-NICT Vision] National Institute of Information and Communications Technology, Strategic Headquarters for New Generation Network R&D (2009), *Diversity & Inclusion: Networking the Future Vision and Technology Requirements for a New-generation Network*, February.
- [b-Nishikawa] Nishikawa, K., *et al.* (2009), *Scenario Editing Method for Automatic Client Manipulation System*, Asia-Pacific Network Operations and Management Symposium.
- [b-PSIRP] Publish-subscribe Internet Routing Paradigm (PSIRP). <http://www.psirp.org/>
- [b-Sarela] Särelä, M., Rinta-aho, T., and Tarkoma, S., *RTFM: Publish/Subscribe Internetworking Architecture*, ICT-Mobile Summit 2008 Conference Proceedings, Paul Cunningham and Miriam Cunningham (Eds), IIMC International Information Management Corporation.
- [b-TMF NGOSS] Tele Management Forum GB930, *The NGOSS approach to Business Solutions* (2005), Release 1.0.
- [b-UniverSELF] UniverSelf, realizing autonomies for Future Networks. <http://www.univerself-project.eu/>

СЕРИИ РЕКОМЕНДАЦИЙ МСЭ-Т

Серия А	Организация работы МСЭ-Т
Серия D	Общие принципы тарификации
Серия E	Общая эксплуатация сети, телефонная служба, функционирование служб и человеческие факторы
Серия F	Нетелефонные службы электросвязи
Серия G	Системы и среда передачи, цифровые системы и сети
Серия H	Аудиовизуальные и мультимедийные системы
Серия I	Цифровая сеть с интеграцией служб
Серия J	Кабельные сети и передача сигналов телевизионных и звуковых программ и других мультимедийных сигналов
Серия K	Защита от помех
Серия L	Конструкция, прокладка и защита кабелей и других элементов линейно-кабельных сооружений
Серия M	Управление электросвязью, включая СУЭ и техническое обслуживание сетей
Серия N	Техническое обслуживание: международные каналы передачи звуковых и телевизионных программ
Серия O	Требования к измерительной аппаратуре
Серия P	Качество телефонной передачи, телефонные установки, сети местных линий
Серия Q	Коммутация и сигнализация
Серия R	Телеграфная передача
Серия S	Оконечное оборудование для телеграфных служб
Серия T	Оконечное оборудование для телематических служб
Серия U	Телеграфная коммутация
Серия V	Передача данных по телефонной сети
Серия X	Сети передачи данных, взаимосвязь открытых систем и безопасность
Серия Y	Глобальная информационная инфраструктура, аспекты протокола Интернет и сети последующих поколений
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи