

Международный союз электросвязи

МСЭ-Т

СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦИИ
ЭЛЕКТРОСВЯЗИ МСЭ

Y.3011

(01/2012)

СЕРИЯ Y: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ
ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО
ПРОТОКОЛА, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ,
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА

Будущие сети

**Структура виртуализации сети
для будущих сетей**

Рекомендация МСЭ-Т Y.3011

ITU-T

РЕКОМЕНДАЦИИ МСЭ-Т СЕРИИ Y

ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА, СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ, ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА

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 NGN	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
Пакетные 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.3499
ОБЛАЧНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ	Y.3500–Y.3999
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ И "УМНЫЕ" ГОРОДА И СООБЩЕСТВА	
Общие положения	Y.4000–Y.4049
Определения и терминология	Y.4050–Y.4099
Требования и сценарии использования	Y.4100–Y.4249
Инфраструктура, возможность установления соединений и сети	Y.4250–Y.4399
Структуры, архитектуры и протоколы	Y.4400–Y.4549
Услуги, приложения, вычисления и обработка данных	Y.4550–Y.4699
Управление, контроль и рабочие характеристики	Y.4700–Y.4799
Идентификация и безопасность	Y.4800–Y.4899
Анализ и оценка	Y.4900–Y.4999

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

Рекомендация МСЭ-Т Y.3011

Структура виртуализации сети для будущих сетей

Резюме

Рекомендация МСЭ-Т Y.3011 описывает структуру виртуализации сети для будущих сетей (БС). В данной рекомендации приводятся причины их появления и определение, а также данная рекомендация описывает концепцию логически изолированных участков сети (LINP), предоставляемых сетевой виртуализацией. В этой Рекомендации также обсуждаются предметные области виртуализации сети и исследуются цели ее проектирования. Наконец, в данной Рекомендации обсуждается применимость виртуализации сети путем обобщения ее преимуществ и недостатков. В Дополнении подробно рассмотрены сценарии использования по различным аспектам сетевой виртуализации, таким как экспериментальная сеть и мобильность.

Хронологическая справка

Издание	Рекомендация	Утверждение	Исследовательская комиссия	Уникальный идентификатор*
1.0	МСЭ-Т Y.3011	13.01.2012 г.	13-я	11.1002/1000/11445

* Для получения доступа к Рекомендации наберите в адресном поле вашего браузера URL: <http://handle.itu.int/>, после которого следует уникальный идентификатор Рекомендации. Например, <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

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 извещения 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 2017

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	1
4 Сокращения и акронимы	2
5 Соглашения по терминологии	2
6 Обзор	2
7 Проблемные области.....	4
7.1 Сосуществование нескольких сетей	4
7.2 Упрощенный доступ к ресурсам	5
7.3 Гибкость предоставления.....	5
7.4 Способность к развитию	6
8 Цели разработки.....	6
8.1 Изолирование	6
8.2 Абстракция сети.....	7
8.3 Знание топологии и быстрое изменение конфигурации	7
8.4 Технические характеристики.....	7
8.5 Возможность программирования.....	8
8.6 Административное управление	8
8.7 Мобильность	9
8.8 Беспроводность	9
9 Применимость	9
10 Вопросы охраны окружающей среды	10
11 Аспекты безопасности	10
Дополнение I – Подробное описание L1NP	11
Дополнение II – Случаи использования виртуализации сетей	13
II.1 Случай 1: Виртуализация сети для поставщиков сетевых услуг	13
II.2 Случай 2: Эксперименты по возможности реализации новых архитектур сети [b-GENIGDD0608].....	14
II.3 Случай 3: мобильность в виртуализованной сети	14
II.4 Случай 4: Виртуализация сети беспроводного доступа.....	16
Библиография	19

Введение

Будущие сети (БС) – это сети, которые смогут обеспечивать возможность предоставления продвинутых услуг, возможностей и средств, поддержка которых затруднена, используя существующие сетевые технологии. Одной из основных целей БС является обеспечение осведомленности об услугах. Ожидается, что в будущем количество и спектр услуг увеличатся взрывными темпами, и БС должны быть адаптированы к резкому росту числа услуг [ITU-T Y.3001]. Этот резкий рост числа услуг затрудняет возможность удовлетворения на одной сетевой архитектуре требований каждой услуги. Однако реализовать архитектуры х неоднородных сетей, используя несколько физических сетей, нереально вследствие необходимости затрат на их монтаж, эксплуатацию и техническое обслуживание. Поэтому для реализации разнообразных услуг и архитектур неоднородных сетей на основе единой физической сети требуются БС.

Ожидается, что будущая информационно-коммуникационная инфраструктура будет поддерживать произвольные виды социально-экономической деятельности. Например, в то время как широкое распространение получают сетевые услуги, для которых требуется возможность установления высокоскоростного соединения с сетью с передачей большого объема информации с низкой для передачи голосовой, видеоинформации, взаимодействия с базой данных, для таких услуг необходимо также обеспечить низкое энергопотребление. Достижение совокупности разных целей, включая те, которые описаны выше, должно достигаться с помощью сетей с гибко изменяемой конфигурацией, на которых организуются несколько виртуальных сетей с разными возможностями. Поэтому очень важно сделать сети более гибкими и с более изменяемой конфигурацией с тем, чтобы они могли постоянно и динамично развиваться и адаптироваться к меняющимся требованиям со стороны будущих сетевых услуг и приложений. Особенно важно оптимизировать использование ограниченных ресурсов и максимально увеличить количество пользователей ресурсами путем быстрой и динамичной адаптации к изменениям в окружающей среде, например, в чрезвычайных ситуациях, вызванных стихийными бедствиями, путем адаптации количества и качества ресурсов, выделяемых каждой виртуальной сети, и переключениями между несколькими виртуальными сетями с разными возможностями.

В то же время, для успешного развития разнообразных услуг, предпочтительно, чтобы сети обеспечивали простые методы для проведения экспериментов и/или маломасштабного развертывания. Это должно осуществляться, не вызывая непредвиденного воздействия на другие услуги, поэтому зачастую это делают на совершенно разных сетях. Если можно было бы построить экспериментальные сети и/или тестовые проекты на базе реальных сетей, которые совместно используют общие физические сети, и при этом обеспечивать им изолированную сетевую среду, то это предоставило бы разработчикам, поставщикам и пользователям появляющихся технологий идеальную среду для проектирования, разработки и оценки новых услуг.

Сетевая виртуализация – это технология, которая обеспечивает реализацию изолированных и гибких сетей в целях поддержки широкого спектра сетевых архитектур, услуг и пользователей, не создающих помех другим. Эта технология также позволяет упростить создание экспериментальных сетей и ускорить научные исследования и разработки, проводимые на базе будущих сетевых технологий. Таким образом, виртуализация сети рассматривается как ключевая технология для реализации БС.

Данная Рекомендация содержит структуру технологии виртуализации сетей.

Рекомендация МСЭ-Т Y.3011

Структура виртуализации сети для будущих сетей

1 Сфера применения

Эта Рекомендация определяет виртуализацию сетей, а также содержит обзор и мотивацию виртуализации сетей. Она также описывает предметные области, задачи проектирования и применимость виртуализации сетей.

Случаи использования для виртуализации сети обсуждаются в Дополнении.

2 Справочные документы

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

[ITU-T Y.3001] Рекомендация МСЭ-Т Y.3001 (2011 г.), *Будущие сети: целевые установки и цели проектирования*.

3 Определения

3.1 Термины, определенные в других документах

В настоящей Рекомендации используются следующие термины, определенные в других документах:

3.1.1 будущая сеть (БС) (future Network (FN)) [ITU-T Y.3001]: Сеть, способная предоставлять услуги, возможности и средства, которые трудно предоставить с использованием существующих сетевых технологий.

3.2 Термины, определенные в настоящей Рекомендации

В данной Рекомендации определены следующие термины:

3.2.1 логический ресурс: Независимо управляемый участок физического ресурса, который наследует те же характеристики, что и у физического ресурса, и функциональные возможности которого связаны с возможностями этого физического ресурса.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Выражение "независимо" означает взаимную исключительность среди разных участков на одном и том же уровне.

3.2.2 логически изолированный участок сети (logically isolated network partition (LINP)): Сеть, которая состоит из нескольких виртуальных ресурсов, которая изолирована от других LINP.

ПРИМЕЧАНИЕ. – Выражение "логически изолированный", которое противопоставляется понятию "физически изолированный", означает взаимную исключительность предметов (т. е. участка сети в данном случае), в то время как реальные объекты могут быть физически объединены или использоваться совместно в рамках общих физических ограничений.

3.2.3 виртуальный ресурс (virtual resource): Абстракция физического или логического ресурса, которая может иметь характеристики, отличающиеся от характеристик этого физического или логического ресурса, и ее функциональные возможности могут быть не связаны с функциональными возможностями физического или логического ресурса.

