

РАДИОТЕХНІКА ТА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ

УДК 621.391

Воробієнко П.П., Добровольський Е.В.
Vorobienko P.P., Dobrovolskiy E.V.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДЕКОМПОЗИЦИИ МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ IP-ИНТЕРСЕТИ

УДОСКОНАЛЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ДЕКОМПОЗИЦІЇ МУЛЬТИСЕРВІСНОЇ IP-ІНТЕРМЕРЕЖІ

IMPROVEMENT OF THE FUNCTIONAL DECOMPOSITION FOR MULTISERVICE IP-INTERNETWORKING

Аннотация. В работе предложен новый подход к функциональной декомпозиции мультисервисной IP-интерсети с учетом предоставления широкого спектра услуг с различными механизмами обеспечения параметров качества обслуживания.

Анотація. У роботі запропоновано новий підхід до функціональної декомпозиції мультисервісної IP-інтермережі з урахуванням надання широкого спектра послуг з різними механізмами забезпечення параметрів якості обслуговування.

Summary. The new approach to functional decomposition of multiservice IP-internetworking is offered, taking into account implementing of a wide spectrum of services with various quality of service (QoS) control mechanisms.

Современное состояние инфокоммуникаций характеризуется стремительным темпом внедрения различных видов услуг. Как правило, каждая услуга или группа родственных услуг требует для своей реализации множество различных специфичных технологий. Так же различны требования услуг к параметрам качества обслуживания, которые обеспечиваются различными механизмами. Это обуславливает необходимость выработки новых подходов к организации взаимодействия открытых систем, обеспечивающих гибкость интерсети в смысле ее адаптации к виду трафика, поддерживаемых на сети услуг. Ключом к осуществлению комплексной оптимизации интерсети является анализ и формализация аспектов её функционирования, связанных с предоставлением целевых услуг.

Системообразующим средством исследования сетей является вербальная семиуровневая эталонная модель взаимодействия открытых систем (ЭМ ВОС, модель OSI), принятая международной организацией по стандартизации (ISO), которая сыграла выдающуюся роль в создании мировой паутины [1, 2]. В зависимости от применяемых технологий и уровня технологических и научных возможностей ЭМ ВОС изменялась. Ее развитие происходит по двум направлениям. Первое направление – изменение числа уровней за счет деления на подуровни либо объединения уровней [3, 4, 5]. Цель подобных манипуляций – адаптация модели к изменяющимся сетевым технологиям. Так, например, протокольная модель TCP/IP содержит уже четыре уровня, а в технологии E6 [6] объединены функции подуровня MAC-адресов и сетевого уровня, что позволило сократить заголовочную избыточность. Радикальное решение предложено в [7], где описана интегрированная технология телекоммуникаций, основанная на трехуровневой модели.

Второе направление – введение в ЭМ ВОС плоскостей. Впервые плоскости были введены при рассмотрении технологии ATM, тем самым превратив одномерную модель в двухмерную. Системное исследование двухмерной модели проведено в [8], где предложена обобщенная ЭМ ВОС. Обобщенная ЭМ ВОС позволила структурировать процесс взаимодействия открытых систем не только при передаче данных пользователя, но и при решении задач маршрутизации, передачи сигнализации, синхронизации и т.д.

Как видим, вышеописанные изменения структуры модели ВОС позволили уменьшить заголовочную избыточность и более адекватно и прозрачно структурировать взаимодействие открытых систем. Однако эти изменения не затрагивали аспекты, связанные с иерархической

систематизацией функций, необходимых для предоставления множества актуальных на сегодня и перспективных в будущем услуг.

Целью данной статьи является усовершенствование функциональной декомпозиции взаимодействия систем посредством IP-сетей с поддержкой широкого спектра услуг с различными требованиями к параметрам качества обслуживания (QoS [9,10,11]) и различными механизмами их поддержки.

На сегодняшний день существует порядка семи сетевых моделей взаимодействия, разработанных для функциональной декомпозиции ключевых аспектов взаимодействия в сети Интернет. Наиболее популярные из них – модель TCP/IP (RFC 1122) и так называемая Cisco Internet model (рис. 1).

