

АРХИТЕКТУРА ПОДКЛЮЧЕНИЯ СЕТЕВОГО ОБОРУДОВАНИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ЛУЧШИЕ ПРАКТИКИ

Луцкий А.В.

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научные руководители: Пискун Г.А. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС,
Алексеев В.Ф. – канд.техн.наук, доцент, доцент кафедры ПИКС*

Аннотация. Рассмотрены архитектурно-технические решения сетевого оборудования на базе анализа технологий и принципов построения сетей связи, а также перспектив и проблемных вопросов их развития. Для анализа были использованы только открытые источники, а в качестве примеров конкретных средств связи специального назначения использовались открытые данные.

Ключевые слова: сетевое оборудование, сетевая инфраструктура, архитектура сети, модель сети, уровень доступа, проблемы проектирования сети

Введение. Сетевое оборудование относится к физическим устройствам, которые облегчают связь между оборудованием, работающим в компьютерной сети. Современные организации стремятся внедрять новые сервисы и приложения, но зачастую камнем преткновения становится устаревшая сетевая инфраструктура, неспособная поддерживать инновации [1]. Решить эту проблему как раз и призваны современные технологии, созданные на основе открытых стандартов.

Основная часть. Сегодня связь превратилась в бурно развивающуюся отрасль, приносящую операторам значительные прибыли. Технологической основой информационного общества является Глобальная информационная инфраструктура (ГИИ), которая должна обеспечить возможность доступа к информационным ресурсам каждого жителя планеты. Информационную инфраструктуру составляет совокупность баз данных, средств обработки информации, взаимодействующих сетей связи и терминалов пользователя [1–5].

В сетевых проектах используются различные архитектуры топологии сети. Это отличается от обычных сетевых топологий. Наиболее широко в настоящее время используются следующие сетевые топологии: 3-уровневая архитектура, двухуровневая архитектура, архитектура позвоночника, архитектуры глобальной сети, архитектура Сохо и облачные архитектуры, которые достаточно хорошо описаны в [6].

В [7] отмечается, что беспроводные системы телеметрии постепенно получают все большее распространение на промышленных и коммунальных объектах. Использование беспроводного канала передачи данных, имеет целый ряд преимуществ перед традиционными проводными линиями. Главным из них стал: отсутствие необходимости прокладки кабеля между диспетчерским пунктом и объектом телеметрии.

В [8] рассмотрена технология OFDM для автоматической адаптации к распространению радиоволн при беспроводной передаче данных. Выполнен анализ возможности использования высокоскоростных и низкоскоростных модемов технологии OFDM для передачи данных. Описаны проблемы адаптации беспроводной передачи данных и показаны возможные методы их решения. Для реализации беспроводной телеметрии используют безлицензионные полосы спектра, демонстрирующие дальность связи в десятки километров.

В [9] рассмотрены основные принципы построения информационно-измерительной системы мобильного робота. Показано, что при организации системы собственной беспроводной связи необходимо учитывать следующие характеристики: энергоэффективность, спектральную эффективность, надежность доставки и своевременность.

На основании изложенного можно определить следующие требования к перспективным сетям связи:

– *мультисервисность* – независимость технологий предоставления услуг от транспортных технологий;

– *широкополосность* – возможность гибкого и динамического изменения скорости передачи информации в широком диапазоне в зависимости от текущих потребностей пользователя;

– *мультимедийность* – способность сети передавать многокомпонентную информацию (речь, данные, видео, аудио) с необходимой синхронизацией этих компонент в реальном времени и использованием сложных конфигураций соединений;

– *интеллектуальность* – возможность управления услугой, вызовом и соединением со стороны пользователя или поставщика услуг;

– *инвариантность доступа* – возможность организации доступа к услугам независимо от используемой технологии;

– *многооператорность* – возможность участия нескольких операторов в процессе предоставления услуги и разделение их ответственности в соответствии с областью деятельности.

В основу концепции построения архитектуры сети связи следующего поколения целесообразно положить идею о создании универсальной сети, которая бы позволяла переносить любые виды информации, такие как речь, видео, аудио, графику и т. д., а также обеспечивать возможность предоставления неограниченного спектра инфокоммуникационных услуг.

На основании изложенного можно предполагать, что архитектура сети связи следующего поколения (ССП, NGN – *Next Generation Network*) – есть ни что иное как построение сетей связи, обеспечивающих предоставление неограниченного набора услуг с гибкими возможностями по их управлению, персонализации и созданию новых услуг за счет унификации сетевых решений, предполагающая реализацию универсальной транспортной сети с распределенной коммутацией, вынесение функций предоставления услуг в оконечные сетевые узлы и интеграцию с традиционными сетями связи [6, 10].