ПРИМЕЧАНИЕ. – "Отличающиеся характеристики" означают упрощенные или расширенные характеристики ресурса. "Отличающиеся характеристики" позволяют использовать в отношении виртуального ресурса иные методы доступа или управления, чем в отношении исходного физического или логического ресурса.

3.2.4 виртуализация сети (network virtualization): Технология, которая позволяет создавать логически изолированные участки сети в рамках совместно используемых физических сетей таким образом, что в этой совместно используемой сети одновременно могут одновременно сосуществовать многие разнородные виртуальные сети. Этот термин включает в себя объединение различных ресурсов одного поставщика, которые рассматриваются как единый ресурс.

ПРИМЕЧАНИЕ. – См. определение LNP "логически изолированный".

4 Сокращения и акронимы

В настоящей Рекомендации используются следующие сокращения и акронимы:

FN	Future Network	Будущая сеть
IPsec	Internet Protocol Security	Набор протоколов для защиты данных, передаваемых по протоколу IP
LINP	Logically Isolated Network Partition	Логически изолированный участок сети
MNO	Mobile Network Operator	Оператор сети подвижной связи
MVNO	Mobile Virtual Network Operator	Оператор сети виртуальной подвижной связи
PNM	Physical Network Manager	Администратор физической сети
VLAN	Virtual Local Area Network	Виртуальная локальная сеть
VPN	Virtual Private Network	Виртуальная частная сеть
VRM	Virtual Resources Manager	Администратор виртуальных ресурсов

5 Соглашения по терминологии

Отсутствуют.

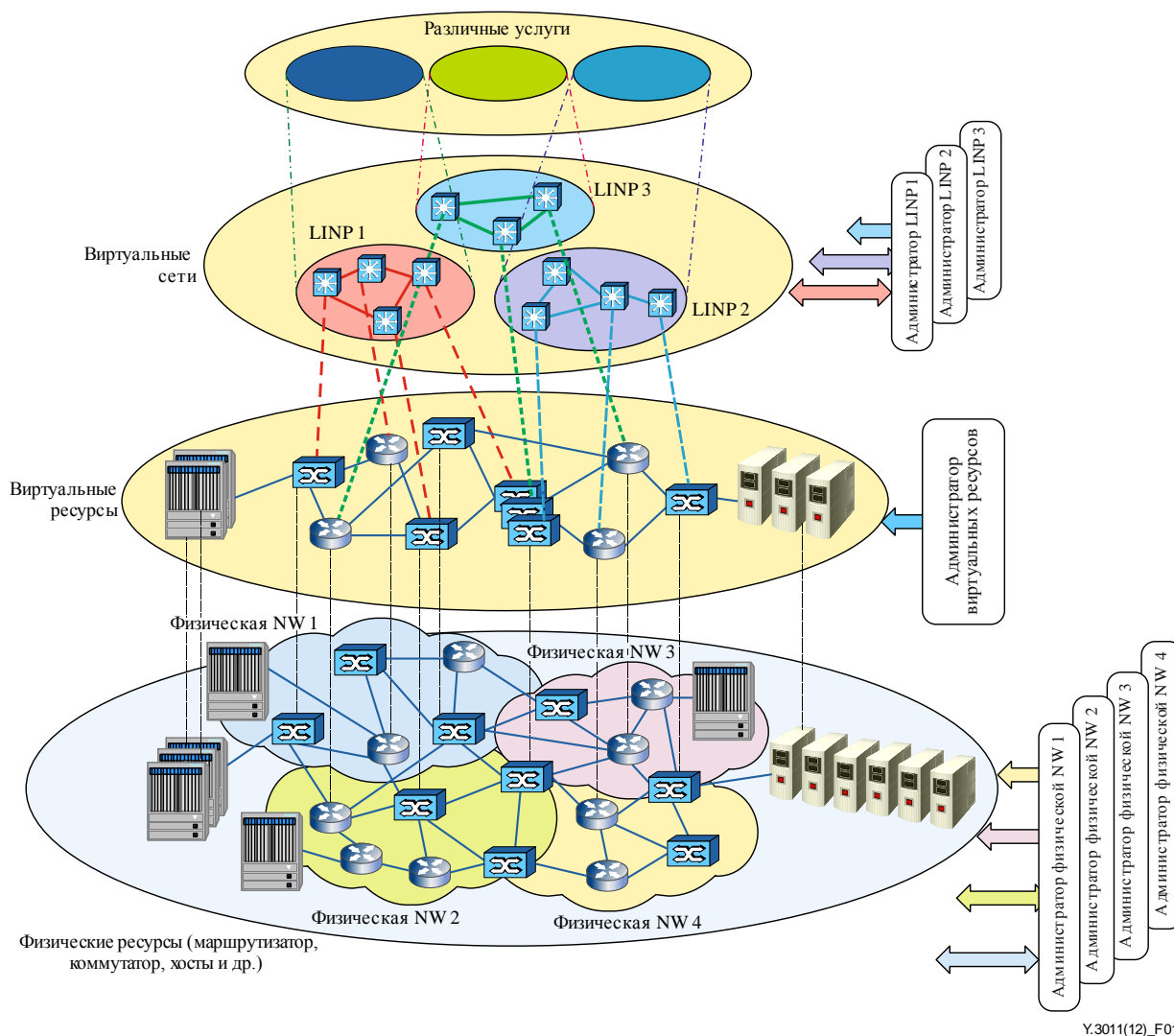
6 Обзор

Виртуализация сети – это метод, который позволяет нескольким виртуальным сетям, называемым логически изолированными участками сети (LINP), сосуществовать в одной физической сети. В целях обеспечения LINP физические ресурсы разбиты на части и рассматриваются как виртуальные ресурсы, которые взаимосвязаны между собой, образуя LINP [b-Chowdhury] [b-GENI GDD0608] [b-Nakao]. Эти виртуальные ресурсы могут быть созданы на таких физических ресурсах, как маршрутизаторы, коммутаторы, хосты. Таким образом, виртуальные ресурсы выделяются либо каждой LINP, или несколько виртуальных ресурсов объединяются в один виртуальный ресурс.

LINP изолированы друг от друга и, в сочетании с программируемостью в виртуальных ресурсах, пользователи LINP могут программировать эти виртуальные ресурсы на уровне виртуализации. Другими словами, каждый LINP может предоставлять соответствующим пользователям услуги, аналогичные тем, которые обеспечиваются традиционными сетями без услуги виртуализации сетей. Круг пользователей LINP не ограничен только пользователями услуг или приложений, и может включать в себя поставщиков услуг. Например, поставщик услуг может арендовать LINP и предоставлять появляющиеся услуги или технологии, такие как услуга облачных вычислений. Поставщики услуг могут реализовывать появляющиеся услуги, как если бы они являлись собственниками выделенной физической сети. Чтобы облегчить развертывание виртуализации сети, необходимо обеспечить процедуры контроля и управления, такие как создание, мониторинг и измерение состояния LINP.

На рисунке 1 представлена концептуальная архитектура виртуализации сети, которая состоит из LINP поверх физических ресурсов, поддерживающих виртуализацию сети. Один физический ресурс может быть использоваться совместно несколькими виртуальными ресурсами. Каждый LINP состоит из нескольких виртуальных ресурсов и управляется отдельным индивидуальным администратором LINP. На рисунке, физические ресурсы в физической сети(ях) являются виртуализированными и могут формировать пулы виртуальных ресурсов. Эти виртуальные ресурсы управляются администратором виртуальных ресурсов (VRM). VRM взаимодействует с администратором