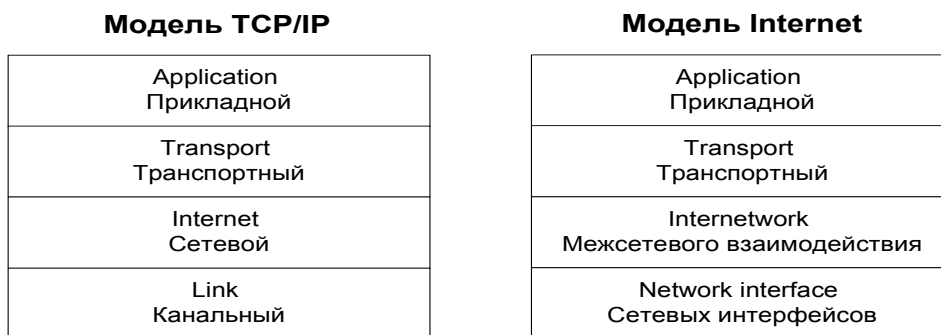


Рисунок 1 – Модель TCP/IP (RFC 1122, 4 уровня) и модель Internet предложенная фирмой Cisco

Как видно модели содержат по четыре уровня и планарно распределяют по ним задачи, выполняемые IP-сетями, а также протоколы и механизмы, которыми эти задачи реализуются. Среди основных задач можно выделить передачу пользовательских данных, передачу управляющих команд, мониторинг и обеспечение требуемого уровня QoS. Распределение данных задач по уровням специфично для каждой конкретной услуги. Рассмотрим это на примере такой популярной услуги, как передачи голоса по IP-сети с использованием протокола SIP [11]. В данном случае протокол SIP реализует управление логикой работы услуги на прикладном уровне. В свою очередь, для передачи сообщений SIP использует один из транспортных протоколов (UDP или TCP), а те, в свою очередь, сетевой протокол IP и соответствующие канальные протоколы для различных фрагментов интереса. При этом данный стек отличается от стека, применяемого для этой же услуги в случае передачи медиа-данных (RTP/UDP/IP) [11, 12]. В данном случае мы видим дифференциацию функциональной декомпозиции для двух разных задач в рамках одной услуги. Если же обратиться к таким задачам, как мониторинг и обеспечение QoS, то увидим, что они также различным образом распределены по всем четырем уровням. Соответственно для каждой задачи, в рамках четырех уровней стандартной модели, целесообразно выделить свою плоскость (рис. 2).

При этом горизонтальные сечения модели образуют уровни, аналогичные уровням классической модели TCP/IP, а вертикальные сечения образуют четыре плоскости: Управления услугой, Пользователя, QoS и Мониторинга. В ряде случаев может потребоваться некоторая специфичность в организации уровней для конкретной услуги в некоторых плоскостях. Так, в приведенном выше примере услуги передачи голоса, прикладной уровень плоскости пользователя разделен на два подуровня, соответствующие двум принципиально различным механизмам формирования пользовательских данных – сжатию (осуществляемому кодеком) и пакетизации. При формировании модели подобную специфичность по отношению к услуге можно реализовать путем организации доменной структуры. Каждой услуге (или группе услуг) в таком случае будет соответствовать свой домен, объединяющий специфичную для данной услуги реализацию каждой из четырех подплоскостей (рис 3). Таким образом, дифференцированная модель ВОС приобретает третье измерение, а именно – измерение услуги. При этом роль пространства координат в этом измерении выполняет множество именованных наборов услуг, называемых доменами. Два других измерения представлены множеством именованных плоскостей и множеством нумерованных и именованных уровней.