Базовые положения сетей следующего поколения NGN прописаны в Рекомендациях МСЭ-Т (ITU-T) серии Y.2xxx [10].

В Рекомендации МСЭ Y.2011 определены 4 основных функциональных уровня в архитектуре сетей NGN (рисунок 1).

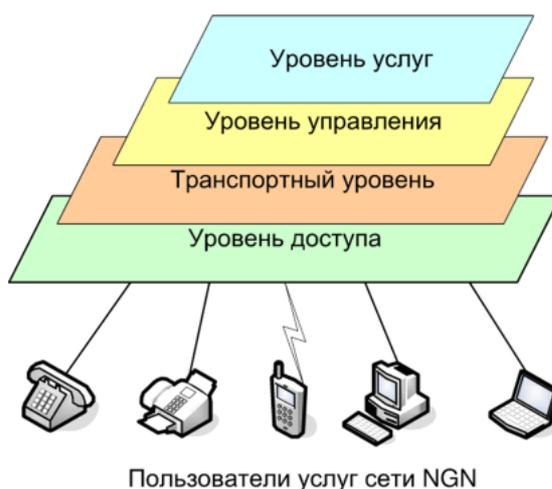


Рисунок 1 – Архитектура сети NGN

1. Уровень доступа – содержит различные сети абонентского доступа к транспортной пакетной сети. Для доступа абонентов к услугам NGN могут использоваться разнообразные проводные и беспроводные технологии, включая доступ по телефонным линиям, технологии xDSL, оптические и комбинированные технологии (FTTx, xPON, HFC и др.), беспроводные технологии (сотовые 2G/3G/4G, WiFi, WiMAX, WLL и др.), спутниковые технологии и др.

2. Транспортный уровень включает магистральную пакетную сеть, обеспечивающую широкополосную передачу информации с поддержкой гарантированного качества QoS. В состав транспортной пакетной сети NGN входят транзитные узлы, выполняющие функции переноса и коммутации (коммутаторы, маршрутизаторы, пограничные контроллеры сессий SBC), оконечные (граничные) узлы, обеспечивающие подключение различных сетей доступа, шлюзы, позволяющие осуществить подключение традиционных сетей (телефонных, сотовых и др.).

3. Уровень управления вызовами/соединениями реализует совокупность функций по управлению всеми процессами в телекоммуникационной сети и содержит управляющие устройства (контроллеры), выполняющие функции обработки информации сигнализации, управления вызовами и соединениями. В первом поколении сетей NGN для реализации функций уровня управления использовались аппаратно-программные средства, выполняющие функции контроллеров медиашлюзов и именуемые гибкими коммутаторами (*Softswitch*). В дальнейшем в сетях NGN (прежде всего мобильных) стали использоваться подсистемы передачи мультимедийных сообщений IMS (*IP Multimedia Subsystem*).

4. Уровень услуг и эксплуатационного управления, который содержит логику выполнения услуг и/или приложений и управляет этими услугами, имеет открытые интерфейсы для использования сторонними организациями (для разработки программ и новых услуг). Уровень содержит различные серверы приложений, серверы дополнительных услуг, LDAP-серверы, базы данных, порталы, медиатеки и др.

Для построения сети NGN необходимо в дальнейшем реализовать каждый из этих уровней в виде соответствующего набора элементов сети NGN (рисунок 2) [12]. При этом на различных логических уровнях сети могут использоваться различные технологии и протоколы.

Концепция NGN предполагает создание регионального и магистрального сегментов сети. При этом на региональном уровне должно обеспечиваться подключение пользователей и предоставление им транспортных услуг, а также взаимодействие с аналогичными региональными транспортными сетями. На магистральном уровне должно обеспечиваться предоставление услуг переноса конвергентного трафика для взаимодействия региональных сетей, а также для передачи трафика всех существующих сетей.

Ведущие технологически развитые страны активно развивают сети связи специального назначения (СССН), функционирующие в интересах органов государственной власти, органов обороны страны, безопасности государства и обеспечения правопорядка. Основными мировыми тенденциями развития этих сетей является использование в них ресурсов сетей связи общего пользования (ССОП), а также коммерческих протоколов связи. Ввиду того, что в коммерческой отрасли связи наблюдается качественный переход к новым сетевым технологиям (концепция NGN, пакетные технологии передачи, использование технологий виртуализации и др.) актуальным является анализ основных тенденций и проблемных аспектов их развития. Можно выделить три вида дестабилизирующих воздействий, которые потенциально будут иметь место при функционировании СССР:

– информационно-технические воздействия (ИТВ) на узловое телекоммуникационное оборудование и на протоколы связи СССР;

– воздействия на радиоканалы и радиосети в составе СССР средствами радиоэлектронного подавления (РЭП), воздействия на узловое оборудование СССР средствами функционального поражения электромагнитным излучением;

– воздействия на узловое оборудование и проводные линии связи СССР другими средствами.