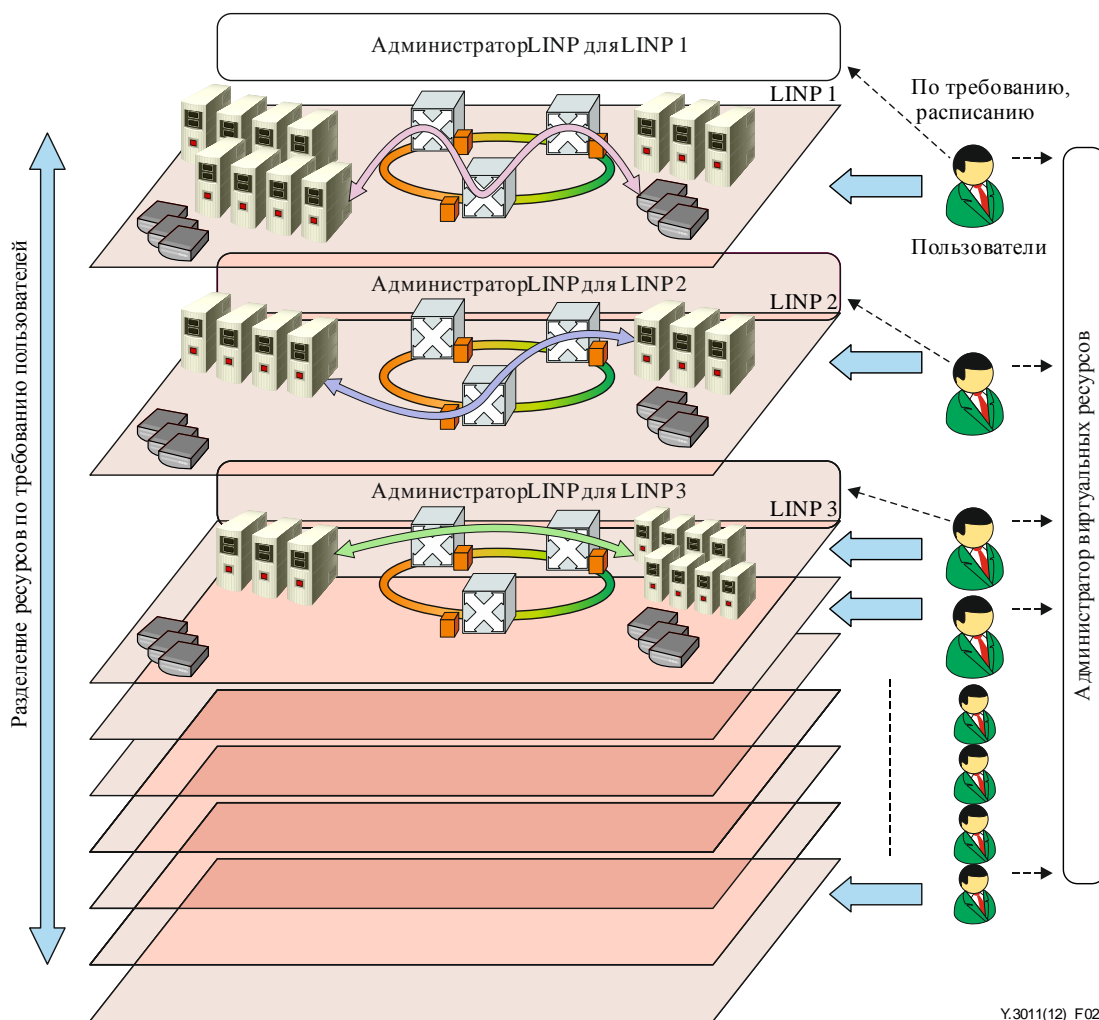
физической сети (PNM) и осуществляет контроль и управление виртуальными ресурсами. После того, как LIMP создан с использованием виртуальных ресурсов, для LIMP выделяется администратор LIMP. Администратор LIMP выполняет функции административного управления.



Y.3011(12)_F01

Рисунок 1 – Концептуальная архитектура виртуализации сети

Рисунок 2 иллюстрирует концепцию LIMP, которая состоит из множества сосуществующих LIMP поверх сетевых ресурсов, поддерживающих виртуализацию сети. Каждый LIMP предоставляется в соответствии с требованиями пользователя. Эти требования передаются VRM, который координирует распределение LIMP, с тем, чтобы пользователям предоставлялись требуемые им LIMP. VRM обрабатывает требования в зависимости от политики своей администрации. Каждый LIMP контролируется и управляется администратором LIMP. VRM, который контролирует все виртуальные ресурсы, создает администратора LIMP и наделяет его соответствующими полномочиями для контроля каждой LIMP. LIMP, создаваемый с использованием виртуализации сети, имеет различные характеристики, такие, как разделение, изоляция, абстракция, гибкость и эластичность, возможность программирования, аутентификация, авторизации и учет [b-Vermesan] [b-Nakao2]. Подробное описание характеристик LIMP представлено в Дополнении I.



Y.3011(12)_F02

Рисунок 2 – Концепция LINC, обеспечиваемая виртуализацией сети

Виртуализация сети может улучшить использование физических ресурсов, позволяя многим виртуальным ресурсам сосуществовать в одном и том же физическом ресурсе. Кроме того, абстракция и возможность программирования предоставляют стандартные интерфейсы для управления и изменения LINC и помогают поддерживать плавное изменение и миграцию сети в целях предоставления услуг, функции которых спроектированы так, чтобы соответствовать потребностям приложений и пользователей.

7 Проблемные области

В этом разделе рассматриваются проблемы существующих сетей и то, как виртуализация сети может использоваться для смягчения этих проблем.

7.1 Сосуществование нескольких сетей

Для предоставления изолированных сетей поверх совместно используемых физических сетей обычно используются такие традиционные технологии как виртуальные частные сети (VPN) и виртуальные локальные сети (VLAN). Однако известно, что эти технологии имеют свои недостатки и ограничения.

Например, в целях обеспечения безопасности нескольких сетей, наложенных на сети связи общего пользования, VPN опирается на механизмы туннелирования и IPsec. Однако существующие технологии VPN имеют недостатки в части масштабируемости, производительности и пропускной способности, которые объясняются сложными механизмами инкапсуляции и аутентификации. Таким образом, представляется, что добавление VPN-механизмов в существующие протоколы вносит дополнительные сложности и вызывает высокие затраты на обработку данных, например при согласовании параметров сложного туннеля в IPsec [b-Burger]. Кроме того, существуют значительные

проблемы с производительностью связанного с мобильностью сетевого оборудования, такого как домашних агентов и мобильных узлов [b-IETF RFC 4093] [b-IETF RFC 5265]. В случае VLAN, членство в VLAN должно быть определено до развертывания VLAN, что требует статической и сложной конфигурации, устанавливаемой администратором сети вручную. Кроме того, VLAN присуща проблема масштабируемости из-за ограничения адресного пространства [b-Yu].

Кроме того, для VLAN и VPN сложно обеспечить контроль доступности и производительности и гарантию пропускной способности. При увеличении количества пользователей, работающих в сети, пропускная способность VPN имеет тенденцию к снижению, что влияет на пользователей всей системы в целом.

Виртуализация сети может обеспечить создание LAMP путем соединения виртуальных ресурсов, но их взаимодействие может быть реализовано с помощью различных механизмов, не ограничиваясь обычными механизмами, соответствующими требованиям пользователей и услуг. Кроме того, виртуализация сети может обеспечить безопасную изоляцию между LAMP с учетом различных аспектов, включая безопасность, производительность или управление ими и поддержку разнообразия приложений, услуг, обеспечение контроля сети, административного управления и архитектуры.

7.2 Упрощенный доступ к ресурсам

Сети обычно состоят из многих разнородных физических ресурсов, таких как маршрутизаторы и коммутаторы, но эта неоднородность вызывает трудности в отношении доступа к сетям и управлении ими. Для того чтобы управлять всеми сетями, операторы сетей должны управлять сетевыми ресурсами, образуемыми на многочисленных типах оборудования, которое может иметь различные типы интерфейсов доступа. Кроме того, будущие сети (БС) будут состоять не только из устаревших компонентов сети, а также из появляющихся в соответствии с развитием современных технологий новых компонентов. Таким образом, для будущих сетей станет важным функциональное взаимодействие между разнородными сетевыми ресурсами. По этим причинам необходимо, чтобы интерфейсы доступа различных поставщиков были объединены на базе общей платформы, с которой осуществлялось бы их управление.

Сетевая виртуализация позволяет осуществлять абстрактное представление характеристик физических ресурсов таким образом, чтобы другие системы, приложения или пользователи смогли получать доступ к возможностям ресурсов с помощью абстрактных интерфейсов [b-Vermesan]. Эти интерфейсы могут гарантировать совместимость для доступа к виртуальным ресурсам и обеспечить эффективное управление виртуальными ресурсами.

7.3 Гибкость предоставления

Гибкость относится к возможностям построения системы и ее расширения по мере необходимости для того, чтобы приспособиться к внутренним или внешним изменениям [b-Browne]. В унаследованных сетях сложно быстро предоставить сети, соответствующие требованиям различных услуг, поскольку предоставление сетей требует фактического развертывания физических ресурсов. Кроме того, эти сети сложно адаптировать к изменениям окружающей среды, таким как внезапные изменения потребностей в трафике и сбои в работе сети, путем динамического изменения их конфигурации. Виртуализация сети обеспечивает быстрое изменение конфигурации LAMP, повышая гибкость к изменениям окружающей среды.

В традиционных сетях масштаб сети ограничен по количеству физических ресурсов, поэтому горизонтальное масштабирование, т. е. добавление дополнительных физических ресурсов сети, является одним из простых способов увеличить масштабируемость. Однако этот подход не может быть гибко реализован, поскольку добавление физических ресурсов подразумевает не только затраты на оборудование, но и затраты на обслуживание и операционные затраты на эксплуатацию площадей, на выполнение работ, стойки для размещения и др. В то же время, если на этапе проектирования сети были завышены потребности в объеме передаваемого трафика, то существующие сети будут страдать от недостаточного использования.