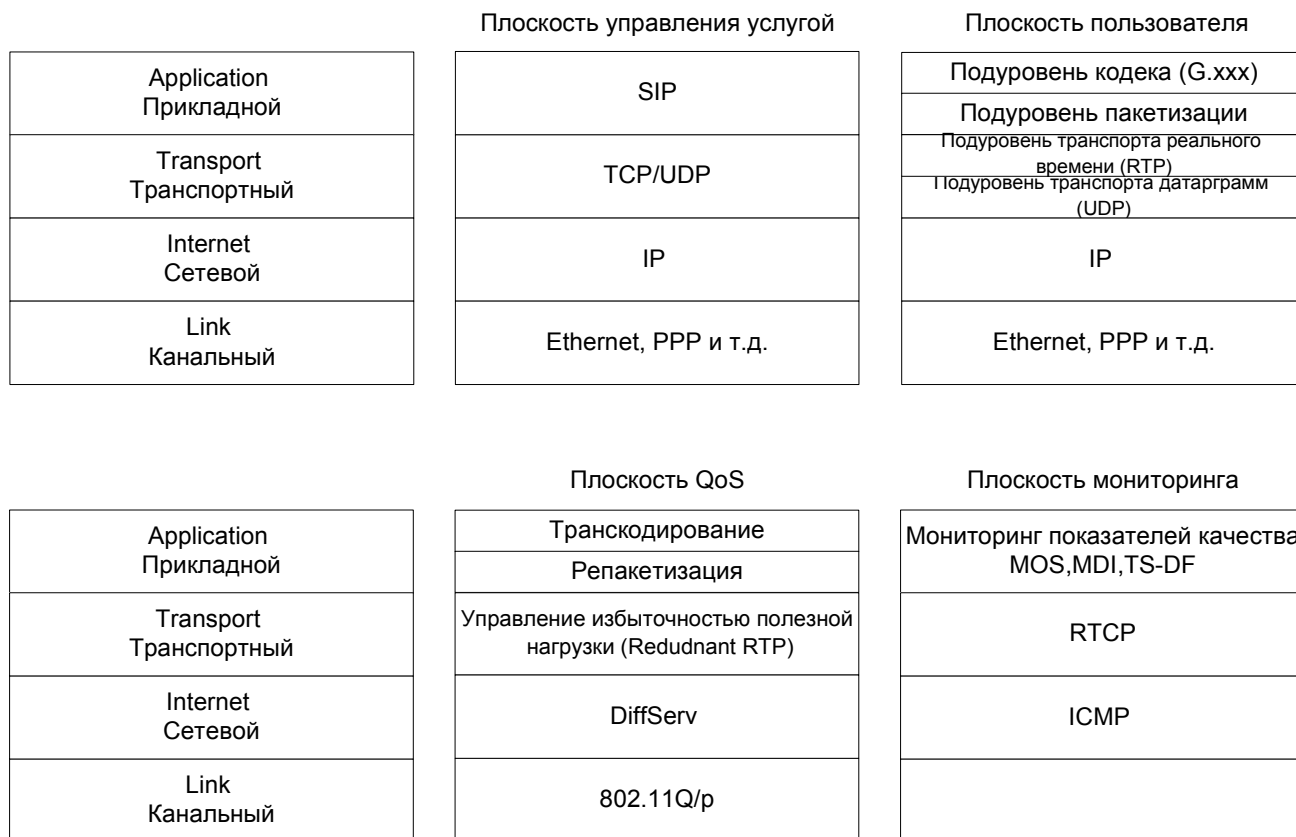


Рисунок 2 – Функциональная декомпозиция для услуги передачи голоса по IP-сети, дифференцированная по четырем плоскостям

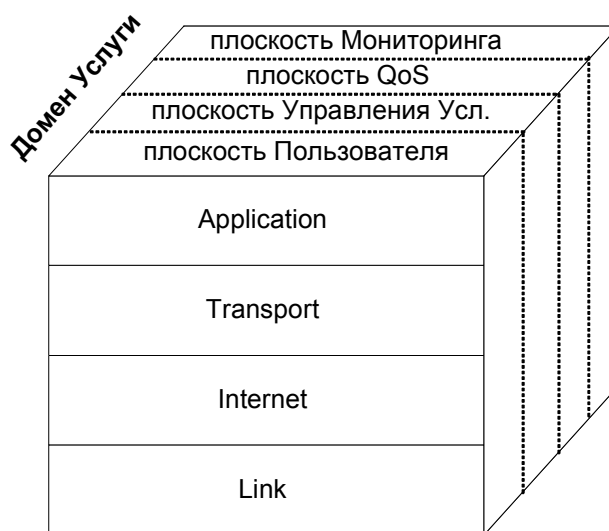


Рисунок 3 – Дифференцированная модель TCP/IP (4 уровня, 1 домен, 4 плоскости)

Обобщая вышеизложенное, предлагается:

1. Классифицировать услуги в зависимости от применяемых для их реализации технологий и сформировать, таким образом, домены услуг.
2. В зависимости от выполняемых функций разделить технологии, механизмы и протоколы, используемые для предоставления услуг в современных мультисервисных IP-сетях на категории, соответствующие четырем плоскостям.

3. Оптимизировать в пределах одного домена механизмы передачи пользовательских данных, мониторинга и обеспечения параметров качества обслуживания.

Вернемся снова к услуге передачи голоса по IP-сети. Данная услуга (наряду с услугой передача видео в реальном времени) входит в домен с весьма специфической реализацией транспортного уровня плоскости пользователя, ответственного за передачу голосовой информации. Здесь происходит сегментация транспортного уровня на два подуровня, связанная с необходимостью обеспечивать транспорт голосовых данных в реальном масштабе времени (рис. 2). Таким образом, для передачи голосового трафика в настоящее время используется схема инкапсуляции IP/UDP/RTP, содержащая два транспортных протокола. Одной из общеизвестных проблем данной схемы является существенная заголовочная избыточность (т.н. overhead). Даже при применении высокоэффективных речевых кодеков полезный эффект сжатия речи в значительной степени нивелируется большим относительным размером заголовков стека сопутствующих протоколов.

Радикальным средством уменьшения избыточности является разработка нового единого транспортного протокола для передачи голосового трафика, обладающего меньшей заголовочной избыточностью, для чего может быть, например, применен метод сохранения контекстов голосовых сессий. Создание нового транспортного протокола позволит реализовать более тесную интеграцию с прикладным уровнем плоскости пользователя, а именно, с подуровнями кодека и пакетирования, обеспечивая адаптацию к текущим характеристикам сети, за счет динамического регулирования параметров пакетирования и битовой скорости потока на выходе кодека.