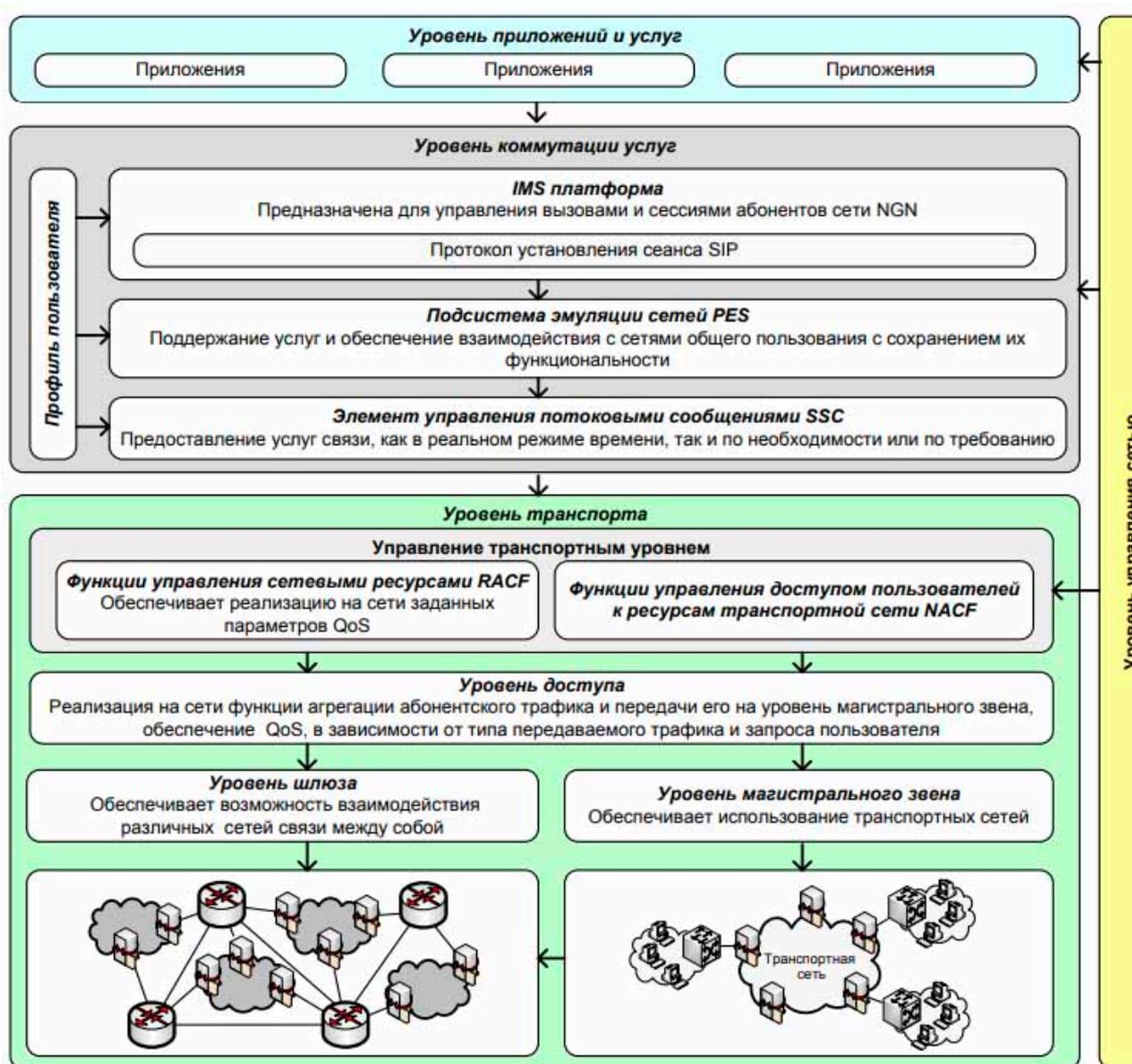


Рисунок 2 – Схема основных уровней сети NGN

Дестабилизирующие воздействия на объекты физического уровня будут отображаться на сетевом уровне в виде следующих эффектов: снижение качества каналов; снижение скоростей информационного обмена; возникновение одиночных и групповых ошибок приема; сбой тактовой синхронизации функционирующего в синхронном режиме оборудования, приводящие к потере данных; перерывы в связи; сбой или выход из строя телекоммуникационного оборудования сетевых узлов; сбой или неправильное функционирование протоколов связи в сети.