Виртуализация сети позволяет повторно использовать эти ресурсы, достигая таким образом масштабируемости и эффективности использования сетевых ресурсов. Виртуализация сети позволяет добавлять или агрегировать дополнительные логические ресурсы в виртуальном ресурсе, чтобы обеспечить расширение возможностей при меньших затратах, избегая добавления физических ресурсов.

7.4 Способность к развитию

Если поставщики сетей хотят развертывать новые сетевые технологии и услуги или переходить на новые сетевые архитектуры, они должны создавать отдельную тестовую сеть для того, чтобы новые технологии и услуги не влияли на существующие услуги. Поставщики сетевых услуг будут внедрять в своих находящихся в эксплуатации сетях новые технологии и услуги только после их оценки на тестовых сетях.

Однако этот подход может иметь несколько недостатков. Во-первых, экспериментальный трафик новых сетевых технологий и услуг должен быть протестирован на реальных сетях, и он должен быть способен сосуществовать с пользовательским трафиком, поскольку некоторые вопросы, такие как конкуренция и обеспечение соблюдения политики, как правило, не проявляются в отдельных тестовых сетях с небольшим пользовательским трафиком. Таким образом, новые технологии и услуги, которые успешно прошли оценку в тестовых сетях, могут плохо работать в реальных сетях.

Поэтому для исследователей и разработчиков новых сетевых технологий и услуг предпочтительным является выполнение экспериментов на реальных сетях, по сравнению с тестовыми сетями. Благодаря этому, при появлении новых технологий и услуг, которые привлекательны для пользователей, эти технологии и услуги могут быть введены в эксплуатацию сразу, что позволяет избежать процесса их миграции из тестовых сетей в реальные сети.

Виртуализация сети может позволить поставщикам сети упростить создание логически самостоятельных тестовых сетей путем выделения надежно изолированных L1NP логически изолированным тестовым сетям, служащим для экспериментальных целей.

Другим недостатком построения отдельных физических тестовых сетей является возможность потери преемственности или обеспечения обратной совместимости. Пользователи могут неохотно воспринимать новые технологии, так как новые технологии могут не поддерживать те услуги, которые у них уже существуют.

Виртуализация сети позволяет поставщикам сети обеспечивать преемственность путем назначения для существующих сетей соответствующих L1NP. L1NP будут гарантировать, что существующие услуги и технологии останутся неизменными.

8 Цели разработки

В этом разделе исследуются цели проектирования по реализации виртуализации сетей. Эти цели охватывают различные аспекты, такие как возможности, характеристики и некоторые проблемные вопросы.

8.1 Изолирование

Поскольку L1NP могут мультиплексироваться в одной физической сети, то это может вызывать нестабильность из-за помех в адрес других L1NP. Для того, чтобы смягчить эти проблемы, в дополнение к обычной плоскости управления и изоляции плоскости данных, виртуализация сети должна обеспечивать надежную изоляцию, например, в контексте технических характеристик и безопасности, среди L1NP.

Например, возможно, что из-за сбоев в работе L1NP потребляет большую часть физических ресурсов, снижая технические характеристики других L1NP из-за истощения ресурса сети.

Таким образом, в целях поддержки общей пропускной способности и технических характеристик, виртуализация сети должна для каждой L1NP обеспечивать возможность регулирования верхнего предела использования пропускной способности.

Поскольку LNP, созданные с помощью виртуализации сети, изолированы и управляются независимо, то традиционные аспекты безопасности, применяемые к неvirtуализованной среде, должны также применяться к каждому LNP отдельно. Кроме того, проблемы безопасности в отдельном LNP не должны распространяться на другие LNP.

8.2 Абстракция сети

Абстракция сети позволяет скрыть базовые характеристики сетевых ресурсов от того, каким образом другие сетевые ресурсы, приложения или пользователи взаимодействуют с сетевыми ресурсами, а также помогает установить упрощенные интерфейсы, используемые для доступа к сетевым ресурсам. Абстракция сети также позволяет выборочно воздействовать на ключевые сетевые функции в сетях путем определения уровня абстракции. Абстракция сети открывает новые возможности для обеспечения интерфейсов более высокого уровня, что повышает доступность сетевых ресурсов.

Для поддержки разнообразных сетевых услуг в LNP должна сохраняться возможность индивидуальной настройки управления сетью и операций, независимо от тех возможностей управления и операций, которые применяются для физических ресурсов или других LNP. В то же время, в одном из участке LNP может возникнуть необходимость избегать сложных операций с физическими ресурсами, которые зависят от типов физических ресурсов и поставщиков оборудования.

Таким образом, виртуализация сети дает абстрактную информацию о ресурсах физической сети, поддерживает упрощенные интерфейсы, или интерфейсы высокого уровня для управления ресурсами в целях освобождения LNP от сложностей, вызванных характеристиками физических сетевых ресурсов.

8.3 Знание топологии и быстрое изменение конфигурации

Поскольку виртуализация сети позволяет объединить виртуальные ресурсы, которые распределены по сетям, то существует необходимость выявления этих виртуальных ресурсов. Кроме того, при создании или реконфигурировании LNP для эффективного использования виртуальных ресурсов может потребоваться их оптимизация. Например, для пользователей, которым требуется низкая сквозная задержка передачи, знание топологии может упростить решение задачи по обеспечению малой величины этой задержки за счет использования наиболее короткого маршрута, при этом пользователям, которым требуется высокая пропускная способность, по-прежнему будет обеспечиваться высокая пропускная способность на протяжении всего маршрута, невзирая на задержку передачи.

Таким образом, для того, чтобы виртуальные ресурсы могли бы эффективно взаимодействовать друг с другом при создании LNP, виртуализация сети должна обеспечивать понимание топологии.

После создания основанных на потребностях пользователей LNP, необходимо обеспечить возможность изменения функциональных возможностей LNP в зависимости от различных причин, например, из-за изменения потребностей пользователей, состояния сетей, политик владельцев виртуальных ресурсов и так далее. Следовательно, каждый LNP должен быть способен корректировать свои возможности в соответствии с изменениями требований, а изменение конфигурации должно выполняться быстро и таким образом, чтобы свести к минимуму перерывы в обслуживании.

Таким образом, виртуализация сети должна предоставлять методы для легкого и быстрого создания LNP и для их динамической реконфигурации.

8.4 Технические характеристики

Виртуализация сети, как правило, реализуется путем введения слоя виртуализации или слоя адаптации, при этом слой виртуализации создает и управляет LNP. Слой виртуализации – это слой между физической аппаратной частью и программным обеспечением, работающий на физическом ресурсе. Этот слой обеспечивает создание изолированного участка физического ресурса. Каждый участок предназначен для размещения различных архитектур и приложений. Слой виртуализации отделяет аппаратное оборудование от среды операционной системы. Виртуализация сети происходит за счет снижения производительности из-за наличия слоя виртуализации. Сетевая архитектура

виртуализации включает в себя изолированный участок с драйверами устройств, стеками ввода/вывода и приложениями, находящийся над слоем виртуализации, который поддерживает управление физическими контроллерами аппаратных устройств. Этот дополнительный слой виртуализации увеличивает нагрузку и снижает производительность системы, в том числе повышая интенсивность использования центрального процессора и снижая пропускную способность. Таким образом, технические характеристики L1NP могут быть не такими хорошими, как характеристики не виртуальной сети.

Следовательно, снижение производительности должно быть сведено к минимуму.

8.5 Возможность программирования

L1NP может быть оснащен программируемой плоскостью управления и плоскостью данных с тем, чтобы пользователи могли использовать адаптированные под их потребности протоколы для реализации функций перенаправления и маршрутизации в L1NP. В целях обеспечения гибкости в L1NP в виртуальные ресурсы необходимо внедрять новые схемы управления. Программирование может поддерживать гибкость на плоскости управления, и делать возможным легко внедрять новые схемы управления в L1NP, а также на плоскости данных, чтобы обеспечить возможность использования различных видов обработки данных.

В отношении плоскости управления возможность программирования включает функции управления в L1NP, такие как маршрутизация, коммутация и мониторинг для реализации проприетарного управления трафиком в отдельном L1NP. Возможность программирования также рассматривает анализ новых протоколов связи для их использования в будущих сетях. Что касается обработки данных на плоскости данных внутри L1NP, в части таких функций как транскодирование и кэширование данных для обеспечения внедрения инновационных сетевых услуг необходимо реализовывать новые возможности для обработки данных внутри сети.