Данный адаптационный аспект затрагивает не только транспортный и прикладной уровни плоскости пользователя, но также напрямую связан с обеспечением параметров качества обслуживания, т.е. с плоскостью QoS. В свою очередь, в плоскости обеспечения QoS, рассматриваемой услуги, для решения проблемы обеспечения качественной передачи голосового трафика в настоящее время используются разнообразные механизмы, относящиеся к различным уровням этой плоскости. А именно:

- 1) приоритезация и управление очередями на канальном и сетевом уровнях [9, 10];
- 2) резервирование сетевых ресурсов посредством протокола RSVP [13] на транспортном уровне;
- 3) регулирование параметров голосового трафика на прикладном уровне [14].

Однако, любой подход, основанный на использовании вышеперечисленных технологий, требует подготовительных мероприятий и настройки сетевого оборудования на всем протяжении маршрута передачи голосовых данных, что неудобно, является трудозатратным и возможно далеко не всегда. Эффективным дополнением указанных методов может стать механизм повышения живучести голосового трафика в конкурентной сетевой среде, основанный на регулировании параметров пакетирования и управлении избыточностью полезной нагрузки, что может быть реализовано в рамках нового транспортного протокола.

Таким образом, на представленном примере услуги передачи голоса в реальном времени, предложенная дифференцированная модель позволила систематизировать специфические для данной услуги узкие места, связанные с применяемой протокольной архитектурой, а также помогла сформировать пакет мер по их оптимизации.

В заключение можно сказать следующее.

В статье предложена оптимизация функциональной декомпозиции взаимодействия систем за счет создания и применения дифференцированной объемной модели TCP/IP. Модель позволяет систематизировать существующие и выработать новые подходы к решению ключевых задач в сфере обеспечения качественного предоставления различных услуг на базе инфраструктуры IP-сетей.

Литература

1. Таненбаум Э. Компьютерные сети / Эндрю Таненбаум. – [4-е изд.] – СПб.: Питер, 2005. – 992 с.
2. Zimmermann H. OSI Reference Model – The ISO Model of Architecture for Open Systems Interconnection/ Hubert Zimmermann – IEEE Transactions on Communications, 1980, Vol. 28. – N 4. – С. 425-432. – Режим доступа: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.136.9497&rep=rep1&type=pdf>.
3. RFC 1122 – Requirements for Internet Hosts – Communication Layers. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tools.ietf.org/html/rfc1122>.
4. RFC 871 – A perspective on the arpanet reference model. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tools.ietf.org/rfc/rfc871.txt>.

5. Dye M., McDonald R., Ruffi A. Network Fundamentals: CCNA Exploration Companion Guide./ Mark A. Dye, Rick McDonald, Antoon W. Ruffi. – Cisco Press, 2011. – 528 с. – Режим доступа: <http://books.google.com.ua/books?id=JVAK7r6jHF4C>.
6. Воробієнко П.П., Зайцев Д.А., Гуляєв К.Д. Спосіб передачі даних у мережі із заміщенням мережного та транспортного рівнів універсальною технологією канального рівня. – Патент на корисну модель № 35773, Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 10.10.2008.
7. Тихонов В.И. Оценка качества сервиса в интегрированной технологии телекоммуникаций. / В.И.Тихонов, О.В. Голубова // Проблемы телекоммуникаций. – 2010. – N1.– С. 115-125.
8. Воробієнко П.П. Концепция обобщенной эталонной модели взаимодействия открытых систем / Воробієнко П.П. // Электросвязь. – 2001. – N 10. – С. 14-15.
9. Вегешна Ш. Качество обслуживания в сетях IP/ Шринивас Вегешна. – Cisco Press, 2003. – 356 с.
10. RFC 2212 - Specification of Guaranteed Quality of Service. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tools.ietf.org/rfc/rfc2212.txt>.
11. Гольдштейн Б.С. IP-Телефония / Гольдштейн Б.С, Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. – М.: Радио и связь, 2001. – 336 с.
12. RFC3551 – RTP Profile for Audio and Video Conferences with Minimal Control [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tools.ietf.org/rfc/rfc3551.txt>.
13. RFC 2205 - Resource ReSerVation Protocol (RSVP). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tools.ietf.org/rfc/rfc2205.txt>.
14. Wallace K. Implementing Cisco unified communications voice over IP and QoS (Cvoice) foundation learning guide / Kevin Wallace. – Cisco Press, 2011. – 696 с. – Режим доступа: <http://books.google.com.ua/books?id=eLa5crPXSOYC>.