Указанные проблемы должны быть учтены при проектировании сети и разработке архитектуры подключения сетевого оборудования.

Заключение. Для снижения негативных эффектов от внедрения в состав СССН элементов ССОП и массового использования в СССН коммерческих протоколов связи может быть создано высокоэффективной централизованной автоматической системы управления сетевыми ресурсами СССН. Наличие такой системы управления позволит предотвратить ряд негативных эффектов при функционировании СССН в условиях воздействия перманентных дестабилизирующих факторов, за счет оперативного управления сетевыми ресурсами СССН.

Список литературы

1. Новые сетевые архитектуры: открытые или закрытые решения? Режим доступа : <https://habr.com/ru/company/hpe/blog/254645/>. – Дата доступа : 14.031.2023.
2. Сети связи следующего поколения. Режим доступа : https://intuit.ru/studies/professional_retraining/966/courses/157/lecture/ – Дата доступа : 14.031.2023.
3. Макаренко, С. И. Перспективы и проблемные вопросы развития сетей связи специального назначения / С. И. Макаренко // Системы управления, связи и безопасности. – 2017. – № 2. – С. 18-68.
4. Макаренко, С. И. Описательная модель сети связи специального назначения / С. И. Макаренко // Системы управления, связи и безопасности. – 2017. – № 2. – С. 113-164.
5. Макаренко, С. И. Метод обеспечения устойчивости телекоммуникационной сети за счет использования ее топологической избыточности / С. И. Макаренко // Системы управления, связи и безопасности. – 2018. – № 3. – С. 14–30.
6. Архитектуры сетевой топологии. Режим доступа : <https://ipisco.com/lesson/network-topology-architectures/> – Дата доступа : 14.031.2023.
7. Алексеев, В. Ф. Сравнительный анализ способов построения беспроводных узкополосных сетей / В. Ф. Алексеев, Г. А. Пискун // Современные средства связи : материалы XXVI Международной научно-технической конференции, Минск, 21 октября 2021 г. / Белорусская государственная академия связи. – Минск, 2021. – С. 190–191.
8. Беспроводная передача данных с учетом автоматической адаптации к распространению радиоволн / В. Ф. Алексеев [и др.] // BIG DATA Advanced Analytics: collection of materials of the fourth international scientific and practical conference, Minsk, Belarus, May 3 – 4, 2018 / editorial board: M. Batura [etc.]. – Minsk, BSUIR, 2018. – P. 458 – 462.
9. Принцип обеспечения собственной системы беспроводной связи в телеметрии / А. В. Агеев [и др.] // Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций «РТ - 2017»: материалы 13-ой международной молодежной научно-технической конференции (Севастополь, 20 – 24 ноября 2017 г.). – Севастополь: СевГУ, 2017. – С. 103.
10. Рекомендации МСЭ-Т У.2001. Серия У: ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНФРАСТРУКТУРА, АСПЕКТЫ МЕЖСЕТЕВОГО ПРОТОКОЛА И СЕТИ ПОСЛЕДУЮЩИХ ПОКОЛЕНИЙ. Сети последующих поколений – Структура и функциональные модели архитектуры. Общий обзор СПП // Международный союз электросвязи. Женева : Международный союз электросвязи.
11. Оценка качества передачи информации в системе диспетчеризации на базе MQTT-архитектуры / В. Ф. Алексеев [и др.] // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сборник научных статей VIII Международной научно-практической конференции, Минск, 11-12 мая 2022 года / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники ; редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск, 2022. – С. 483–488.
12. Макаренко, С. И., Чаленко Н. Н., Крылов А. Г. Сети следующего поколения NGN // С. И. Макаренко, Н. Н. Чаленко, А. Г. Крылов // Системы управления, связи и безопасности. – 2016. – № 1. – С. 81-102.

UDC 004.72

NETWORK EQUIPMENT CONNECTION ARCHITECTURE: ISSUES AND BEST PRACTICES

Lutsky A.V.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Piskun G.A. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ICSD

Alexeev V.F. – PhD, associate professor, associate professor of the Department of ICSD

Annotation. The architectural and technical solutions of network equipment are considered based on the analysis of technologies and principles of building communication networks, as well as the prospects and problematic issues of their development. Only open sources were used for the analysis, and open data were used as examples of specific means of special-purpose communications.

Keywords: network equipment, network infrastructure, network architecture, network model, access level, network design problems