Таким образом, в целях обеспечения гибкости и дальнейшей эволюции сетей виртуализация сети должна поддерживать возможность программирования как на плоскости управления, так и на плоскости данных с использованием новых схем управления и новых возможностей обработки данных. Кроме того, каждый L1NP должен поддерживать свободное развертывание схем управления или архитектуры сети, независимо от других L1NP или физических сетей.

8.6 Административное управление

Каждый L1NP представляет собой результат гибкой агрегации физических и виртуальных ресурсов с соответствующей сетевой топологией. С учетом этого, должны быть управляемыми связи не только между физическими ресурсами, но и между физическими и виртуальными ресурсами, и наоборот, что не часто встречается в управлении традиционными сетями. Эти сложные отображения вызывают сложности в управлении, поэтому требуется наглядное отображение всех взаимосвязей между физическими и виртуальными ресурсами в физических сетях.

Каждый L1NP изолирован от других L1NP, поэтому его управление должно осуществляться независимо от других L1NP. В то же время, система управления L1NP должна взаимодействовать с VRM. Поэтому необходимо четко определить, какую часть функций управления может выполнять администратор L1NP, и как эти функции должны соотноситься с управлением физическими ресурсами.

С учетом быстрого изменения виртуальных сетевых сред наглядность отображения становится важным аспектом для выполнения таких операций сетевого управления как мониторинг, обнаружение неисправностей, знание топологии, изменение конфигурации, обнаружение/распределение/планирование ресурсов и управление, с учетом требований пользователя. Одним из подходов в части обеспечения поддержки управления является разработка интегрированной системы административного управления, которая может быть реализована на пределах слоя виртуализации.

Таким образом, виртуализация сети должна обеспечивать создание интегрированной системы управления, которая может предоставить доступ к информации как о физических ресурсах, так и о виртуальных ресурсах.

8.7 Мобильность

Мобильность в виртуализации сети – это перемещение виртуальных ресурсов, в том числе пользователей и услуг, которые состоят, например, из вычислительных ресурсов, системных образов и приложений в рамках LINC. Чтобы сохранить производительность LINC каждый виртуальный ресурс может быть перемещен в соответствии с потребностями пользователей. Например, пользователи могут быть динамически присоединены или повторно присоединены к одному из LINC в зависимости от характеристик приложения. В то же время, для поддержания непрерывности предоставления услуг пользователям сами услуги также могут перемещаться вместе с пользователями, без прерывания обслуживания. Кроме того, виртуальные ресурсы для повышения производительности сети могут добавляться либо удаляться для балансировки нагрузки или в целях энергосбережения.

Для этого необходимо, чтобы потребность в виртуальных ресурсах каждого LINC и пользователей определялась бы заранее или в режиме реального времени, а затем должно обеспечиваться оперативное перемещение этих виртуальных ресурсов в соответствующие LINC. Поскольку каждый LINC имеет разные требования, такие как высокая производительность сети, небольшое значение сетевой задержки и энергоэффективность, которые должны соблюдаться в LINC в течение всего цикла его функционирования, с момента создания и до прекращения работы LINC, путем поддержки мобильности в виртуализации сети. За счет этого будет достигаться гибкое распределение ресурсов для любого LINC, обслуживание LINC в режиме реального времени и устойчивое к катастрофическим отказам функционирование сети.

Таким образом, виртуализация сети должна поддерживать мобильность, под которой понимается способность перемещения виртуальных ресурсов в целях выполнения требований LINC.

8.8 Беспроводность

Беспроводная виртуализация должна учитывать ряд уникальных характеристик, таких, как пользование ограниченным ресурсом и помехи сигналам, которые не встречаются в проводных сетях. Одна из самых больших проблем в беспроводной виртуализации – это как осуществить виртуализацию для беспроводных соединений. Создание беспроводного соединения требует определенной конфигурации беспроводного канала между передатчиком и приемником, таких как расположение рабочего канала, соответствующая настройка передаваемой мощности или чувствительности приемника. В целях предоставления пользователям двух отдельных LINC действия по передаче информации в одном из LINC не должны каким-либо образом влиять на характеристики по приему сигналов другого LINC, если эти оба LINC сосуществуют в пределах одного оборудования.

Однако характеристики беспроводных линий связей подразумевают выдвижение таких требований, как когерентность и изоляция. Когерентность означает, что, когда передатчик одного LINC активен, все соответствующие приемники и потенциальные источники помех, известные данному LINC, должны быть одновременно активными на соответствующих рабочих каналах. Изоляция означает, что, когда узел, принадлежащий одному LINC, принимает сигнал, относящийся к этому LINC, ни один из передатчиков другого LINC в пределах дальности действия этого приемника не должен быть активным в том же самом или частично перекрывающемся канале [b-Mishra].

Таким образом, виртуализация сети должна обеспечивать методы планирования для передачи сигналов по различным LINC [b-Smith].

9 Применимость

В пунктах 7 и 8 для реализации сетевой виртуализации рассматриваются проблемные области и цели разработки. В настоящем пункте описывается возможность применения виртуализации сети путем обобщения её преимуществ и недостатков.

Как показано в предыдущих разделах, ожидается, что ключевые характеристики и цели разработки виртуализации сети будут действовать в качестве катализатора для достижения задач и целей проектирования будущих сетей (БС). Их появлению может содействовать изоляция нескольких LINC, абстракция сетевых ресурсов, гибкость в конфигурировании и предоставлении LINC, а также поддержка мобильности и беспроводная виртуализация.

Однако виртуализация сети также имеет ряд недостатков, таких как снижение производительности L1NP, проблемы масштабируемости по количеству возможных L1NP в совместно используемой физической сети и возможность аварийного отказа всех L1NP вследствие сбоя в работе или проблем безопасности в системе управления L1NP.

Поэтому, прежде чем приступать к разработке и развертыванию виртуализации сети для действующих сетей, на начальном этапе должны быть тщательно рассмотрены преимущества и недостатки. Кроме того, некоторые свойства виртуализации сети должны выбираться в соответствии с требованиями пользователей и целевых услуг.

10 Вопросы охраны окружающей среды

Технология виртуализации сети изменяет концепцию потребления ресурса (например, металл или волокно) и энергопотребление сетей, изменяя общую архитектуру сетей.

Эта технология позволяет операторам создавать несколько L1NP на базе одной физической сети. Благодаря этому снижаются требования к количеству физических ресурсов, необходимых для построения сетей, например оптического волокна или медного кабеля, что снижает общее потребление энергии.

Эта технология производит перегруппировку набора механизмов, позволяющих нескольким услугам функционировать на одном и том же участке физического ресурса, повышая тем самым коэффициент использования оборудования. Это открывает возможность снижения потребления электроэнергии, поскольку одно устройство под высокой нагрузкой, как правило, потребляет меньше электроэнергии, чем несколько мало загруженных устройств. Кроме того, виртуализация сети может поддерживать объединение ресурсов, позволяющее перегруппировать малоиспользуемые устройства, чтобы снизить потребление электроэнергии.

Возможным недостатком является то, что структура каждого узла, в частности, маршрутизаторы и коммутаторы, становится более сложной, что может увеличить расход электроэнергии.

11 Аспекты безопасности

Виртуализация сети позволяет предоставлять по запросу L1NP и отказываться от них по конфигурируемым физическим ресурсам. Поскольку L1NP состоят из виртуальных ресурсов, которые становятся доступными для пользователей, могут возникать различные вопросы безопасности в отношении виртуализации сети, особенно относительно L1NP, виртуальными ресурсами которых управляет третья сторона, которая предоставляет эти L1NP непосредственно пользователям. Многие ключевые свойства виртуализации сети, такие как гибкость, способность к реконфигурации и абстракция сети, делают сетевую виртуализацию одной из ключевых технологий для будущих сетей (БС). Однако эти свойства могут вызвать неожиданные проблемы безопасности и конфиденциальности в традиционных моделях безопасности. [b-Jansen] исследует проблемы безопасности и конфиденциальности, относящиеся к услугам облачных вычислений общего пользования, и некоторые из выявленных проблем также могут относиться к виртуализации сетей. Поэтому в целях ослабления последствий, вызванных потенциальными проблемами безопасности, следует рассматривать следующие вопросы безопасности. Вопросы безопасности и конфиденциальности необходимо учитывать при планировании и разработке решений по виртуализации сетей. Вопросы безопасности могут включать в себя требования к безопасности и конфиденциальности пользователей, поставщиков услуг, использующих L1NP, и поставщиков L1NP. Кроме того, необходимо обеспечивать постоянный мониторинг безопасности и конфиденциальности данных, а также приложений, которые внедрены и размещены в L1NP.

Дополнение I

Подробное описание L1NP

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В этом Дополнении приводится подробное описание L1NP, описанного в п. 6.

L1NP – это сеть виртуальных ресурсов, в которой виртуальные ресурсы отделены от других ресурсов, и возможности которых могут динамически реконфигурироваться. Иными словами, L1NP – это логический участок физической сети, возможности которого аналогичны возможностям физической сети или ее подмножеству. Кроме того, L1NP может расширять свои возможности путем объединения нескольких виртуальных ресурсов. С точки зрения пользователя, L1NP рассматривается как сеть без виртуализации сетей. Виртуальный ресурс – это абстрактное представление физических или логических ресурсов и его частей и имеет те же механизмы, как физические или логические ресурсы. Она также может наследовать все существующие механизмы и инструменты, характерные для физического или логического ресурса. В дополнение к указанным выше механизмам виртуальный ресурс имеет несколько интерфейсов для доступа и управления виртуальным ресурсом. Эти интерфейсы, как правило, включают в себя интерфейсы плоскости данных, интерфейсы плоскости управления и интерфейсы плоскости административного управления [b-Vermesan].

L1NP, создаваемый с помощью виртуализации сети, имеет следующие характеристики:

(1) Разделение на участки

Каждый L1NP состоит из набора виртуальных ресурсов, которые представляют собой отдельно управляемые участки физических ресурсов. На физической сети могут существовать несколько L1NP.

(2) Абстракция

Не обязательно, чтобы конкретный виртуальный ресурс напрямую соотносился со своим физическим ресурсом. Подробная информация о физических ресурсах может быть предоставлена абстрактно таким образом, что с помощью соответствующих интерфейсов к возможностям виртуального ресурса был обеспечен доступ другим системам, приложениям или пользователям. Эти интерфейсы можно использовать, чтобы гарантировать совместимость для получения доступа к виртуальному ресурсу и обеспечения эффективного управления виртуальным ресурсом. Кроме того, чтобы предоставления расширенных функций, можно улучшать возможности интерфейсов. Виртуальным ресурсом можно манипулировать с помощью четко определенных и расширяемых интерфейсов, а также распределять его для создания, изменения, восстановления и высвобождения участков L1NP.

(3) Изолирование

Виртуальные ресурсы, используемые для создания L1NP, изолированы друг от друга с тем, чтобы участки L1NP не могли мешать работе друг друга в части технических характеристик, безопасности и пространства имен, и чтобы один L1NP не мог вызывать сбой в работе других L1NP или физических сетей. Данные, находящиеся в одном L1NP, не могут попасть в другие L1NP без авторизации, и приложения могут взаимодействовать только через сконфигурированные сетевые соединения. Несанкционированный доступ к другим L1NP запрещен.

(4) Гибкость (Эластичность)

Виртуальные ресурсы для построения L1NP распределяются, возвращаются и высвобождаются гибко по требованию для того, чтобы максимально эффективно распределить несколько L1NP по физическим ресурсам; оптимизировать использование физических ресурсов, как по времени, так и в пространстве; и обеспечить возможность немедленного и неравномерного использования, а также непрерывного использования физических ресурсов.

(5) Программируемость

Виртуальные ресурсы, используемые для построения LNP, могут программироваться для разработки, развертывания и проведения экспериментов с новыми протоколами связи, для распространения инновационных данных и для содействия эффективной обработке данных в пределах LNP.

(6) Аутентификация, авторизация и учет

Использование виртуальных ресурсов для создания LNP должно быть аутентифицировано и авторизовано таким образом, чтобы достигалась безопасная и надежная работа LNP, во избежание неправомерного использования виртуальных ресурсов и злонамеренных атак на них. Необходимо вести учет распределенных виртуальных ресурсов в физических сетях с тем, чтобы можно было проверять и контролировать целостность виртуальных ресурсов и оптимизировать их использование.

Дополнение II

Случаи использования виртуализации сетей

(Данное Дополнение не является неотъемлемой частью настоящей Рекомендации.)

В этом Дополнении, в целях уточнения назначения технологий виртуализации сети, приведена систематизированная информация о случаях использования виртуализации сети. Систематизированное описание может быть использовано в качестве руководства для описания вариантов использования, поэтому за этим руководством должны последовать соответствующие вклады о случаях использования.

II.1 Случай 1: Виртуализация сети для поставщиков сетевых услуг

II.1.1 Случай использования

– Обзор

- Поставщик сетевых услуг зачастую работает с несколькими разными L1NP и на каждом L1NP предоставляет различные услуги. Путем внедрения виртуализации сети этому поставщику сетевых услуг предоставляется возможность создания и эксплуатации совместно используемой физической сети, на которой реализуются различные услуги. Кроме того, операторам каждого из L1NP разрешается подгонять конфигурацию своих L1NP под свои требования.

– Мотивация

- Работа с несколькими сетями, которые физически независимы и изолированы, часто вызывает избыточный объем действий по управлению сетями или необходимость наличия недоиспользованных физических ресурсов, чтобы справиться с неожиданным увеличением спроса. Такие проблемы могут быть решены путем совместного использования ресурсов многими услугами. Однако существующие технологии, такие как IP-VPN, VLAN не могут обеспечить хорошей изоляции, программирования, быстрой реконфигурации и понимания топологии. Существующая технология не позволяет пользователям (например, поставщикам услуг) получать информацию о топологии физической сети и напрямую менять виртуальные конфигурации, такие как: маршрутизацию IP и виртуальную топологию. Такая управляемость эффективна при удовлетворении различных требований со стороны услуг.

– Применение

- Виртуализация сети позволяет создавать несколько L1NP на совместно используемой физической сети. Каждый L1NP соответствует одной сети услуг, и он полностью изолирован от других L1NP. Кроме того, конфигурацию каждого L1NP можно менять, и ему известны данные о топологии. Это позволяет операторам сетевых услуг напрямую подстраивать конфигурацию своих сетей услуг под свои потребности, без вмешательства со стороны оператора физической сети.

II.1.2 Текущее состояние технологии

Технология логического маршрутизатора уже внедрена в коммерческих IP-маршрутизаторах. С помощью этой технологии на маршрутизаторе может быть создано много виртуальных маршрутизаторов. Благодаря технологии программируемого переключения потоков, с помощью внешних серверов можно управлять таблицами преадресации узлов коммутации. Технологии виртуализации сети будут внедрены в коммерческие продукты на системном уровне.

Что касается функционирования сетей, [b-Masuda] создал экспериментальную среду для тестирования возможностей виртуализации сети, которая состоит из коммерческих IP-маршрутизаторов и оптических кросс-коммутаторов, а также разработал средства управления сетью для управления несколькими L1NP. Было продемонстрировано создание L1NP по требованию и динамическая реконфигурация L1NP. В настоящий момент времени функционирование виртуализации сети находится на ранней стадии исследований.

II.2 Случай 2: Эксперименты по возможности реализации новых архитектур сети [b-GENIGDD0608]

II.2.1 Случай использования

– Обзор

- Тестовая сеть предоставляет часть своих ресурсов в качестве L1NP для исследователей, разрабатывающих новые сетевые технологии. Исследователи проводят эксперименты, чтобы проверить эти технологии на L1NP.

– Мотивация

- Для стимулирования внедрения инноваций в сетевые архитектуры жизненно важным является подтверждение возможности реализации новых сетевых технологий на крупномасштабных экспериментальных сетях или в лабораторных условиях. Несколько пользователей одновременно могут выполнять свои эксперименты на одной экспериментальной сети, используя технологии виртуализации сети. Существующие тестовые сети не позволяют пользователям настраивать под свои требования функции сетевого узла (например, протоколы) или конфигурации (например, топологии сетей и таблицы переадресации). Исследователи имеют возможность полностью настраивать под свои требования предоставленные L1NP и использовать всю сетевую среду таким образом, как будто сеть используется исключительно для экспериментов этого пользователя. Таким образом, эксперименты, проводимые на такой сети, позволяют сделать выводы и наблюдения, которые не могли бы быть получены путем проведения экспериментов, основанных на эмуляции или моделировании.

– Использование

- Виртуализация сети позволяет организовать на одной тестовой сети много L1NP, каждый из которых является полностью программируемым с точки зрения архитектуры сети, контроля и управления, независимо от других L1NP. Таким образом, исследователи могут проводить эксперименты, чтобы эффективно и результативно продемонстрировать свои новые идеи, создав свой собственный участок L1NP, удовлетворяющий их экспериментальным требованиям.

II.2.2 Текущее состояние технологии

Продолжают существовать тестовые сети для сетевой виртуализации, основанные на открытом стандарте, таком как OpenFlow [b-McKeown], и на технологиях, определяемых поставщиком, таких как логический маршрутизатор [b JUNOS]. OpenFlow позволяет использовать экспериментальные протоколы на коммутаторах с программируемыми потоками, в то время как логический маршрутизатор позволяет использовать на одном маршрутизаторе несколько экземпляров протокола IP.

II.3 Случай 3: мобильность в виртуализованной сети

II.3.1 Случай использования

– Кто?

- Поставщик сетевых услуг (ПСУ), который предоставляет доступ к сети, обеспечивая прямой магистральный доступ к сети Интернет.

– Кому?

- ПСУ и конечным пользователям

– Зачем?

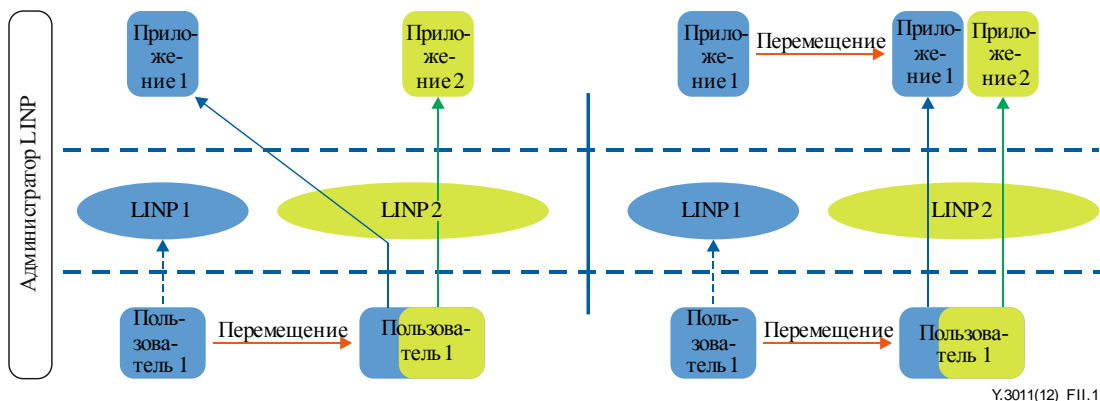
- В целях предоставления конечным пользователям непрерывной услуги и связи L1NP должен поддерживать динамическое перемещение виртуальных ресурсов, услуг и возможностей между L1NP.

– Что?

- Изменение точки присоединения с одного LINP на другой со стороны конечных пользователей требует динамического перемещения каждой услуги, а также виртуального ресурса LINP. С этой точки зрения, должно поддерживаться гибкое распределение виртуального ресурса любому LINP, непрерывная и автоматическая оптимизация для LINP и беспрепятственное перемещение, например, предсказуемое перемещение LINP в случае недостаточно эффективных сетей или при сбоях среди LINP.

Случаи использования мобильности в LINP следующие:

На рисунке II.1 показаны случаи использования в LINP мобильности пользователя и приложения.



У.3011(12)_F11.1

Рисунок II.1 – Случаи использования мобильности пользователя и приложения

Каждый LINP может предоставлять различные виртуальные ресурсы. В этом примере LINP 1 создан на базе маломощных виртуальных ресурсов с очень ограниченной производительностью центрального процессора (CPU) и пропускной способностью. LINP 2 создан на базе мощных виртуальных ресурсов, которые могут обеспечить большую пропускную способность и большую вычислительную мощность. В этом случае Пользователь 1 сейчас подключен к LINP 1 для использования Приложения 1. Когда Пользователю 1 нужно будет использовать Приложение 2, которое требует высокой вычислительной мощности, администратор LINP сделает доступным LINP 2 для Пользователя 1. Кроме того, если Пользователь 1 продолжает использовать Приложение 1, то доступ к нему может быть предоставлен из LINP 2, или Приложение 1 для Пользователя 1 может быть перемещено из LINP 1 в LINP 2. Таким образом администратор LINP будет управлять не только мобильностью пользователя, но и мобильностью приложения, которое используется этим пользователем в предыдущем LINP.

На рисунке II.2 показаны случаи использования мобильности образа системы и ресурса.



У.3011(12)_F11.2

Рисунок II.2 – Случаи использования мобильности образа системы и ресурса

В этом примере в соответствии с требованием пользователя, типом приложения и по другим причинам образ системы может быть без прерывания перемещен из L1NP 1 в L1NP 2. Кроме того, в целях достижения высоких технических характеристик сети и энергосбережения, как образы системы, так и ресурсы, могут быть добавлены к L1NP 1 и удалены из L1NP 2. Таким образом администратор L1NP должен управлять мобильностью образов систем и ресурсов между L1NP.

– Когда?

- Поставщику сетевых услуг эта услуга требуется уже сейчас.

II.3.2 Текущее состояние технологии

Существует технология, которая называется "живая миграция" (live migration), которая позволяет пользователю переносить виртуальную машину с одного физического сервера на другой без прекращения работы виртуальной машины.

II.4 Случай 4: Виртуализация сети беспроводного доступа

II.4.1 Случаи использования

– Кто?

- Оператор сети подвижной связи (MNO), который предоставляет сквозной доступ и услуги подвижной связи.

– Кому?

- Другому MNO или оператору виртуальной сети подвижной связи (MVNO), который арендует услуги подвижной сети у MNO.

– Зачем?

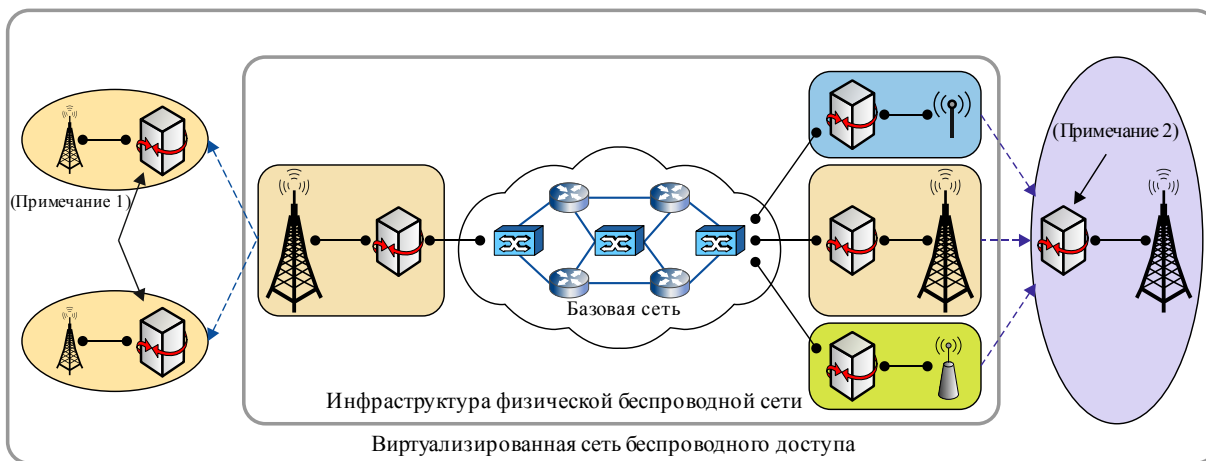
- В будущих беспроводных сетях будут использоваться разнородные технологии доступа, а каждая технология доступа имеет свои полезные характеристики, такие как скорость передачи данных, пропускная способность сети, зона покрытия, а также протоколы. По этим причинам перед будущими беспроводными сетями появляется новая задача обеспечить взаимодействие и согласованную работу между разнородными сетями.

– Что?

- Беспроводные сети также являются одним из ресурсов в виртуализированной сети. Таким образом, функции разделения на участки и агрегации, которые применяются в виртуализации сети, должны отражаться в будущих сетях беспроводного доступа.

Случаи использования виртуализации сетей беспроводного доступа следующие:

На рисунке II.3 показаны случаи использования функций разделения на участки и агрегации при виртуализации сетей беспроводного доступа.



Y.3011(12)_F11.3

ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Случай использования 1: Разделение на участки одной беспроводной сети.

ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Случай использования 2: Агрегация разных беспроводных сетей.

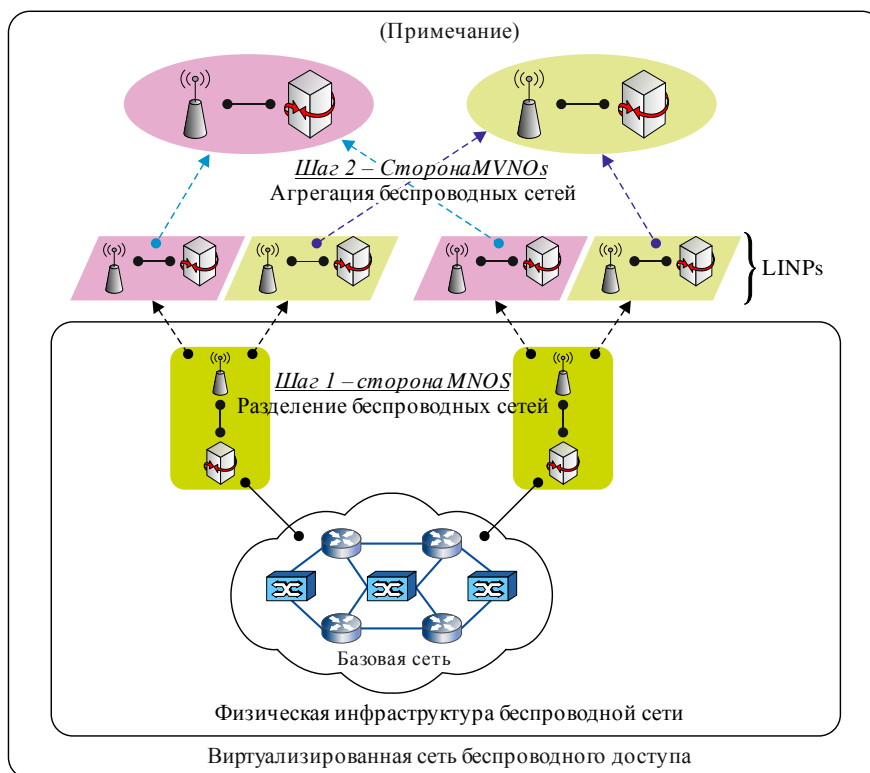
Рисунок П.3 – Случаи использования при разделении на участки и агрегации для виртуализации сетей беспроводного доступа

Случай использования 1 на рисунке П.3 показывает использование варианта разделения на участки одной сети беспроводного доступа.

Пояснение: путем разделения сети беспроводного доступа на несколько виртуальных сетей одна сеть беспроводного доступа может быть одновременно использована несколькими MVNO для предоставления собственных услуг и услуг виртуализированных сетей беспроводного доступа, которые полностью изолированы друг от друга. Таким образом, в этом случае обеспечивается для MVNO эффективное использование существующей физической инфраструктуры беспроводной сети и облегчается развертывание новых сетей доступа.

Сценарий использования 2 на рисунке П.3 показывает пример использования агрегации различных беспроводных сетей.

Пояснение: из-за сосуществования различных сетей беспроводного доступа ожидается, что будущие сети (БС) будут иметь разнородный характер. Однако проблема заключается в том, как выделить пользователю наиболее подходящую сеть доступа при доступности различных сетей доступа, если они близки по техническим характеристикам, стоимости и энергопотреблению. Кроме того, еще одна проблема: как уменьшить вероятность разрывов связи, если пользователи часто перемещаются между различными сетями доступа. Поскольку виртуализация сети допускает сосуществование разных сетей, то возможна совместная работа различных сетей беспроводного доступа по требованию путем агрегирования разнородных сетей беспроводного доступа. Например, если каждая сеть беспроводного доступа обеспечивает предоставление услуг в разных зонах покрытия, то одна сеть беспроводного доступа будет покрывать всю географическую зону обслуживания других сетей беспроводного доступа, или зоны обслуживания разнородных беспроводных сетей могут перекрываться. В данном случае несколько разнородных сетей беспроводного доступа, путем объединения различных сетей беспроводного доступа, представляются пользователям как единая беспроводная сеть. Поэтому путем объединения сетей беспроводного доступа можно снизить негативное воздействие на беспроводные сети, которые, в противном случае, должны выдерживать частое перемещение пользователей. Кроме того, это позволяет обеспечить закономерно лучшее восприятие пользователями, так как на беспроводное подключение пользователей к сети не повлияет изменение местонахождения пользователя или типа доступа к сети. Другими словами, в виртуализированной сети беспроводного доступа не осуществляется контроль за мобильностью пользователя.



У.3011(12)_Фил.4

ПРИМЕЧАНИЕ. – Случай использования 3: Комбинированный вариант использования, включающий разделение на участки и агрегацию беспроводных сетей.

Рисунок П.4 – Комбинированный случай использования виртуализации сетей беспроводного доступа

На рисунке П.4 показан комбинированный вариант использования, состоящий из случаев 1 и 2, приведенных на рисунке П.3.

Пояснение: каждый MVNO в соответствии со своими требованиями может арендовать обоснованное количество беспроводных сетевых ресурсов у операторов подвижной связи с тем, чтобы это можно было реализовано путем разделения в рамках виртуализации сети (Шаг 1 на рисунке П.4). После этого, LINP, которые находятся в аренде у того же MVNO, могут быть объединены (Шаг 2 на рисунке П.4) в одну виртуализированную беспроводную сеть и, таким образом, совокупность этих LINP представляется пользователям как единая беспроводная сеть. Этот случай использования имеет те же преимущества, которые описаны выше.

– Когда?

- Оператору сети подвижной связи (MNO) эти услуги требуются уже сегодня.

П.4.2 Текущее состояние технологии

– Существует технология, называемая беспроводной виртуализацией, которая описывает, как эффективно, без взаимных помех между различными виртуальными беспроводными сетями может обеспечиваться совместное использование радио ресурсов [b-Paul].

Библиография

- [b-IETF RFC 4093] IETF RFC 4093(2005), *Problem Statement: Mobile IPv4 Traversal of Virtual Private Network (VPN) Gateways*.
- [b-IETF RFC 5265] IETF RFC 5265 (2008), *Mobile IPv4 Traversal across IPsec-Based VPN Gateways*.
- [b-Browne] Browne, J.*et al.* (1984), *Classification of flexible manufacturing systems*, The FMS Magazine, (April), pp. 114-117.
- [b-Burger] Berger, T. (2006), *Analysis of current VPN technologies*. In: Proceedings of the First International Conference on Availability, Reliability and Security (ARES'06), IEEE Computer Society, (April), pp. 108-115.
<<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=1625300&isnumber=34117>>
- [b-Chowdhury] Chowdhury, N.M. and Boutaba, R. (2010), *A Survey of Network Virtualization*, Computer Networks, Vol. 54 (No. 5, April), pp. 862-876.
- [b-GENIGDD0608] GENI: Global Environment for Network Innovations GDD-06-08 (2006), *GENI Design Principles*.
- [b-Jansen] Jansen, W. and Grance, T. (2011), *Guidelines on Security and Privacy in Public Cloud Computing*, NIST Special Publication 800-144, (January).
- [b-JUNOS] Juniper Networks, *JUNOS Software Routing Protocols Configuration Guide*.
<<http://www.juniper.net/>>
- [b-Masuda] Masuda, A.*et al.* (2011), *Experiments of operating multiple virtual networks over IP-optical network*. In: Proceedings of the 37th edition of the European Conference on Optical Communication (ECOC 2011), Geneva, September 2011.
- [b-McKeown] McKeown, N.*et al.* (2008), *OpenFlow: enabling innovation in campus networks*, ACM SIGCOMM Computer Communication Review, Vol. 38 (No. 2, April), pp. 69-74.
- [b-Mishra] Mishra, A.*et al.* (2006), *Partially overlapped channels not considered harmful*. In: Proceedings of the Joint International Conference on Measurement and Modeling of Computer Systems, SIGMETRICS/Performance 2006, Saint Malo, France, June 2006, ACM.
- [b-Nakao] Nakao, A. (2010), *Network Virtualization as Foundation for Enabling New Network Architectures and Applications*, IEICE TRANSACTIONS on Communications, Vol. E93-B (No.3), pp.454-457.
- [b-Nakao2] Nakao, A. *et al.* (2012), *Advanced Network Virtualization: Definition, Benefits, Applications, and Technical Challenges*, Network Virtualization Study Group (NVSG) White Paper (v.1.0, January).
<<http://nvlab.nakao-lab.org/nv-study-group-white-paper.v1.0.pdf>>
- [b-Paul] Paul, S. and Seshan, S. (2006), *Technical document on wireless virtualization*, GENI: Global Environment for Network Innovations, Technical Report, (September).
- [b-Smith] Smith, G. *et al.* (2007), *Wireless virtualization on commodity 802.11 hardware*. In: Proceedings of the second ACM international workshop on Wireless network testbeds, experimental evaluation and characterization WinTECH '07, Montreal, September 2007. New York: ACM, pp. 75-82.
- [b-Vermesan] Vermesan, O. and Friess, P. (2011), *Internet of Things – Global Technological and Societal Trends*. Aalborg, Denmark: River Publishers.
- [b-Yu] Yu, M. *et al.* (2011), *A Survey of Virtual LAN Usage in Campus Networks*, IEEE Communications Magazine, Vol. 49 (Issue 7, July), pp. 98-103.

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	Окружающая среда и ИКТ, изменение климата, электронные отходы, энергоэффективность; 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	Оконечное оборудование, субъективные и объективные методы оценки
Серия Q	Коммутация и сигнализация, а также соответствующие измерения и испытания
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 межсетевого протокола, сети последующих поколений, интернет вещей и "умные" города
Серия Z	Языки и общие аспекты программного обеспечения для систем электросвязи